

LORENA SANTIAGO UGOLINE

**PROPOSIÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS PARA A GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS - MG**

**Montes Claros  
2023**

**Lorena Santiago Ugoline**

**PROPOSIÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS PARA A GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS - MG**

Trabalho Final de Especialização apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais.

Orientador: Prof. Stanley Schettino

Montes Claros - MG

2023

Ugoline, Lorena Santiago.

U27p  
2023      Proposição de indicadores ambientais para a gestão dos recursos hídricos no município de Montes Claros - MG [manuscrito]/ Lorena Santiago Ugoline. Montes Claros, 2023.  
34 f.: il.

Monografia (especialização) - Área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador: Stanley Schettino  
Banca examinadora: Dalton Rocha Pereira, Luciano Vieira Lima, Stanley Schettino.

Inclui referências: f. 31-34

1. Recursos naturais. 2. Gestão ambiental. 3. Política ambiental.  
4. Desenvolvimento sustentável. I. Schettino, Stanley. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 504



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
ESPECIALIZAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS

## FOLHA DE APROVAÇÃO

PROPOSIÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS - MG

LORENA SANTIAGO UGOLINE

Trabalho Final de Curso de Especialização (TFCE) submetido à Comissão de Avaliação designada pela Comissão de Coordenação do curso de Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais.

TFCE aprovado em 19 de maio de 2023 pela comissão de avaliação constituída pelos membros:

Dalton Rocha Pereira  
Avaliador - ICA/UFMG

Luciano Vieira Lima  
Avaliador - ICA/UFMG

Stanley Schettino  
Orientador - ICA/UFMG

Montes Claros, data da assinatura eletrônica.

Dalton Rocha Pereira  
Coordenador de Pós-graduação *Lato Sensu*



Documento assinado eletronicamente por Dalton Rocha Pereira, Coordenador(a) de curso de pós-graduação, em 30/05/2023, às 09:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 2320282 e o código CRC C8BFF238.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
ESPECIALIZAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS

### ATA DE DEFESA DE TRABALHO FINAL DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

Aos 19 dias do mês de maio do ano 2023, em sessão remota via sistema MS Teams, canal institucional da Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais, às 14h30min, o(a) estudante Lorena Santiago Ugoline, matrícula UFMG: 2020682090, apresentou o Trabalho Final de Curso de Especialização (TFCE) intitulado PROPOSIÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS - MG, avaliado com nota 88 (oitenta e oito). Diante da nota indicada o TFCE foi aprovado pela comissão de avaliação.

Participaram da comissão de avaliação os(as) abaixo indicados(as), que assinam eletronicamente a presente ata.

Montes Claros, data da assinatura eletrônica.

Dalton Rocha Pereira  
Avaliador - ICA/UFMG

Luciano Vieira Lima  
Avaliador- ICA/UFMG

Stanley Schettino  
Orientador - ICA/UFMG



Documento assinado eletronicamente por Stanley Schettino, Professor do Magistério Superior, em 22/05/2023, às 08:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Dalton Rocha Pereira, Coordenador(a) de curso de pós-graduação, em 22/05/2023, às 09:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Luciano Vieira Lima, Servidor(a), em 24/05/2023, às 20:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 2320280 e o código CRC 2F92FD00.

## **RESUMO**

A crescente preocupação populacional com a possível escassez dos recursos naturais devido ao uso desenfreado dos mesmos e a constante poluição do meio ambiente fez com que novas práticas de gerenciamento fossem demandadas. Na gestão de recursos hídricos, muito se vê o uso de indicadores para auxiliar nesse processo de aprimoramento e busca por caminhos mais eficazes de gerenciamento dos recursos. O presente trabalho teve por objetivo selecionar indicadores ambientais que servirão como ferramenta para a gestão dos recursos hídricos do município de Montes Claros, MG. Utilizou-se, para definição desses indicadores, a metodologia adotada para a gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, através do modelo FPEIR (Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta) proposto em pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). A partir deste trabalho, novos estudos para a região supracitada podem ser elaborados através da atribuição de valores e aplicação prática dos indicadores ambientais propostos, afim de observar a real conjuntura dos recursos hídricos do município e auxiliar ainda mais em sua gestão sustentável.

**Palavras-chave:** Recursos naturais. Gestão ambiental. Gestão hídrica. Desenvolvimento sustentável.

## **ABSTRACT**

The growing population's concern with the possible scarcity of natural resources due to their unbridled use and the constant pollution of the environment demanded new management practices. In the management of water resources, the use of indicators is often seen as helping in this process of improvement and the search for more effective ways of managing resources. This work aimed to select environmental indicators that will serve as a tool for the management of water resources in the municipality of Montes Claros, MG. To define these indicators, the methodology adopted for the management of water resources in the State of São Paulo was used through the FPEIR model (Driving Force, Pressure, State, Impact, and Response) proposed by the United Nations Program for the Environment (UNEP). From this work, new studies for the aforementioned region can be elaborated through the attribution of values and the practical application of the proposed environmental indicators in order to observe the real conjuncture of the water resources of the municipality and help even more in its sustainable management.

**Keywords:** Natural resources; Environmental management; Management of water; Sustainable development.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. Desenvolvimento sustentável.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2. Gestão de recursos hídricos.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3. Indicadores ambientais.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.1 A metodologia PER, PEIR e FPEIR .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4. Caracterização do município.....</b>	<b>19</b>
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>21</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>30</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>31</b>



## 1. INTRODUÇÃO

No começo da evolução humana em nosso planeta, o vínculo com a natureza consistia em obter dela apenas o necessário para satisfazer as necessidades diárias. Vivendo em grupos, eles se deslocavam constantemente entre ambientes conforme a disponibilidade de comida e abrigo. Com o decorrer do tempo, esses grupos estabeleceram aldeias e comunidades permanentes, resultando no surgimento de características étnicas que observavam a natureza e suas potencialidades. Assim, iniciaram-se as plantações para subsistência e a criação de animais. A partir desse ponto, o ser humano começou a manipular o ambiente ao seu redor visando à própria sobrevivência, originando o extrativismo, o qual, até então, não causava danos à natureza. (CÓRDULA, 2012).

Toda a produção dessas comunidades era distribuída entre elas, estabelecendo uma interação recíproca e vantajosa para todos. No entanto, ao longo da evolução humana, o sentido de comunidade, união, assistência e proximidade foi gradualmente esquecido. O ser humano levou milhares de anos para progredir de seus ancestrais mais remotos até alcançar o estado de comunidade, mas em alguns séculos abandonou a igualdade e a cooperação pré-existentes, resultando na formação de castas com dominantes e dominados, como evidenciado pela história. E, daqui a mais alguns séculos, a humanidade se espalhava pelo globo com grandes monoculturas, exploração massiva dos recursos naturais e construção de cidades. Começaram a armazenar e produzir alimentos em grande quantidade, o que exigia vastas extensões de terra para cultivo. A partir desse momento, a natureza e seus recursos passaram a ser constantemente agredidos. Com a chegada das máquinas e a ocorrência da poluição, começamos a esgotar os recursos do planeta que antes eram obtidos sem causar danos, ao mesmo tempo em que contaminamos o meio ambiente (CÓRDULA, 2012).

A ação do homem sobre o meio ambiente tem se tornado cada vez mais insustentável e destrutiva (ALBUQUERQUE, 2007). A lógica do crescimento ilimitado produziu o subdesenvolvimento de dois terços da humanidade e a utilização em larga escala dos recursos naturais, e levou à exaustão sistemas vitais e ameaça o equilíbrio ambiental (LEFF, 2001). Os recursos hídricos passaram da condição de infinitos e inesgotáveis para o status de fatores de produção. O uso da energia hidráulica para a produção de eletricidade, o aumento da demanda de água para os processos industriais, o uso de hidrovias, além da necessidade do abastecimento humano, dessedentação de animais e o uso na agricultura, tornaram a água um produto de usos múltiplos, que precisam ser minuciosamente gerenciados (VENANCIO; KURTZ, 2006) tanto em quantidade, qualidade e logística.

De acordo com a Resolução Conama nº 306/2002, gestão ambiental é a condução, direção e controle do uso dos recursos naturais, dos riscos ambientais e das emissões para o meio ambiente, por intermédio da implementação de um sistema de gestão ambiental. De acordo com Saito, 2011,

“a gestão sustentável de recursos hídricos tem sido buscada, entre outros meios, pelo apoio, por parte do Estado, de diversas ações de intervenção de caráter local, quer de educação ambiental, quer de ação física de saneamento, reflorestamento ou contenção de erosão, sobretudo com recursos financeiros provenientes de fundos específicos para esta finalidade. O desafio com que o poder público vem se deparando é o da crescente quantidade de demandas, acompanhada do aumento da conscientização da sociedade e também do maior conhecimento dos próprios mecanismos de apoio financeiro a ações que a sociedade considera necessárias e urgentes. Considerando que os recursos financeiros são insuficientes para atender a todas essas demandas, surge, para o atendimento dessas, a necessidade do estabelecimento, por parte do Estado, de parâmetros e critérios que reflitam prioridades e escolhas, em suma, a própria concepção de gestão ambiental precisa ser explicitada” (SAITO, 2011).

Frente a essas circunstâncias no âmbito da administração dos recursos hídricos, surge um processo de tomada de decisão intrincado, cheio de variáveis e informações que precisam ser organizadas de forma a permitir uma melhor programação e controle da situação hídrica, com o objetivo de auxiliar no aprimoramento e estabelecimento de estratégias de gestão pública (CARVALHO; CURI, 2015). Uns dos instrumentos que auxiliam os processos de gestão ambiental são os indicadores ambientais. Um indicador é formado por um conjunto de índices que fornecem informações, a partir da mensuração de elementos e fenômenos da realidade, com base em padrões de referência, para tornar o seu significado mais claro e facilitar a comunicação (OCDE, 1987). Portanto, eles são capazes de transformar dados brutos em informações necessárias à uma boa e correta gestão de um dado meio.

O gerenciamento dos recursos hídricos vem se mostrando cada dia mais necessário em todos os âmbitos, visto que a água não é apenas como recurso, e sim um bem extremamente fundamental para a sobrevivência de todo o planeta. E como o comportamento humano é considerado a maior causa de deterioração ambiental, é de suma importância a elaboração de estudos e estratégias político-tecnológicas e sociocomportamentais para pausarmos esse avanço tão acelerado rumo a escassez e perda de qualidade das águas.

Dito isso, a fim de auxiliar a gestão dos recursos hídricos no município de Montes Claros, que sofrem com a falta de estratégias de conservação e preservação, este estudo objetivou definir quais são os melhores indicadores ambientais aplicáveis a gestão dos recursos hídricos do município, de forma a servirem de ferramentas para o desenvolvimento sustentável do município e da região semiárida norte mineira.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Desenvolvimento sustentável

Nos anos 1970, o cenário de crise após a descoberta de que o petróleo é um recurso natural não renovável e finito, juntamente com o cenário de crescimento dos movimentos ambientalistas, resultou em uma crescente crítica dos modelos de desenvolvimento econômico utilizados, críticas estas que vêm sendo vistas até dado momento. Diante dessas preocupações, um terceiro modelo de desenvolvimento surgiu, o Ecodesenvolvimento.

De acordo com Maurice Strong, secretário-geral da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento,

esse conceito normativo básico emergiu da Conferência de Estocolmo, em 1972. Designado à época como “abordagem do Ecodesenvolvimento”, e posteriormente nomeado Desenvolvimento Sustentável, o conceito vem sendo continuamente aprimorado, e hoje possuímos uma compreensão mais acurada das complexas interações entre a humanidade e a biosfera (STRONG, *apud* SACHS, 1993, p. 7)

Diversos estudos mostram que as modificações ambientais provocadas pela ação antrópica, alteram significativamente os ambientes naturais, poluindo o meio físico, consumindo recursos naturais sem critérios adequados, aumentando o risco de exposição à doenças, o que atua negativamente na qualidade de vida da população (MIRANDA et al., 1994; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1995; BANCO MUNDIAL, 1998; WHO 1999).

A Organização das Nações Unidas (ONU) afirma no Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento de Recursos Hídricos (2021), que

“O consumo de água doce aumentou 6 vezes no último século e continua a avançar a uma taxa de 1% ao ano, fruto do crescimento populacional, do desenvolvimento econômico e das alterações nos padrões de consumo. Muitas regiões enfrentam a chamada escassez econômica da água: ela está fisicamente disponível, mas não há a infraestrutura necessária para o acesso. E isso em um horizonte cuja previsão de crescimento no consumo é de quase 25% até 2030”. (ONU, 2021).

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu primeira vez de forma clara através do relatório Our Common Future elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD e apresentado pela primeira-ministra norueguesa, Gro Harlem Brundtland na década de 1980: “É a forma como as atuais gerações satisfazem as suas necessidades sem, no entanto, comprometer a capacidade de gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (Brundtland *apud* Scharf, 2004, p.19).

O desenvolvimento sustentável foi explicado no documento como,

"um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e às aspirações humanas" (WCED, 1991, p.49).

A aparente simplicidade desta definição envolve reflexões devido a inter-relações atreladas ao desenvolvimento, demandas e oportunidades atuais e futuras, bem como todos os aspectos sociais, econômicos, culturais e ambientais no momento presente e também no futuro, tanto no âmbito global como nos regionais e locais (MALHEIRO; ASSUNÇÃO, 2000 apud BOOG; BIZZO, 2003).

Nesse âmbito, entende-se que para alcançar um desenvolvimento mais sustentável, a atividade econômica deve conciliar com a preservação do meio ambiente, respeitando sempre as dimensões econômica, social e ambiental.

## **2.2. Gestão de recursos hídricos**

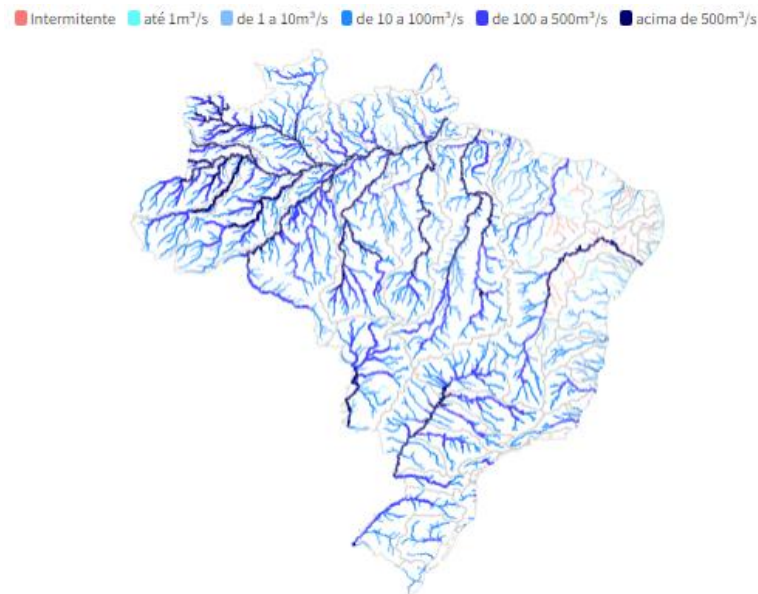
De acordo com um novo relatório elaborado pela ONU (2022) em conjunto com a Organização Mundial da Saúde (OMS), Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e o Banco Mundial, 25% da população mundial não possui acesso a água potável e a urbanização crescente em rápida escala, juntamente com as mudanças climáticas, são os maiores desafios para a crise da água no planeta. Maria Neira, diretora do Departamento de Meio Ambiente, Mudanças Climáticas e Saúde da OMS, ainda reitera que

“Temos que acelerar nossos esforços para garantir que todas as pessoas tenham acesso confiável à água potável – algo que é um direito humano, não um luxo”.

Para que ocorra o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos, a importância do uso racional da água deve ser sempre destacada e gerida pelos governos. O relatório da ONU ainda recomenda aos governos que “invistam de forma estratégica para alcançar o acesso universal à água potável e mitigar os efeitos das mudanças climáticas”.

O Brasil é a maior reserva hidrológica do mundo, detendo cerca de 12% da água doce superficial disponível no planeta. Além disso, o país possui aproximadamente 70% da área do maior reservatório de água doce subterrânea, o Aquífero Guarani, que possui em sua totalidade, 1,2 milhão de quilômetros quadrados. De acordo com o relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos de 2021 da Informação da Agência Nacional de Águas (ANA) a disponibilidade hídrica superficial em algumas regiões do Brasil chegam a serem maiores de 500 m<sup>3</sup>/s, já a água subterrânea, estima-se que a sua disponibilidade seja em torno de 13.205 m<sup>3</sup>/s. Esse demonstrativo de disponibilidade hídrica no país pode ser observado na figura abaixo:

**Figura 1: Distribuição hídrica no Brasil**



Fonte: Conjuntura dos Recursos Hídricos de 2021 da Informação -ANA (2022).

Mesmo com tamanha disponibilidade hídrica no território brasileiro, a sua distribuição não é igualitária para as populações. “Nós somos detentores de 12% da disponibilidade de água doce no mundo, mas essa água está em grande parte no Norte, Centro-Oeste e Sudeste. Ainda assim, não temos água em abundância em regiões metropolitanas ou temos a água, mas ela não é de boa qualidade”, detalha Jefferson Nascimento de Oliveira, professor na área de recursos hídricos da Universidade Estadual Paulista (EBC. Jade, L).

Como um exemplo prático da distribuição hídrica no Brasil, temos o estado de Minas Gerais. Segundo a diretora do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), Marília Melo, o estado concentra em seu território as nascentes de importantes rios federais: São Francisco, Paraná, Atlântico Leste e Atlântico Sudeste, o que lhe confere posição estratégica na gestão de recursos hídricos do país. Porém, nas áreas norte e nordeste do estado as populações enfrentam problemas com escassez hídrica.

Para preservar os corpos hídricos e garantir o acesso a eles, o Brasil terá de promover uma gestão eficiente, que busque a equalização inter-regional e intertemporal da água. Para a definição dos marcos regulatórios principais e da capacidade de suporte de cada bacia, é fundamental o conhecimento das necessidades dos diversos usuários e da capacidade de oferta e de renovação das fontes naturais (FREITAS, 1999).

Um dos passos dados pela legislação brasileira, objetivando a normatização quanto ao uso dos recursos hídricos, foi a criação da Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a

Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), política esta que se baseia no fundamento de que a água é um recurso natural finito, dotado de valor e é um bem de domínio público. A Lei discorre ainda que a gestão deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades sempre em prol do seu uso múltiplo. O art. 2º da lei supracitada, trata dos objetivos da PNRH, que são:

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

“...A água por ser um bem de domínio público, o governo federal e os governos estaduais e distrital são os responsáveis por regular o seu acesso e implementar uma série de instrumentos de gestão, promovendo o uso múltiplo e sustentável em benefício das atuais e futuras gerações” (ANA, 2021).

Para a gestão dos recursos hídricos no Brasil, foi instituído o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) que é composto por entes para deliberar e debater sobre a gestão e são responsáveis por implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos. Segundo o relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos, o SINGREH é composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), pela Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH), pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs), pelos órgãos gestores estaduais de recursos hídricos, pelos comitês de bacia hidrográfica (interestaduais e estaduais) e pelas agências de água.

Sendo um dos princípios centrais da PNRH, a gestão descentralizada, participativa e integrada deste recurso natural essencial para a vida da população (Brasil, 1997), foi alavancado um estímulo da participação direta da população, nos assuntos públicos referentes a regulamentação e negociações dos recursos hídricos através de fóruns coletivos, chamados de comitês de bacias hidrográficas. De acordo com a Agência Nacional das águas (ANA), “para reverter esse quadro e estabelecer acordos entre os múltiplos usos, são demandados arranjos institucionais que permitem a conciliação dos diferentes interesses e a construção coletiva das soluções”. Com isso, as sociedades passam a se organizar, em conformidade com as políticas públicas, para a correta tomada de decisão sobre o destino das águas e assim, enfrentar os conflitos gerados pelos seus usos.

“Os Comitês de Bacia Hidrográfica, entes do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, constituem o “Parlamento das Águas”, espaço em que representantes da comunidade de uma bacia hidrográfica discutem e deliberam a respeito da gestão dos recursos hídricos compartilhando responsabilidades de gestão com o poder público.” (GOV.BR - ANA). De acordo com o Observatório das águas, os comitês possuem como principais suas responsabilidades, aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia, arbitrar conflitos pelo uso da água, estabelecer instrumentos de gestão das águas e sugerir valores da cobrança pelo uso da água.

De acordo com Joy et al., 2008, a governança eficaz da água requer um ambiente político que promova a descentralização, interação e comprometimento dos departamentos governamentais relevantes e dos atores da sociedade civil, incluindo o setor privado.

Porém, para a OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2015, p. 77), o compartilhamento de responsabilidades referentes a governança geram falhas devido a fatores como a descentralização da gestão de recursos hídricos no Brasil é um “[...] assunto inacabado, tendo em vista que as responsabilidades foram transferidas de direito, mas não conseguiram ser implantadas de fato”.

Atualmente, um dos principais desafios para a operacionalização dos CBHs federais é justamente a compatibilização da gestão por bacias hidrográficas em um sistema federativo no qual os interesses estaduais não são sempre convergentes (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007. p.129).

### **2.3. Indicadores ambientais**

Historicamente, a primeira abordagem delineada para tratar desses problemas baseou-se na escola dominantes, herdada do cartesianismo assumido pela revolução newtoniana. Descartes, em seu Discurso do Método, que tem como ideia central “dividir para conhecer”, define em essência a proposição de repartir o problema em tantas partes quantas forem necessárias para possibilitar sua resolução pela simplificação do objeto (Bollmann, 2001, p.16)

A palavra indicador deriva da palavra latina *indicare*, que significa destacar ou revelar algo. Os indicadores são, portanto, informações simplificadas da realidade obtidas através da análise de, pelo menos, duas variáveis primárias (MAGALHÃES Jr, 2004).

Um indicador, segundo a Agência Europeia de Meio Ambiente (AEMA), é um valor representativo de um fenômeno que quantifica a informação mediante a agregação de diferentes dados, dando lugar à informação sintetizada. Os indicadores simplificam a informação ajudando a descrever e valorar fenômenos mais complexos (VIEIRAS et al., 2005). Merico

(1997 apud RUFINO, 2002) destaca ainda que os indicadores ambientais são usados para se ter um retrato da qualidade ambiental e dos recursos naturais, além de avaliar as condições e as tendências ambientais rumo ao desenvolvimento sustentável.

Os indicadores ambientais começaram a ser utilizados durante a década de 70 e 80, como resultado de esforços de governos e organizações internacionais na elaboração e divulgação dos primeiros Relatórios sobre o Estado do Ambiente, (FRANCA, 2001). O interesse pela construção de metodologias relacionadas a sistemas de indicadores de sustentabilidade tem sido fortemente influenciado pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS) das Nações Unidas, bem como pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), associado ao contexto global da degradação ambiental (CALLADO, 2010).

Conforme Zanella et al (2004), os indicadores ambientais auxiliam na definição da natureza e do tamanho dos problemas ambientais.

Desta maneira, a elaboração de indicadores que traduzam todos esses aspectos, de forma a promover o diálogo entre os diversos interesses envolvidos, é considerada uma ferramenta para auxiliar a tomada de decisões (JUNIOR, 2007).

Segundo Miranda (2012), a aplicação de indicadores pode ser uma ferramenta para refletir se os governos municipais são capazes de responder às pressões existentes nos municípios relacionadas aos mananciais. É possível perceber quais são as deficiências locais, fazer comparações entre diferentes situações a fim de aumentar a conscientização e a efetivação da gestão de recursos hídricos, inclusive auxiliando a escolha na prioridade de investimentos.

A escolha dos indicadores ambientais é fator preponderante para sua posterior aplicação. As propriedades que devem caracterizar os indicadores, segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (1993, apud ALMEIDA; BRITO, 2002), são:

- Relevância: deve ser representativo, de fácil compreensão e comparável;
- Consistência: deve ser bem apoiado em termos técnicos e científicos e de consenso internacional;
- Mensurabilidade: deve ser facilmente mensurável e passível de monitoramento regular a um custo não excessivo.

De acordo com Magalhães Jr. (2010), os indicadores devem possuir certas qualidades que justifiquem sua escolha: (a) simplicidade, (b) nível de acessibilidade social (compreensão por diferentes segmentos da sociedade), (c) objetividade, (d) flexibilidade, (e)



relevância, (f) base técnico-científica, (g) condições analíticas, (h) mensurabilidade, (i) disponibilidade (fácil aquisição, em escalas temporais e custos aceitáveis), (j) qualidade dos dados e (l) comparabilidade com outros indicadores, sendo essa última especialmente útil na busca por referências para a determinação de metas (HAMILTON, 1996 apud MAGALHÃES JR., 2010). Segundo Hammond et al. (1995), os indicadores são o resultado da coleta de dados primários e de dados analisados, conforme mostra a Figura 3, que apresenta a pirâmide da informação discutida pelo

**Figura 1: Pirâmide da Informação**



Fonte: Hammond *et. al.* (1995)

Diversos estudos e metodologias relacionados com o uso dos indicadores voltados para a gestão de recursos hídricos foram desenvolvidos em diversas pesquisas. Silva et al (2017) elaborou um Índice de Qualidade da Água Normalizado (IQAN) que integrou informações do estado da água na bacia hidrográfica do rio Uma e que pode ser adaptado de acordo com condições financeiras e disponibilidade de informações de áreas de estudo. Guimarães e Magrini (2008) propuseram um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável aplicado às bacias hidrográficas do Brasil.

Foi desenvolvido por Maranhão (2007) um sistema de indicadores visando o planejamento e gestão dos recursos hídricos de bacias hidrográficas, a partir de uma estrutura lógica alicerçada nas dimensões de disponibilidade, usos, vulnerabilidade e gestão.

Carvalho, Curi, Carvalo e Curi (2011) elaboraram uma proposta com 51 indicadores, objetivando verificar o nível de sustentabilidade hidroambiental dos municípios localizados na sub-bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Paraíba, PB. Em 2013, Carvalho e Curi utilizaram ainda uma metodologia com base na análise multicritério para identificar a situação hidroambiental dos municípios paraibanos.

Objetivando diagnosticar as condições da bacia hidrográfica do Médio Tocantins onde foi construída a Usina hidrelétrica Luiz Eduardo Magalhães, Tundisi (2006) apontou os indicadores que condicionam a preservação da qualidade da bacia hidrográfica e que podem influir tanto na qualidade como na quantidade dos recursos hídricos.

Foi desenvolvido um conjunto de indicadores de sustentabilidade para gestão dos recursos hídricos (CISGRH) na Unidade de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré (CBH-TJ) em 2007 por Corrêa. A metodologia utilizada para seleção dos indicadores contempla entre outras etapas a consulta aos membros do comitê e especialistas.

Em Minas Gerais, Viola et al (2016) analisou os indicadores de qualidade das águas superficiais da bacia do Rio Doce, onde foram investigados 50 parâmetros monitorados pelo Projeto Águas de Minas do Instituto Mineiro de Gestão das Águas e sua correlação para 36 estações de amostragem. O objetivo do trabalho foi subsidiar propostas de conservação e manejo da bacia em estudo. Silva et. al, no município de Oliveira (MG) em 2017, realizaram a avaliação da ocupação da sub-bacia Córrego dos Bois, utilizando a cobertura do solo como um indicador para a gestão do recurso hídrico.

A partir dos modelos destacados acima e de outras pesquisas estudadas, observa-se que existem várias metodologias para estudo e análise de gestão de recursos hídricos através de indicadores, porém é perceptível de que existe uma dificuldade no gerenciamento e definição de quais indicadores são os mais bem utilizados para tal contexto. De acordo com Kemerich et al (2014), um dos maiores desafios enfrentados na quantificação ou qualificação da sustentabilidade consiste na elaboração de metodologias adequadas que permitam avaliar a sustentabilidade de realidades locais, regionais ou nacionais, posto existirem diferentes características e peculiaridades inerentes aos aspectos sociais, econômicos, ambientais, culturais e institucionais.

Torna-se fundamental a atividade de planejamento para a definição de um indicador capaz de reduzir o número de parâmetros e medidas sobre o meio, pois este é um processo que exige agilidade e eficiência no emprego de recursos, sendo inaceitável a medição de todas as variáveis ambientais (SALDANHA, 2007).

### **2.3.1 A metodologia PER, PEIR e FPEIR**

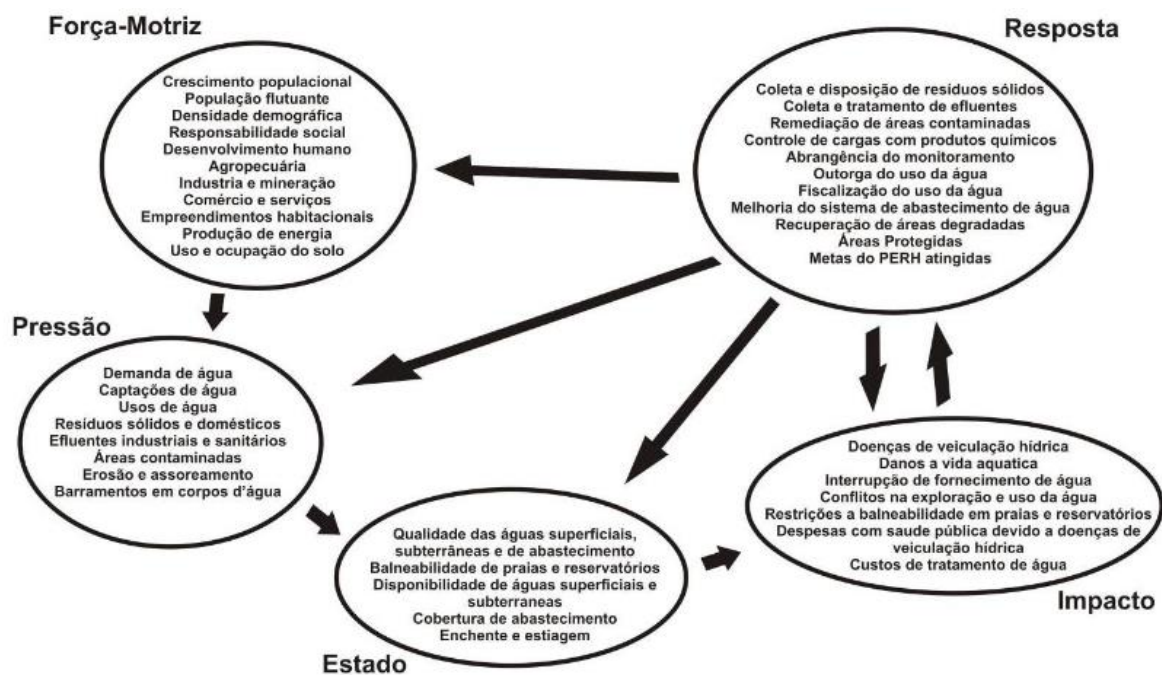
O modelo PER (Pressão-Estado-Resposta) foi idealizado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), utilizado para apresentação de estatísticas e indicadores ambientais. De acordo com o método, as atividades humanas exercem pressão sobre o ambiente alterando a qualidade e a quantidade de recursos naturais, ou seja,

alterando o seu estado, e a sociedade responde a essas mudanças mediante políticas ambientais, econômicas ou setoriais (OCDE,1993). Com isso, o modelo passa a ser um marco ordenador para apresentação de indicadores ambientais, evidenciando as pressões das atividades humanas sobre o meio ambiente, e assim, auxiliando na percepção e na interdependência entre as questões ambientais e as outras esferas da sociedade (PNUMA, 2007).

A Agência de Proteção do Ambiente Norte-Americana (EPA) através de estudos na área de indicadores e índices ambientais, inseriu o Efeito (ou Impacto) como nova categoria de indicadores na metodologia PER. Esta categoria utiliza indicadores para avaliar as relações existentes entre variáveis de pressão, estado e resposta aumentando a eficiência para gestão de política ambiental (KRAEMER, 2004).

Através das metodologias apresentadas anteriormente (PER e PEIR), a PNUMA propôs um novo modelo causal para descrever as interações entre a sociedade e o meio ambiente, o modelo DPSIR, (Driving forces, Pressures, State of the environment, Impact, Responses) no Brasil conhecido como FPEIR (Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta), no qual dispõe que uma força matriz, as atividades humanas, exercem pressão sobre o ambiente que mudará o seu estado inicial. Conseqüentemente, diversos impactos serão gerados, como na saúde humana e em ecossistemas, o que levará a adoção de medidas de resposta. A Figura 03 demonstra a estruturação do modelo supracitado e seus componentes.

**Figura 03: Estrutura de indicadores adaptada do modelo FPEIR**



Fonte: SMA/CRHi, 2009

## 2.4. Caracterização do município

O município de Montes Claros possui uma área de 3.568,941 km<sup>2</sup> e conta com população estimada de 404.804 habitantes. A densidade demográfica é de 101,4 habitantes por km<sup>2</sup> no território do município (BRASIL, 2018). Situa-se no Norte de Minas Gerais, mais precisamente na Bacia do Alto Médio São Francisco. Em relação ao relevo, possui boa parte do terreno constituída por morros de calcário, pertencentes ao planalto residual do São Francisco. A parte mais baixa e plana é denominada de depressão São Francisco. O relevo caracteriza-se por feições onduladas (60%), planas (30%) e montanhosas (10%). O ponto central da cidade tem uma altitude média de 655,21 metros (TOLMASQUIM, 2009).

Em relação ao clima, destaca-se o clima subúmido-úmido e subúmido-seco, com temperatura média anual de 24,20°C e índice médio pluviométrico anual de 1.074 mm. Encontra-se inserida na sub-bacia hidrográfica do Rio Verde Grande e na bacia do Rio São Francisco. A vegetação dominante é o cerrado, além de trechos de transição com a caatinga (VELOSO; NERY, 2011).

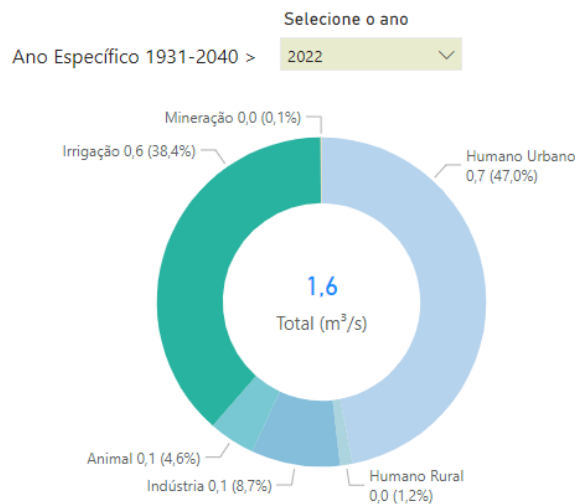
No contexto hidrológico, na porção sudeste da área, encontra-se a zona das cabeceiras do Rio Macaúbas, um afluente da bacia do Rio Jequitinhonha. O vale do Rio Verde Grande constitui a principal drenagem a nível regional. Seu principal afluente é o Rio Juramento, que serve de reservatório para o abastecimento de água da cidade. O Sistema de Abastecimento de Água do município é realizado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e é constituído principalmente por captações superficiais. A sua principal fonte de abastecimento é a Barragem de Juramento que, de acordo com a Companhia, atingiu níveis críticos e conseqüentemente dificultou o fornecimento de água para a população. Ainda segundo a prestadora, a cidade de Montes Claros tem uma demanda de água próxima de 1000L/s. Porém, atualmente, a distribuição está cerca de 20% abaixo da demanda (ARSAE, 2017).

Além das medidas emergenciais adotadas, a Companhia está realizando estudos e planejamentos para suprir as necessidades hídricas do município. A obra do Rio Pacuí é um exemplo de aplicação. Caracteriza-se como um projeto para fornecer água e complementar o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Montes Claros. A obra contempla dois quilômetros de adutora de água bruta captada no rio Pacuí, no município de Coração de Jesus, até uma Estação de Tratamento de Água (ETA), de onde segue, através de 54 quilômetros de redes, para o reservatório de distribuição em Montes Claros (COPASA, 2018).

De acordo com o levantamento realizado no relatório dos Usos Consultivos da Água no Brasil realizado pela ANA, a retirada de água média anual para a cidade de Montes Claros no

ano de 2022 foi de 1,6 m<sup>3</sup>/s, sendo 47,0% destinadas a população urbana e 1,2% de sua disponibilidade na região foi para a população rural. Para dessedentação animal foram retirados 4,6% e para fins comerciais, a utilização da água para a irrigação atingiu um percentual de 38,4%, seguida da indústria com um uso de 8,7% e por fim a atividade minerária que atingiu 0,1%, conforme demonstrado no Gráfico 1 que segue:

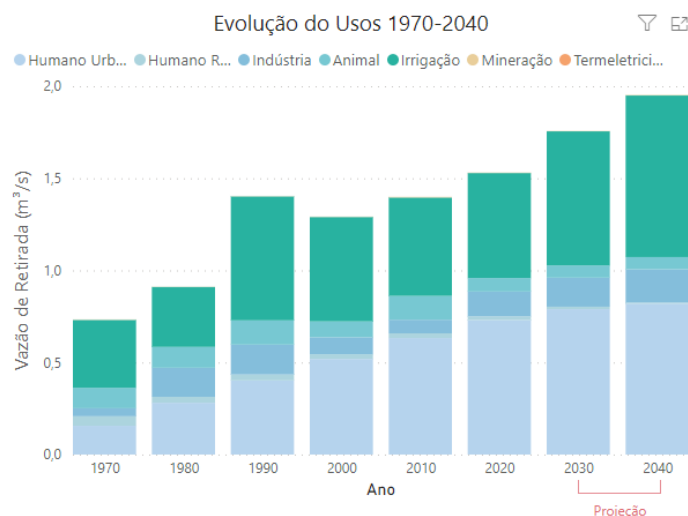
**Gráfico 1: Usos setoriais da água em Montes Claros (MG) – Retirada média anual (m<sup>3</sup>/s).**



Fonte: Usos consultivos da Água no Brasil realizado, ANA (2022).

Tendo como base os tipos de uso, foi analisado também pelo relatório, a evolução da vazão de retirada de água (m<sup>3</sup>/s) em Montes Claros dos anos de 1970 a 2040, conforme Gráfico 2 a seguir:

**Gráfico 2: Evolução dos usos em Montes Claros (MG) – 1970 a 2040.**



Fonte: Usos consultivos da Água no Brasil, ANA (2022).

### **3. METODOLOGIA**

Neste estudo, foi adotado o enfoque da pesquisa bibliográfica, que consiste na busca e investigação de informações sobre um tema específico, por meio de uma análise abrangente de bases de dados nacionais e estrangeiras. O propósito foi identificar tanto o consenso quanto as questões controversas no estado atual da literatura especializada.

Para tanto, foi constituído em um estudo bibliográfico sistemático acerca dos temas gestão ambiental, desenvolvimento sustentável e indicadores ambientais, mediante pesquisa bibliográfica e em base de dados do Portal CAPES, do Google Acadêmico e do Scielo, usando como descritores as palavras gestão ambiental, indicadores ambientais, recursos hídricos, semiárido norte mineiro e desenvolvimento sustentável, não se fazendo restrição aos idiomas espanhol, inglês e francês.

Sampaio; Mancini (2007) descrevem a revisão sistemática como uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema, definindo seu método como: uma pergunta clara, a definição de uma estratégia de busca, o estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão dos estudos e uma análise criteriosa da qualidade da literatura selecionada.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para apoiar a gestão dos recursos hídricos na região de Montes Claros, Minas Gerais, foram escolhidos indicadores fundamentados nas características principais da região em estudo (Quadro 1), e na metodologia adotada para a gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo. Tal escolha partiu do pressuposto de que o gerenciamento dos recursos hídricos está diretamente relacionado com o gerenciamento de conflitos sociais, econômicos e políticos e, devido à complexidade desses conflitos, deve ser entendido como um processo contínuo que requer atualizações a respeito de métodos e procedimentos mais adequados à sua eficácia.

Quadro 1. Lista de indicadores ambientais propostos para a gestão dos recursos hídricos no município de Montes Claros, Minas Gerais.

CATEGORIA	TEMA	INDICADOR	PARÂMETRO
Força-Motriz	Dinâmica demográfica e social	Crescimento populacional	Taxa geométrica de crescimento anual (TGCA) (% a.a.)
		Densidade demográfica	Densidade demográfica: hab/km <sup>2</sup>
			Taxa de urbanização (%)
	Dinâmica econômica	Agropecuária	Exploração animal - Bovinocultura (Corte, leite, Mista) (nº de animais)
			Exploração animal - Avicultura (Corte, Ovos) (nº de animais)
			Exploração animal - Suinocultura (nº de animais)
		Indústria e mineração	Quantidade de estabelecimentos industriais (nº)
			Quantidade de estabelecimentos de mineração em geral (nº)
		Comércio e serviços	Quantidade de estabelecimentos de comércio (nº)
			Quantidade de estabelecimentos de serviços (nº)
		Produção de energia	Potência de energia hidrelétrica instalada (KW)
			Área inundada por reservatórios hidrelétricos (km <sup>2</sup> )
	Pressão	Usos da água	Demanda da água
Demanda de água superficial (m <sup>3</sup> /s)			
Demanda de água subterrânea (m <sup>3</sup> /s)			
Tipos de uso da água		Demanda urbana de água (m <sup>3</sup> /s)	
		Demanda industrial de água (m <sup>3</sup> /s)	
		Demanda rural de água (m <sup>3</sup> /s)	
		Demanda para outros usos de água (m <sup>3</sup> /s)	

			Demanda estimada para abastecimento urbano (m3/s)
	Captações de água	Captações de água	Quantidade de captações superficiais em relação à área total da bacia (nº de outorgas/ 1000km2)
			Quantidade de captações subterrâneas em relação à área total da bacia (nº de outorgas/ 1000km2)
			Proporção de captações superficiais em relação ao total (%)
			Proporção de captações subterrâneas em relação ao total (%)
	Produção de resíduos sólidos e efluentes	Resíduos sólidos	Quantidade de resíduo sólido domiciliar gerado (ton/dia)
		Efluentes industriais e sanitários	Carga orgânica poluidora doméstica remanescente (kg DBO/dia)
		Contaminação ambiental	Quantidade de áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água (nº)
			Ocorrência de descarga/derrame de produtos químicos no solo ou na água (nº de ocorrências/ano)
	Interferência em corpos d'água	Erosão e assoreamento	Quantidade de voçorocas em relação à área total da bacia (nº/km2)
		Barramentos em corpos d'água	Quantidade de barramentos hidrelétricos (nº)
			Quantidade de barramentos (nº)
Estado	Qualidade das águas	Qualidade das águas superficiais	QA-Índice de Qualidade de Água
			IAP-Índice de Qualidade de Água para Abastecimento Público
			IVA-Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática
			IET-Índice de Estado Trófico
			Proporção de amostras com OD acima de 5 mg/l (%)
		Qualidade das águas subterrâneas	Proporção de amostras com nitrato acima de 5 mg/l (%)
			Proporção de amostras desconformes em relação aos padrões de potabilidade da água (nº/ano)
	Disponibilidade das águas	Disponibilidade de águas superficiais	Disponibilidade per capita - Qmédio em relação à população total (m3/hab.ano)
		Disponibilidade de águas subterrâneas	Disponibilidade per capita de água subterrânea (m3/hab.ano)
		Abastecimento de água	Índice de atendimento de água (%)
	Balanço	Balanço Demanda X Disponibilidade	Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao Q95% (%)
Demanda total (superficial e subterrânea) em relação ao Qmédio (%)			



			Demanda superficial em relação a vazão mínima superficial (Q7,10) (%)
			Demanda subterrânea em relação as reservas explotáveis (%)
Impacto	Saúde pública e ecossistemas	Doenças de veiculação hídrica	Incidência anual de esquistossomose autóctone (n° de casos/100.000 hab.ano)
Resposta	Controle de poluição	Coleta e disposição de resíduos sólidos	Proporção de resíduo sólido domiciliar disposto em aterro enquadrado como ADEQUADO (%)
			IQR - Proporção de municípios com IQR enquadrado como ADEQUADO
		Coleta e tratamento de efluentes	Proporção de efluente doméstico coletado em relação ao efluente doméstico total gerado (%)
			Proporção de efluente doméstico tratado em relação ao efluente doméstico total gerado (%)
			Proporção de redução da carga orgânica poluidora doméstica (%)
			ICTEM - Proporção de municípios com ICTEM classificado como BOM
	Controle da contaminação ambiental	Proporção de áreas remediadas em relação às áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água (%)	
		Quantidade de atendimentos a descarga/derrame de produtos químicos no solo ou na água (n° ocorrências/ano)	
	Controle da exploração e uso da água	Outorga de uso da água	Vazão total outorgada para captações superficiais (m3/s)
			Vazão total outorgada para captações subterrâneas (m3/s)
			Quantidade outorgas concedidas para outras interferências em cursos d'água (n°)
			Vazão outorgada para usos urbanos / Volume estimado para Abastecimento Urbano (%)
	Controle de erosão e assoreamento	Áreas protegidas	Quantidade de unidades de conservação (UC) (n°)

Fonte: FERRAZ et al. (2013).

Esse conjunto de indicadores foi proposto após o entendimento de que são capazes de fornecer subsídios para a tomada de decisões a partir do monitoramento do processo de desequilíbrio ambiental ocasionado pela má gestão dos recursos hídricos em uma região que, naturalmente, já apresenta notória escassez de tais recursos.

A escolha de indicadores relacionados as dinâmicas demográfica, social e econômica se deu ao fato de que, embora o uso doméstico, por sua vez, representa apenas 18% do consumo total de água no país, existe uma demanda crescente de água destinada à produção de commodities, especialmente soja e carne (CARMO et al., 2007). Apesar de representar uma proporção menor em volume, é nas áreas urbanas que ocorrem as tomadas de decisão que têm um impacto direto no consumo de água. Portanto, atualmente, são as demandas originadas das regiões urbanas que estabelecem as diretrizes gerais para as atividades produtivas agropecuárias e industriais, definindo padrões de produção e consumo particulares.

Ao levar em consideração o consumo de água nas regiões urbanas, observa-se uma tendência de aumento na demanda em termos de volume. Esse crescimento é resultado da combinação de dois fatores: o aumento do número de residências a serem atendidas, o que é de extrema importância para a ampliação dos serviços de abastecimento a toda a população, garantindo melhores condições de vida e saúde; e o aumento do consumo per capita, que está principalmente ligado à maior capacidade econômica das famílias (CARMO; DAGNINO; JOHANSEN, 2014).

Devido a essa crescente demanda pela água no país, os indicadores dos tipos de uso da água e do quantitativo referente a sua captação, também foram temas propostos para compor a listagem dos indicadores para a gestão dos recursos hídricos no município. Os usos consultivos da água no Brasil são setorizados pela Agência Nacional das Águas (ANA) e ocorrem principalmente para irrigação, abastecimento humano (urbano e rural), abastecimento dos rebanhos, indústria, geração termelétrica e mineração. A vazão de retirada é de 1.947,55 m<sup>3</sup>/s  $\approx$  61,46 trilhões de litros/ano de usos setoriais, de acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico em 2020.

A ANA ainda estima que acontecerá um aumento de 42% das retiradas de água nos próximos 20 anos (até 2040), passando de 1.947 m<sup>3</sup>/s para 2.770 m<sup>3</sup>/s, um incremento de 26 trilhões de litros ao ano extraídos de mananciais, principalmente por parte da irrigação devido as mudanças climáticas que vem acontecendo, e que conseqüentemente tende a acelerar alguns usos. A partir desses dados, observa-se que é de suma importância que estudos e ações de planejamento sejam elaborados para que a captação de água para os diversos usos não proporcione crises hídricas e que seja garantida a segurança hídrica na região e em todo o país.

A proposição dos indicadores relacionados a produção de resíduos sólidos e efluentes e a interferência em corpos d'água foram outros temas escolhidos por estarem diretamente ligados a processos de desequilíbrio ambiental. Na atualidade, em consequência do

desenvolvimento industrial, crescimento da população e da crescente adoção de novos padrões de consumo, juntamente com a falta de conhecimento, interesse e sensibilidade da sociedade frente ao meio ambiente, fez ocorrer uma desenfreada produção de “resíduos sólidos urbanos” (DO VALLE et al., 2013).

O lançamento de efluentes nos corpos d’água, predominantemente de esgotos domésticos, indisponibiliza a água para outros usos devido à poluição hídrica. O déficit de coleta e tratamento de esgotos nas cidades brasileiras tem resultado em uma parcela significativa de carga poluidora chegando aos corpos d’água, trazendo implicações negativas à saúde da população e dos ecossistemas aquáticos e aos usos múltiplos dos recursos hídricos (ANA, 2022).

De acordo com Afonso et al. (2019), Montes Claros, cidade polo da região norte mineira (Brasil), com os seus mais de 150 anos, vem, nos últimos anos, acompanhando o que está ocorrendo em todo o país, apresentando um forte e célere processo de desenvolvimento e expansão, com intenso crescimento em diversos setores da economia, donde surge a necessidade de ser ter uma boa infraestrutura como, estradas, rodovias, ferrovias, portos, aeroportos, habitação, instituições de ensino, hospitais, saneamento básico, comércios em geral. Com isso, presume-se de que, juntamente com tal crescimento, o município tende a produzir ainda mais resíduos sólidos e efluentes, impactando de maneira significativa o meio ambiente e os recursos hídricos.

A interferência em corpos d’água como a construção de barramentos e a concentração de erosão e assoreamento provocam alterações significantes nos recursos hídricos. Segundo Thomann; Mueller (1987), a presença de reservatórios artificiais, construídos para diversos fins (controle de cheias, abastecimento de água, irrigações, piscicultura, recreação e lazer, navegação e geração de energia elétrica), altera o fluxo natural das águas e por conseguinte, pode alterar também a sua qualidade.

O assoreamento dos rios, assim como a diminuição do volume de água e o aumento da poluição e da contaminação de mananciais, é ocasionada principalmente pelo incorreto uso do meio. A atividade agrícola, juntamente com a irrigação, é a segunda maior atividade que faz mais uso de água em Montes Claros, o que repercute diretamente nos recursos hídricos da região. Além disso, o uso de agroquímicos e da mecanização agrícola, o desmatamento indiscriminado e a poluição dos recursos hídricos aceleram o processo de assoreamento dos rios, assim como gera outros problemas ambientais, afetando a saúde, a segurança e o bem-estar da população.

A qualidade da água, a sua disponibilidade e o balanço entre a demanda versus disponibilidade são temas também apresentados no trabalho para estudo do estado inicial de um recurso hídrico. O fornecimento de informações referente a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no território nacional é realizado através do monitoramento hidrológico por uma rede de estações pluviométricas e fluviométricas espalhadas pelo país e via satélite. A segurança hídrica existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias (ANA, 2022).

Sob essa ótica, o conhecimento sobre a disponibilidade hídrica, a capacidade de armazenamento de água e abastecimento são pontos de muita relevância, visto que a vida como um todo depende da água. Porém, devido ao comportamento recente das chuvas e vazões no país, a preocupação com essa quantidade disponível está em crescente escala. De acordo com a ANA (2022), na última década, observou-se uma redução significativa das vazões observadas em grande parte dos mananciais do Brasil, especialmente no período entre os anos de 2014 e 2017, e no ano de 2020.

A disponibilidade da água para seus diversos usos é resultado das características da bacia hidrográfica e pode ser afetada pela presença de infraestrutura hídrica, poluição e eventos críticos relacionados ao clima (ANA, 2022).

Ter água disponível é importante, porém a água de qualidade também é importante. A qualidade da água superficial e subterrânea é um fator que determina sua disponibilidade para diversos usos, tais como o abastecimento humano, recreação, produção de alimentos e a indústria (ANA, 2022). De acordo com o relatório denominado Sede de Futuro: Água e Crianças num clima em mudança da Unicef (2017), quase 663 milhões de pessoas no mundo não têm acesso a recursos hídricos adequados e 946 milhões de pessoas praticam defecação a céu aberto.

De acordo com Magalhães e Magalhães (2008), estudos têm demonstrado que entre os grandes desafios a serem enfrentados pelas futuras gerações é a disponibilidade de água de boa qualidade para consumo humano e para produção de alimentos, pois, são grandes os impactos decorrentes do seu mau uso, causando problemas de esgotamento e de contaminação dos mananciais de abastecimento humano.

O planejamento ambiental com o estabelecimento de prioridades para a operacionalização dos recursos hídricos são ações de grande importância para uma

minimização dos inúmeros impactos gerados nos ecossistemas e na saúde pública pelo crescimento populacional. A proposição de indicadores de impacto para estudo de doenças de veiculação hídrica é um importante indicador de sustentabilidade ambiental e social de uma população, e, portanto, são apresentados como os indicadores de saúde pública e ecossistemas no presente trabalho.

De acordo com Branco, Azevedo e Tundisi (2006, p. 251), as doenças associadas à água podem ser classificadas em quatro categorias: 1) Doenças com origem na água (organismos que se desenvolvem na água): cólera, febre tifóide e disenteria; 2) Doenças produzidas por água contaminada a partir de organismos que não se desenvolvem na água: tracoma e leishmaniose; 3) Doenças relacionadas a organismos cujos vetores se desenvolvem na água: malária, fileriose, febre amarela e dengue; e 4) uma outra categoria pode ser incluída: doenças dispersadas pela água. De acordo com o relatório da Unicef (2017), mais de 800 crianças abaixo dos 5 anos de idade morrem diariamente de diarreia, que advém de condições impróprias da água, saneamento e higiene.

Para tal, algumas medidas de resposta precisam ser indicadas para o estudo, a fim de tentarem minimizar os efeitos supracitados provocados nos recursos hídricos do município. Os indicadores propostos para a categoria de resposta foram os de controle, sendo eles de poluição, da exploração e uso da água e da erosão e assoreamento.

O controle da poluição no município pode ser realizado através do controle eficaz dos resíduos sólidos, envolvendo sua coleta e disposição final, a coleta e o tratamento de efluentes e por fim, o controle da contaminação ambiental por derrame de produtos químicos, ou outros poluentes, no solo ou na água.

Para minimizar os efeitos negativos ao ambiente, é fundamental realizar um gerenciamento adequado dos resíduos sólidos produzidos pela população, portanto, a coleta seletiva se configura como uma alternativa ambientalmente correta e sustentável de reciclagem do lixo, pois diminui o volume de depósito dos resíduos nos aterros, e evita-se o descarte em locais inapropriados que degradam o meio ambiente (ROCHA, 2012).

Referente a coleta e o tratamento de efluentes, Barros *et. al* (1995) afirmam que com a construção do sistema de tratamento de esgoto em uma comunidade procura-se atingir vários objetivos. Dentre eles, a melhoria das condições sanitárias locais, a conservação dos recursos hídricos naturais, a eliminação dos focos de poluição e contaminação e a redução de doenças ocasionadas pela água contaminada por dejetos.

O indicador de controle da exploração e uso da água pode ser aplicado no município a partir das análises das vazões das outorgas de direito de usos da água cedidas pelo IGAM. A outorga é um instrumento legal que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos. Por isso, a correta gestão da quantidade de água disponível liberada para uso populacional e de empresas é de extrema importância, o que garante um melhor balanço hídrico no país.

Conforme Schwartzman, Nascimento e Sperling (2002), a concessão do direito de uso tem sido o mecanismo utilizado para resolver essas questões, distribuindo os recursos hídricos disponíveis entre os usuários e regularizando as barragens construídas de maneira irregular e clandestina. Os autores também destacam a necessidade de aprimorar os critérios de concessão, por meio de estudos mais detalhados e específicos nas diversas bacias hidrográficas do estado. Isso envolve a adoção de novas referências de vazão, investigações sobre vazões residuais e considerações sobre a sazonalidade das vazões a serem concedidas, levando em conta os diversos usos dos recursos hídricos.

Por fim, tem-se o último tema de resposta, o controle de erosão e assoreamento. O indicador proposto nesse tema para atribuição à uma melhor gestão dos recursos hídricos do município foram as análises das áreas protegidas, onde são analisadas o quantitativo de unidades de conservação no território.

As unidades de conservação possuem um papel vital na conservação dos recursos hídricos. Portanto, a discussão sobre essas áreas é extremamente importante quando se fala em preservação ambiental. No Brasil, vários são os ecossistemas que merecem atenção especial em função das ameaças constantes advindas das atividades econômicas que modificam os espaços rurais e urbanos (SILVA, 2007; BRASIL, 2010a).

## 5. CONCLUSÕES

A crescente demanda pelos recursos naturais, principalmente pelo uso da água, juntamente com a dependência do ecossistema, da sociedade, do clima, da biodiversidade e da economia pelos recursos hídricos, faz com que seja imprescindível de que haja uma correta gestão desse bem natural. Os indicadores ambientais constituem então como um instrumento que fornecem subsídios para a tomada de decisões, no qual devem possibilitar uma visão ampla das dimensões ambientais, sociais e econômicas, que um dado recurso hídrico abrange, a fim de que aconteça o desenvolvimento, porém com o princípio de uma sociedade sustentável.

A proposta pelos indicadores ambientais para a gestão dos recursos hídricos em Montes Claros (MG) é de suma importância para o município visto que, com a sua aplicação, as informações de caráter técnico e científico serão sistematizadas, o que facilitará o monitoramento, a avaliação periódica, a formulação de nossos processos e meios para uma gestão sustentável, além do que irá gerar uma informação que será mais facilmente compreendida por parte de gestores, políticos, grupos de interesse e público em geral.

Importante salientar que, através do presente trabalho, novos estudos para a região supracitada podem ser elaborados através da atribuição de valores e aplicação prática dos indicadores ambientais propostos, afim de observar a real conjuntura dos recursos hídricos do município e auxiliar ainda mais em sua gestão sustentável.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

\_\_\_\_\_. Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n.º 306/2002**. Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais. Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98306>>. Acesso em: 26 out. 2022

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA, 2022. Disponível em: < <http://snirh.gov.br/usos-da-agua/>>. Acesso em: 31 out. 2022.

AFONSO *et al.* **Gerenciamento dos resíduos sólidos de construção civil na cidade de Montes Claros (MG)**. IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2019. Disponível em: < <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/VII-053.pdf> >. Acesso em 05 nov. 2022.

ALBUQUERQUE, B. P. **As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental**. Rio de Janeiro, RJ: Fiocruz, 2007.

BOOG, E.G.; BIZZO, W.A. **A utilização de indicadores ambientais como instrumento para gestão de desempenho ambiental em empresas certificadas com a ISSO 14001**. In: X SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Anais..., Bauru, São Paulo, Brasil, 2003.

BRANCO, S. M.; AZEVEDO, S. M. F. O; TUNDISI, J. G. **Água e saúde humana**. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escritura Editora, 2006.

CALLADO, A. L. C. **Modelo de mensuração de sustentabilidade empresarial: uma aplicação em vinícolas localizadas na Serra Gaúcha**. Tese de Doutorado –Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010, p.216.

CARMO, R. L.; OJIMA, A. L. R. O.; OJIMA, R.; NASCIMENTO, T. T. Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande “exportador” de água. **Ambiente e Sociedade**, v. X, p. 83-96, 2007.

CARMO, R.L.; DAGNINO, R.S.; JOHANSEN, I.C. Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, v. 31, n.1, p. 169-190, 2014.

CARVALHO, J. R. M.; CURI, W. F.; CARVALHO, E. K. M. A.; CURI, R. C. **Indicadores de sustentabilidade hidroambiental: um estudo na região do alto curso do Rio Paraíba, PB**. Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, ano23, n.2, p.295-310, mai./ago., 2011.

CARVALHO, J. R. M.; CURI, W. F.; CURI, R. C. **Uso da análise multicritério na construção de um índice de sustentabilidade hidroambiental: estudo em municípios paraibanos**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, Taubaté, v.9, n.2, p.3-26, 2013.

CORDULA, E.B.L. **Educação Socioambiental na Escola**. Cabedelo, PB: EBLC, 2012, 98p.



DO VALLE, J.; BRAZ, E. M. Q.; SANTOS, C. L. **Resíduos Sólidos Urbanos**. São Paulo (SP), 2013. Disponível em: < <http://www.unisantabr/revistaceciliana>>. Acesso em: 03 nov. 2022.

FERRAZ, I.C. *et al.* **Indicadores ambientais para gestão de recursos hídricos do estado de São Paulo**. São Paulo (SP), 2013.

GUIMARÃES, L. T., MAGRINI, A. A, 2008. **A proposal of indicators for sustainable development in the management of river basins**. *Water Resources Management* 22, 1191-1202.

HAMMOND, A. *et al.* **Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development**. World Resources Institute, Washington DC, 50. 1995.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Base Estatcart de Informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por Setor ensitário. IBGE, Rio de Janeiro. 2012.

JADE, L. **Onde está a água no Brasil?**. Especiais – Água. EBC. 2018. Disponível em: <<https://www.ebc.com.br/especiais-agua/agua-no-brasil>> Acesso em: 28 out. 2022.

KEMERICH, P. D. C; RITTER, L.G; BORBA, W, F; **Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações**. *Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria*. V. 13, N. 5, p. 3723-3736, 2014.

KRAEMER, M. E. P. **Indicadores ambientais como sistema de informação**. In: XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção. Florianópolis, SC, Brasil, 2004. Anais eletrônicos. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2004. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004\\_Enegep1002\\_0087.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep1002_0087.pdf)>. Acesso em 02 nov.2022.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

MAGALHÃES JR, A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos** 2ª ed. -Realidade e Perspectivas para o Brasil a Partir da Experiência Francesa. Rio de Janeiro, RJ. Ed. Bertrand Brasil, 2010.

MAGALHÃES Jr, A. P.; **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: Realidade e Perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 2004. 688p.

MAGALHÃES, A. P. J. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: Realidade e perspectiva para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MAGALHÃES, S. C. M; MAGALHÃES, R. M. **A gestão do saneamento em Montes Claros-MG e sua relação com a degradação ambiental do Rio Vieira**. 2008. Disponível em: < <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/76.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2022.

MIRANDA, W. W.; DOADO, A. J.; ASSUNÇÃO, J. V. **Doenças respiratórias crônicas em quatro municípios paulistas**. Campinas: Ecoforça; 1994.

- MIRDANDA, G.M.; **Indicadores do potencial de gestão municipal de recursos hídricos**. 2012. 96 f. Dissertação - (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/95644>>. Acesso em: 27 out. 2022.
- OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Comissão Brundtland. (1987). **Towards Sustainable Development — Indicators to Measure Progress**. In: OCDE Rome Conference.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT - OCDE, 1993. Organization for economic cooperation and development: coresets of indicators for environmental performance reviews; a synthesis report by the group on the state of the environment. Paris: OCDE, 1993.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). Projeto Geo Cidades: Relatório ambiental urbano integrado - Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.
- Rocha, D. L. **Uma análise da coleta seletiva em Teixeira de Freitas – Bahia**. Revista Caminhos de Geografia, 2012, p. 140-155.
- RUFINO, R. C. **Avaliação da qualidade ambiental do município de Tubarão (SC) através do uso de indicadores ambientais**. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2002.
- SACHS, I. **Espaços, tempos e estratégias do desenvolvimento**. São Paulo: Vértice, 1981.
- SAITO, C. H. **As mútuas interfaces entre projetos e ações de educação ambiental e de gestão de recursos hídricos: subsídios para políticas de estado**. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1414-753X2011000100012>> Acesso em: 01 nov. 2022
- SALDANHA, E. E. **Modelo de Avaliação da Sustentabilidade Socioambiental**. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2007.
- SAMPAIO, R.; MANCINI, M. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 1, p. 83–39. 2007.
- SCHVARTZMAN, A.S., NASCIMENTO, N. de O., VON SPERLING, M. **Outorga e Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos: Aplicação à Bacia do Rio Paraopeba, MG**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2002, v. 7, n. 1 (Jan/Mar), pp. 103-122.
- SILVA, M. S. *et al.* **Avaliação da cobertura do solo como indicador de gestão de recursos hídricos: um caso de estudo na sub-bacia do Córrego dos Bois, Minas Gerais**. Engenharia Sanitária e Ambiental [online]. 2017, v. 22, n. 03, p. 445-452. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522017149673>>. Acesso em: 01 nov. 2022.
- SMA - Secretaria do Meio Ambiente/ CRHi -Coordenadoria de Recursos Hídricos. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. São Paulo: SMA, 2009.
- THOMANN, V. R., MULLER, A. J. **Principles of Surface Water Quality Modeling and Control**. Happer& Row, Publishers, New York, 1987.
- TUNDISI, J. E. M.; **Indicadores da qualidade da bacia hidrográfica para gestão integrada dos recursos hídricos. Estudo de caso: Bacia hidrográfica do Médio Tocantins (TO) - São**

Carlos: UFSCar, 2006. 152 p. Tese de Pós-graduação. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos.

UNICEF. **Sede de Futuro: Água e Crianças num clima em mudança** - 2017. Nova Iorque (USA). Disponível em: <<https://www.unicef.org/angola/comunicados-de-imprensa/at%C3%A9-2040-cerca-de-600-milh%C3%B5es-de-crian%C3%A7as-ir%C3%A3o-viver-em-%C3%A1reas-com-recursos>>. Acesso em: 03 nov. 2022.

VENANCIO, D.L.; KURTZ, F.C. **Evolução da legislação sobre o Meio Ambiente e o processo de valoração econômica da água no Brasil**. Guarapuava, PR: CORE, 2009, p.155 - 171.

VIOLA, Z. G. G.; ALMEIDA, K. C. B.; BARBOSA, F. A. R. **Avaliação dos indicadores de qualidade de água para subsidiar propostas de conservação e manejo da bacia do rio Doce em Minas Gerais, Brasil**. Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente, Aracaju, v. 5, n. 1, p.51-64, out. 2016. Edição Especial. Disponível em: <[https://periodicos.set.edu.br/index.php/saude/article/view/3727/pdf\\_26](https://periodicos.set.edu.br/index.php/saude/article/view/3727/pdf_26)>. Acesso em: 31 out. 2022.

WCED. **Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987. Indicadores ambientais: conceitos e aplicações. Harry Alberto Bollmann, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Faculdade de Ciências Biológicas. Univ Pontifica Comillas, 2001. 285 p.

ZANELLA, G.; MOELLER, B. R.; PEREIRA, G. R.; FRANK, B. **Indicadores Ambientais e os Resíduos Perigosos**. ICRT 2004- Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável. Santa Catarina, 2004.