



RECURSOS HÍDRICOS EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA ANÁLISE DA ABORDAGEM NO BRASIL

Sabrina Neves Merlo Barros¹

Benedito Cláudio da Silva²

Mudanças Climáticas

Resumo

As alterações globais do clima são resultado de interferências naturais e influência da atividade humana e seus efeitos têm se tornado cada dia mais evidentes. As projeções atuais indicam mudanças na distribuição temporal e espacial dos recursos hídricos e aumento significativo na frequência e intensidade dos desastres. O presente artigo expõe o tema de mudanças climáticas e suas influências nos recursos hídricos, na forma de revisão narrativa, trazendo o contexto sobre a gestão e regulação das águas no Brasil, estudos relacionados ao tema e perspectivas do futuro do gerenciamento. Utilizou-se de expressões booleanas referentes às mudanças climáticas, seus efeitos nos recursos hídricos e gestão, além de um limite temporal para levantamento de artigos, dissertações e livros com objetivo de mostrar o progresso da abordagem do tema. Aplicadas no Portal de Periódicos CAPES ou Google Acadêmico, observou-se uma crescente da temática ao se comparar a produção científica entre as duas últimas décadas, quando as produções científicas mais que dobraram. O destaque foi que, a partir do ano de 2019, houve uma progressão na produção anual. Ressalta-se a importância do papel do Estado como principal gestor das políticas públicas, mas é necessário o envolvimento ativo de sociedade e empresas, buscando melhor estruturação para atenuar impactos futuros.

Palavras-chave: Vulnerabilidade hídrica; regulação hídrica; políticas para gestão; estudos sobre mudanças climáticas e recursos hídricos; crescimento da produção científica.

¹Mestranda Mestrado Profissional em Engenharia Hídrica – MPEH, Universidade Federal de Itajubá, Programa de Pós-graduação em Engenharia Hídrica, smerlo.barros@gmail.com

²Prof. Dr. Universidade Federal de Itajubá – Campus Itajubá-MG, Instituto de Recursos Naturais - IRN - UNIFEI, silvabenedito@unifei.edu.br



INTRODUÇÃO

A crise hídrica tem ganhado destaque como uma das principais adversidades intensificadas com os efeitos das mudanças climáticas no globo. É importante enfatizar que se trata de um problema acentuado pelos novos cenários, porém originário do mau uso desse recurso.

Já é consenso que o Brasil é um país privilegiado quando o tema é água, porém, nos últimos anos, vem se tornando mais evidente o combate à ideia de abundância que sustentou, durante muito tempo, a cultura do desperdício, sua pouca valorização como recurso e o adiamento dos investimentos necessários à otimização de seu uso. As projeções atuais indicam importantes mudanças na distribuição temporal e espacial dos recursos hídricos, e um incremento significativo na frequência e intensidade dos desastres relacionados aos eventos hidrológicos críticos, com a intensificação das emissões de gases de efeito estufa (UNESCO, 2015). Assim, a tendência é que no futuro o uso dos recursos hídricos sofra gradualmente mais pressão, mudanças climáticas ameacem sua disponibilidade e, simultaneamente a tudo isso, a demanda por água aumente (UNESCO, 2012). Neste sentido, ressalta-se a importância do papel do Estado (União, Estados, Distrito Federal e Municípios) como principal gestor das políticas públicas que envolvem segurança e disponibilidade de recursos hídricos.

Conforme citado por Silva, Herreros e Borges (2017), o Brasil tem avançado na aplicação de medidas para garantir a melhor gestão dos recursos hídricos conforme os moldes de uma Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), porém, observa-se que há muito trabalho para se garantir uma participação mais ativa e descentralizada, alcançando áreas mais remotas.

Em face do cenário exposto, este trabalho tem por objetivo explorar e contextualizar, dentro de produções científicas existentes, o cenário de mudanças climáticas e sua relação com a disponibilidade hídrica. Explana-se ainda sobre como o tema vem sendo debatido no país, a partir do levantamento e frequência dos produtos publicados, a forma como tem-se realizado a gestão desse recurso e qual seria a tendência para um gerenciamento eficiente.

Realização





METODOLOGIA

A elaboração da revisão narrativa deu-se a partir de pesquisa no Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES, este último com direcionamento para bases científicas como Scielo. A coleta dos dados ocorreu entre abril e julho de 2022, buscando por trabalhos a partir de palavras-chave referentes às mudanças climáticas, seus efeitos nos recursos hídricos e gestão, que possibilitassem embasamento teórico. As palavras foram combinadas, utilizando o artifício das expressões booleanas e aplicados critérios de limite temporal para seleção inicial, considerando publicações a partir do ano 2000, objetivando demonstrar que a abordagem do tema ocorre há bastante tempo.

A exclusão de artigos foi aplicada à trabalhos mais teóricos, com foco maior na discussão dos modelos utilizados ou desenvolvidos para estudo das tendências de alterações trazidas pelas mudanças climáticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos

As alterações globais do clima são resultado de interferências naturais e influência da atividade humana, e seus efeitos têm se tornado cada dia mais evidentes. A frequência na ocorrência de eventos hidrológicos extremos, retratados nas constantes notícias sobre o tema, demonstram o quanto tais mudanças influenciam os processos hidrológicos, trazendo riscos ambientais, sociais e econômicos (DE MELLO et al., 2008).

É inadiável a necessidade de replanejamento dos setores da sociedade e da economia, considerando os impactos das mudanças climáticas, com a definição de planos de ação que possam mitigar os impactos nos recursos hídricos, contribuindo para uma gestão efetiva, minimizando possíveis conflitos de uso.

Criado em 1988 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ONU Meio Ambiente) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, em inglês) foi elaborado para fornecer avaliações regulares sobre a mudança do clima, suas implicações e possíveis riscos futuros

Realização





(IPCC, 2022).

O IPCC está estruturado em três Grupos de Trabalho e uma Força Tarefa de Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa. Os produtos, Relatório de Avaliação e de Síntese, são gerados pelas contribuições dos Grupos de Trabalho (I – Base Física e Científica da mudança do Clima; II – Impactos da mudança do Clima, Adaptação e Vulnerabilidade e III - Mitigação da Mudança do Clima) com temas específicos acordados entre os países membros, entre eles o Brasil (IPCC, 2022). Já a Força Tarefa é responsável por desenvolver e definir uma metodologia para calcular e reportar a emissão dos gases de efeito estufa (IPCC, 2022). Assim, a partir dos resultados das projeções climáticas, originados de modelos climáticos e analisados a partir de distintos cenários de emissões de gases de efeito estufa (GEE), são realizadas simulações e prognosticados os impactos gerados pelas mudanças climáticas (BRÊDA et al., 2020). Atualmente, os modelos climáticos mostram alterações nas referências de precipitação e uma tendência de aumento na temperatura superior à 1,5 °C, até o final do século (BRÊDA et al., 2020).

Importante destacar que estes modelos tentam reproduzir complexos sistemas e suas interatividades trazendo, como esperado, incertezas e divergências quando comparados. Por esta razão, a análise dos resultados deve ser realizada com ponderação (VIRGÍLIO, 2018).

O IPCC tem o papel de consolidar tais informações aos governos com objetivo de estimular o desenvolvimento de políticas climáticas, bem como possibilitar a elaboração de opções de adaptação e mitigação. Assim, no sexto ciclo de avaliação, em 2022, foram finalizadas as três partes do Sexto Relatório de Avaliação (AR6) e, dentre os impactos, verificou-se o aumento da extensão dos períodos secos, com aumento da média de dias secos consecutivos em áreas da África, leste e sudoeste da América do Sul, além de alertar sobre o aumento da temperatura média do planeta e ao reduzido investimento em iniciativas ao enfrentamento às mudanças climáticas (IPCC, 2022). A última parte do AR6, que compreende uma síntese do Relatório, é aguardada entre final de 2022 e início de 2023.

No Brasil, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) considera que os possíveis efeitos dessas mudanças sejam incorporados nos processos de tomada de decisão e planejamento hidrológico (ANA, 2010). Desde 2009, a ANA introduziu a

Realização





metodologia de elaboração de Plano de Recursos Hídricos (PRH's) de bacias hidrográficas com utilização de modelos climáticos do IPCC para simulação dos efeitos das alterações climáticas sobre a disponibilidade hídrica, projetando o desenvolvimento de programas. Tais programas direcionam ações desde a ampliação e modernização da rede de monitoramento, até o acompanhamento e análise do uso do solo e alterações meteorológicas, considerando reavaliações frequentes dos planos com apresentação desses resultados (ANA, 2010). Na prática, análises vêm sendo realizadas sobre a tendência em séries de vazões naturais e qual sua importância para adoção dessas vazões de referência para solicitações de outorga de alguns rios, para o setor elétrico (ANA, 2010).

Essas informações devem ser consideradas pelos tomadores de decisão, pois são base importante para tomadas de decisão globais que atenuem os impactos e estabeleçam áreas prioritárias para ação (TURCO et al., 2015).

Governança de Água no Brasil

Devido à relevância da água como elemento básico para a sobrevivência e desenvolvimento, no Brasil, juridicamente, as discussões sobre o tema vêm desde a década de 1930. Um marco importante veio com a publicação do Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934, que deliberou o Código de Águas, cuja execução era de competência do Ministério de Agricultura. No artigo 21, inciso XIX, da Constituição de 1988, definiu-se como responsabilidade da União instaurar o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, firmando ainda os critérios de outorga do direito de uso dos recursos hídricos (SILVA; HERREROS; BORGES, 2017).

Posteriormente, em um contexto em que a água se tornava cada vez mais escassa, em 08 de janeiro de 1997, foi sancionada a Lei Federal nº 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) que, com objetivo de aplicar seus instrumentos e diretrizes frente às unidades distintas em qualidade e quantidade de água, estabeleceu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (BRAGA et al., 2008). A PNRH traz, no seu artigo 5º, os seus instrumentos, sendo eles o Plano de Recursos Hídricos, a Outorga dos direitos de uso, a Cobrança pelo uso da água, o Enquadramento dos corpos d'água em classes, a Compensação a Municípios e o Sistema Nacional de

Realização





Informações sobre Recursos Hídricos. Juntos, promovem utilização racional, equilíbrio entre disponibilidade e demanda, gestão qualitativa da água e integração de informações que são fundamentais à gestão eficiente (BRASIL, 2022b). O arranjo institucional criado por esse sistema são o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), criado por meio do Decreto Federal n.º 2612 de 1998, como topo da hierarquia em termos administrativos e responsável por decisões de maior porte, os Comitês de Bacia, com papel nas decisões da respectiva bacia, as Agências de Água, responsáveis por coordenar os recursos provenientes da cobrança pelo uso e as Organizações Civas, atuantes no “planejamento e gestão” com destaque no processo decisório e monitoramento das ações (ANEEL, 2001).

A Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000, criou a ANA (ANEEL, 2001), hoje Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico, entidade federal encarregada da implementar essa Política e coordenar o sistema. O objetivo era apoiar os estados na implementação de seus planos de gerenciamento, incorporando assim uma gestão descentralizada e participativa, necessária diante da crescente demanda pelo uso/disponibilidade de recurso hídrico (SILVA; HERREROS; BORGES, 2017).

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** está a representação da política descentralizada do país, com participação da sociedade na tomada de decisão. Importante destacar a presença de um Comitê de Bacia, com representantes do governo, usuários, que inclui sociedade e indústria, e organizações não governamentais, no papel de aprovadores do plano de bacia e decisão sobre valores a serem cobrados (BRAGA et al., 2008).

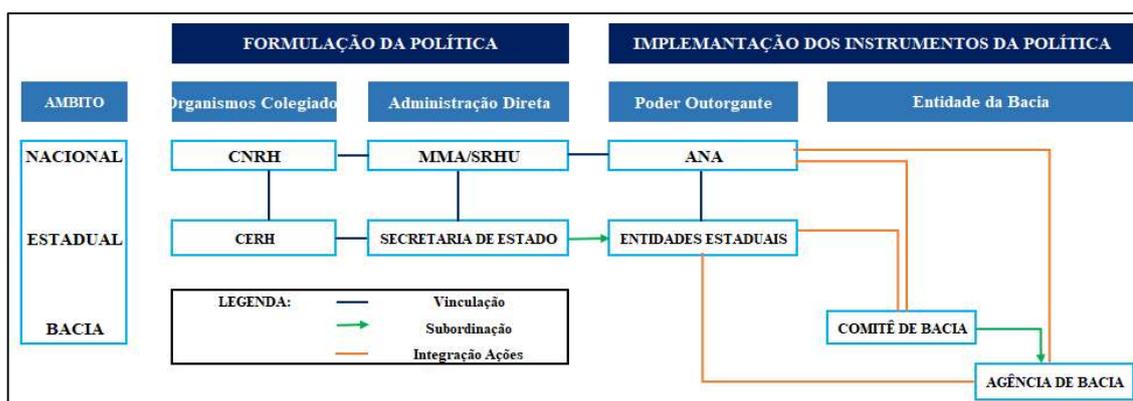


Figura 1. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Fonte: adaptado de Braga et al. (2008).

Realização





BRAGA et al. (2008) fazem uma descrição sobre as atribuições de cada um dos integrantes desse sistema de gestão, assim:

- Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH): ocupa a maior instância da hierarquia do SIRGREH e está ativo desde 1998, após sua criação com a Lei Federal nº 9.433 de 1997. Tem como função mediar conflitos entre os usuários, auxiliar, aprovar e efetivar a gestão dentro do CNRH.
- Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental (SRHQ): responsável pela elaboração da política do PNRH e possui o papel de secretaria executiva do CNRH, com “apoio técnico, administrativo e financeiro”, além de assistir e supervisionar a execução de políticas.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA): atua na regulação do uso de corpos hídricos pertencentes à União e como coordenadora da implementação do SINGREH.
- Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH): ocupa a maior instância da hierarquia dentro do estado e foi criado em 1987 em função da necessidade de integração dos diversos usuários em prol da garantia gestão do uso da água em qualidade e quantidade.
- Gestor Estadual de Recursos Hídricos: órgão regulador com poderes similares aos exercidos pela ANA, porém, no âmbito estadual. É responsável pela fiscalização e deferimentos de solicitação de pedidos de outorgas para recursos hídricos pertencentes ao estado.
- Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH): composto pelo poder público, usuários e sociedade civil, tem o poder de aprovação do plano da bacia, acompanhamento de sua execução, determinação dos métodos de cobrança e proposição dos valores ao CNRH.
- Agências de Bacia: apoiam técnica, administrativa e financeiramente os comitês, promovendo a atualização do balanço hídrico da bacia, o cadastro dos usuários, instrumentalização da cobrança e o desenvolvimento do plano.

A aplicação do processo de gestão é iniciada com o cadastro dos usuários, execução da outorga de direito de uso e cobrança, com a finalidade de estimular o uso racional dos

Realização





recursos e reduzir conflitos entre usuários (ANA, 2010).

Regulação e Uso dos Recursos Hídricos

É sabido que cerca de 97,5% do volume total de água da Terra corresponde a água salgada e apenas 2,5% são relativos à água doce, sendo, 1,2 % como água superficial e 30,1% como subterrânea (ANEEL, 2001). Como agravante da disponibilidade têm-se a distribuição não homogênea e o prognóstico de redução dentro de um contexto de mudanças climáticas (ANA, 2010).

A disponibilidade hídrica refere-se à vazão total acessível em uma seção, cujo volume é resultado do consumo consuntivo, submetido às regras de gestão dentro da Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos (DE OLIVEIRA JÚNIOR, 2022).

A outorga é um instrumento da PNRH e constitui um importante mecanismo de gestão que racionaliza o uso, compatibiliza a disponibilidade e assegura acesso aos usos prioritários, como abastecimento e vazões residuais mínimas à preservação do ecossistema aquático (MEDEIROS, 2000). Ela garante o direito de uso, mas é passível de suspensão em casos de violação de algum dos termos que a regem, como em situações de escassez hídrica, dentre outras, previstas na legislação (IGAM, 2022).

A solicitação de outorga é necessária em contextos em que a intervenção pleiteada altera o regime ou os parâmetros qualitativos e/ou quantitativos de um corpo de água e sua regularização deve se antecipar ao início do uso, caso contrário, estará sujeita às penalidades previstas em lei (IGAM, 2019).

A legislação aplicável a um corpo hídrico será relacionada às leis do estado a que pertence ou à legislação federal a depender de sua abrangência, ou seja, ao domínio de sua área de drenagem. A base para cálculo da vazão disponível para uso é relativa às vazões de referência que, para captações superficiais em rios perenes, estão relacionadas às vazões mínimas, sendo aplicada a Q7,10 (vazão mínima de 7 dias de duração com período de retorno de 10 anos) no estado de Minas Gerais. Esta referência é considerada mais restritiva quando comparada às definições federais ou dos demais estados, com aplicação da Q90 (vazão cuja permanência ocorre em 90% do tempo) ou Q95 (vazão cuja permanência ocorre em 95% do tempo) (MOREIRA, 2021). Importante ressaltar que é permitido a retirada

Realização





máxima de apenas uma parcela da vazão da referência, determinando fluxos residuais mínimos à jusante.

As vazões de referência são indicadores de disponibilidade hídrica e informação primordial para análise e decisão dos processos de outorga, tendo em vista a gestão quantitativa e qualitativa dos usos da água e a garantia ao direito de acesso à água (BRASIL, 1997; MOREIRA, 2021). Suas definições são baseadas em dados monitorados de estações fluviométricas e, quando não existentes no trecho de análise, utiliza-se o artifício da regionalização de vazões, ou ainda softwares para transformação de chuva em vazão (MOREIRA, 2021). Embora os artifícios citados não sejam a representação fiel do que ocorre na natureza, são importantes ferramentas para a gestão dos recursos hídricos (MOREIRA, 2021).

Em Minas gerais o processo é submetido à Secretaria de Estado de Meio e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), mas a análise é de responsabilidade do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e realizada pela Unidade Regional de Gestão das Águas (URGA), associada à bacia do trecho de intervenção (IGAM, 2019). Há ainda usos classificados como uso insignificante, portanto, dispensados da obtenção de outorga, mas sujeitos ao cadastro eletrônico, junto ao IGAM. Tais usos estão classificados nas Deliberações Normativas CERH nº 9, de 16 de junho de 2004, e CERH nº 34, de 16 de agosto de 2010 (MINAS GERAIS, 2019).

Um segundo instrumento de gestão da PNRH, intimamente relacionado à outorga, refere-se à cobrança pelo uso da água, cujos objetivos buscam agregar o devido valor econômico à água, promover o uso consciente e financiar, com os valores recolhidos, programas dentro dos Planos de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). O maior propósito é a conscientização, reduzindo seu uso indiscriminado, na tentativa de preservar a água (BRASIL, 1997). É uma ferramenta que deve ser instituída pelos comitês de bacia e que traz muitas discussões sobre a adequada valoração da água, cujo atraso em sua aplicação vem trazendo regulamentações estaduais, como é o caso de Minas Gerais. O último decreto mineiro sobre o tema, nº 48.160, de 24 de março de 2021, regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado e dá outras providências, com intuito de padronizar a cobrança naqueles comitês onde ainda não está vigente.

Realização





Perspectivas do Futuro da Gestão e Trabalhos Desenvolvidos

É notório que eventos e estudos sobre o tema vêm ganhando destaque e, dentro do universo corporativo, investimentos na temática vêm sendo desenvolvidos com o intuito de melhor planejamento e busca por soluções às possíveis restrições mais severas de acesso aos recursos hídricos. As consequências desses impactos abrangem, além dos recursos hídricos, diversas esferas como agricultura, biodiversidade, saúde e setores de energia e transporte (MRTS, 2020).

De Mello et al. (2008) estudaram os efeitos das mudanças climáticas na bacia hidrográfica do rio Paracatu, em Minas Gerais, citada com “sérios problemas ambientais e conflitos entre usuários”. O argumento para o estudo é de melhoria da gestão a partir do conhecimento atual e futuro da disponibilidade hídrica, analisando cenários de emissão de gases de efeito estufa. Para o cenário de maior emissão, os resultados demonstraram tendência significativa de aumento na disponibilidade hídrica (q7,10) em 81% das estações do estudo, até o final do século. Já para o cenário de menor emissão, o aumento da disponibilidade mostrou-se não significativo.

Outros trabalhos como de Guerroué (2019) na Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí, com análise da influência das mudanças climáticas, apontam que as vazões indicaram uma tendência de redução da precipitação na porção Norte e outra, menos intensa, ou até um aumento da precipitação, na porção sul.

Na bacia do rio Paraíba do Sul, referência hídrica de abastecimento para a região metropolitana do Rio de Janeiro e São Paulo, Amâncio (2020) conclui que, no geral, as vazões médias inclinam-se à redução a partir da década de 2070.

Zákhia et al. (2021) analisaram os impactos das mudanças climáticas na bacia hidrográfica do Ribeirão Jaguará, localizado no sul do estado de Minas Gerais, onde os resultados mostraram predominante redução da precipitação, das vazões médias sazonais e risco de escassez hídrica, ao longo do século.

Em áreas como geração de energia, o estudo desenvolvido pela MRTS Consultoria em Engenharia (2020) apresentou uma “metodologia para avaliar a resiliência de usinas hidroelétricas quanto ao impacto das mudanças climáticas, através do mapeamento das suas

Realização





principais vulnerabilidades, considerando (i) as estruturas civis e eletromecânicas; (ii) o reservatório e, conseqüentemente, (iii) a sua produção”. Como resultados do trabalho obteve-se a tendência de redução das vazões, potencializadas pelo intenso crescimento da demanda de água, ainda que houvesse um aumento pouco expressivo da vazão associadas às mudanças de solo. Tais combinações agravam a geração de energia e é uma grande preocupação para o Brasil, uma vez que possui forte dependência da matriz hidráulica.

INTC (2017) destaca as conseqüências esperadas em diversos campos, como resultado das mudanças climáticas, citando os setores da agricultura e de energias renováveis. Na agricultura, em parceria com a Embrapa, estudos vêm sendo desenvolvidos para melhor compreensão do desenvolvimento das culturas sob altas concentrações de gás carbônico e deficiência hídrica, objetivando avaliar cenários de segurança alimentar. A projeção é de perda de terras cultiváveis, ocorrência mais frequente de eventos extremos de seca e inundações. Na categoria de energias renováveis, prevê-se aumento na projeção da velocidade do vento no nordeste do país até 2100, favorecendo a produção de energia eólica.

Fagundes et al. (2020) destacam ainda as conseqüências da crise hídrica no agronegócio, como setor de grande consumo de água, cujo controle do uso e práticas agrícolas são descontrolados, sendo o descarte de efluentes um agravante. A solução proposta é a aplicação de uma agricultura mais sustentável, com práticas que priorizem a conservação e uso eficiente da água, aplicação de novas tecnologias, manejo adequado e irrigação sem desperdícios. Salientam ainda que países do Oriente Médio e África enfrentam a baixa disponibilidade hídrica há muitos anos e, mesmo em países privilegiados quando o tema é água, como o Brasil, já se vê crises relacionadas à escassez, como rotina.

Quanto à magnitude de impactos, Turco et al. (2015) concluíram que as variações de temperatura e precipitação na última década mostraram-se estáveis, sem episódios de grandes alterações, mas ponderam que estatísticas médias podem subestimar resultados extremos. Adiciona ainda que áreas na Amazônia, o Sahel, na África Ocidental tropical, a Indonésia e o leste da Ásia mostram-se como pontos de foco de mudanças climáticas.

Já estudos recentes, como o de Brêda et al. (2020), trazem que com a tendência de alteração nos padrões de precipitação e evapotranspiração, muito em função das variações

Realização



da temperatura, possíveis impactos negativos nos recursos hídricos, inclusive um prolongamento do período seco para o mês de outubro, são esperados para muitas bacias da América do Sul. Neste cenário, sugere uma relação direta entre concentrações de gases do efeito estufa (GEE) e os efeitos das mudanças climáticas.

Importante destacar que existem limitações para esses estudos, muito relacionadas à disponibilidade e qualidade dos dados de entrada nos modelos, além das particularidades relacionadas às calibrações dos mesmos, porém, a tendência é de resultados mais representativos à medida que mais dados estiverem disponíveis (AMÂNCIO, 2020).

Além dos trabalhos listados, destaca-se ainda a relevância do tema dentro de eventos como simpósios e seminários. Atualmente, estudos sobre mudanças climáticas é tema central do XVI Simpósio do Nordeste de Recursos Hídricos, em 2022, com abordagem de soluções para mitigar os impactos dessas mudanças e pode-se citar ainda o III Encontro Nacional de Desastres (END), em 2023, com a temática “Eventos extremos e a sociedade sob a perspectiva das mudanças climáticas”.

Como reflexo desses prognósticos, Jacobi, Buckeridge e Ribeiro (2021) entendem como necessárias melhorias na governança de água, com envolvimento ativo de sociedade, poder público e empresas, buscando melhor estruturação para atenuar impactos futuros.

Segundo De Stefano et al. (2013), a participação e engajamento da sociedade, como principais consumidores desse bem, leva a resultados positivos e mais eficazes nos processos de governança.

No país o tema tem sido abordado e tem ganhado certo destaque nos últimos anos. Utilizando-se de palavras-chave para a pesquisa, apresentadas no Quadro 1, buscou-se por materiais associados à temática, com levantamento de artigos, dissertações e livros.

Realização





Quadro 1: Palavras-chave utilizadas para pesquisa

change climatic	mudanças climáticas	recursos hídricos
water resources	gestão de recursos hídricos	crise hídrica
outorga	gestão águas	impactos mudanças climáticas
bacias hidrográficas	efeito mudanças climáticas	gestão integrada
climate change	water crisis	mudanças climáticas e economia
governança água	climate change impacts	climate change projections

Fonte: A autora, 2022.

Após seleção inicial obteve-se 36 trabalhos e, após uma pré-seleção, com análise do título e resumo, uma segunda etapa deu-se com a leitura integral dos produtos, resultando na utilização de 23 referências para confecção deste trabalho.

Assim, os 23 documentos selecionados foram distribuídos como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade de artigos selecionados nas etapas de seleção citadas

Produtos	1ª Etapa	2ª Etapa
Livro	11	8
Dissertação	6	5
Artigo	19	10
TOTAL	36	23

Fonte: A autora, 2022.

Na Figura 1 apresentam-se as informações sobre a quantidade de trabalhos escolhidos e seus respectivos anos de publicação.

Realização



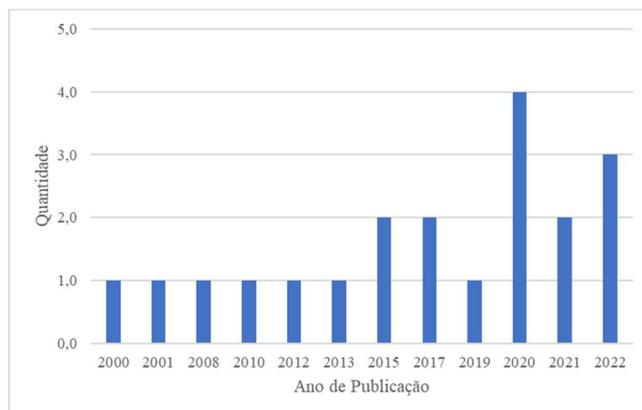


Figura 1: Distribuição temporal de publicação dos materiais utilizados.

Fonte: A autora, 2022.

Pode-se notar uma tendência de crescimento na frequência de produção de documentos na temática, visto que, quando se compara as produções entre as duas primeiras décadas analisadas, há uma diferença de 4 para 11 produtos. Ainda, a partir de 2019 tem-se uma progressão na produção anual, com destaque no ano de 2020.

O tema de mudanças climáticas já é recorrente na agenda internacional e, no Brasil, é destaque em novos eventos científicos em 2022 e 2023. A abordagem demonstra conscientização quanto a influência das atividades humanas no clima, suas consequências e a importância de pesquisas para entendimento e então estruturação para mitigar possíveis impactos negativos. Na prática, vê-se ferramentas importantes na gestão dos recursos hídricos sendo aplicadas, mas acredita-se que são necessárias melhorias na governança de água, com envolvimento ativo de sociedade, poder público e empresas, buscando melhor estruturação para atenuar seus efeitos.

Tratando-se de água e sua gestão, talvez a palavra que melhor defina esse momento de imprevisibilidade, seja conscientização e planejamento, tendo como desafios a implementação de políticas e incentivos voltadas para esses objetivos.

CONCLUSÕES

As alterações globais do clima deixam explícito o quanto as mudanças influenciam os processos hidrológicos, trazendo riscos ambientais, sociais e econômicos. No Brasil, a

Realização





ANA já vem aplicando metodologias que consideram a influência das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica, utilizando-se de modelos, na expectativa atenuar os possíveis impactos. Os estudos que abordam o tema demonstram a importância de conhecer a disponibilidade hídrica atual e futura, necessidade de melhorias na governança de água, com envolvimento ativo de sociedade, poder público e empresas, buscando melhor estruturação para atenuar impactos futuros.

AGRADECIMENTOS

Aos professores doutores da Universidade Federal de Itajubá/MG, Ivan Felipe Silva dos Santos e Benedito Cláudio da Silva.

REFERÊNCIAS

AMÂNCIO, E. S. Projeção de vazões para bacia do rio Paranaíba do Sul e estudos de disponibilidade hídrica a partir de cenários do IPCC. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**. Campo dos Goytacazes (RJ), v. 14 n.1, p. 131-151, jan./jun. 2020.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Os Efeitos Das Mudanças Climáticas Sobre os Recursos Hídricos: Desafios para a Gestão**. Agência Nacional de Água e Saneamento Básico, 2010.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo>. Acesso em 16 de julho de 2022.

ANEEL. **Introdução ao Gerenciamento de recursos Hídricos**/Arnaldo Augusto Setti et al. 3ª ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional de Águas, 2001.

BRAGA, Benedito P. F.; FLECHA, R.; PENA, D. S.; KELMAN, J. Pacto federativo e gestão de águas. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000300007. Acesso em 09 de julho de 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/cnrh>. Acesso em 10 de julho de 2022a.

BRASIL. **Lei 9.433 de 8 de janeiro de 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. 1997. Disponível em:

Realização





http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 17 jun. 2022b.

BRÊDA, J. P. L. F. et al. Climate change impacts on South American water balance from a continental-scale hydrological model driven by CMIP5 projections. **Climatic Change**, [s.n.], 30 January. 2020.

DE MELLO, L. E.; OLIVEIRA, A. F.; PRUSKI, F. F.; FIGUEIREDO, C. J. Efeito das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Paracatu. **Revista Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 635-644, dez. 2008.

DE OLIVEIRA JÚNIOR, M. G. **Disponibilidade hídrica, escassez e cobrança de recursos hídricos na bacia do rio Paraopeba**. 2022. Dissertação (Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2022.

DE STEFANO, I. et al. Public participation and transparency in water management. In: DE STEFANO, L.; LLAMAS, R. (Org.) **Water, agriculture and the environment in Spain: can we square the circle?** Madrid: Taylor & Francis, [s.n.], 2013.

FAGUNDES, O. S.; OLIVEIRA, L. C. A.; YAMASHITA, O. M.; SILVA, I. V.; CARVALHO, M. A. C.; RODRIGUES, D. V. Crise hídrica e suas implicações no agronegócio brasileiro: Uma revisão bibliográfica; The water crisis and its implications in Brazilian agribusiness: A bibliographic. **Revista Scientific Electronic Archives**, v. 13, n 1; p. 42-50. 2020.

GUERROUÉ, L. Le. **Influência das Mudanças Climáticas nas Vazões da Bacia Hidrográfica do rio Sapucaí**. 2019. Monografia. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019.

IGAM. Portaria nº 48/2019. Estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49719>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

IGAM. Portaria nº 48/2019. Estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/outorga>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

INTC. INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar / Carlos A. Nobre e José A. Marengo (orgs), São José dos Campos (SP): INCT, 2017. 608 p.

IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Disponível em: <IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change>. Acesso em: 16 de abril de 2022.

JACOBI, P.R.; BUCKERIDGE, M.; RIBEIRO, W.C. Governança da Água na Região Metropolitana de São Paulo – Desafios À Luz Das Mudanças Climáticas. Estudos Avançados [Online], v. 35, n. 102, p. 209-226. 2021. Acesso em: 19 de julho de 2022.

MEDEIROS, M. J. **Avaliação da vazão referencial como critério de outorga dos direitos de usos das águas na bacia do Paraopeba**. 2000. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

MINAS GERAIS. **Portaria IGAM nº 48**, de 04 de outubro de 2019. Estabelece normas

Realização





suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. 2019. Disponível em:
<www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49719>. Acesso em: 17 de julho de 2022.

MOREIRA, G. B. **Diagnóstico da disponibilidade hídrica superficial da bacia hidrográfica do rio Suaçuí - MG e os impactos dos usos insignificantes de água**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídrico – PROFÁGUA) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2021.

MRTS CONSULTORIA EM ENGENHARIA. **Produto IV: Projeção de Vazões para a Bacia do Rio Paraná**. Componente III: Projeção das Vazões para a Bacia do Rio Paraná. Revisão I. Ministério de Minas e Energia; Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 2020.

SILVA, B. M.; HERREROS, M.M.A.G; BORGES F. Q. Gestão Integrada dos Recursos Hídricos como Política de Gerenciamento das Águas no Brasil. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria, v. 10, n 1, p. 101-115, janeiro-março, 2017.

TURCO, M. et al. Observed climate change hotspots. **Revista Geophysical Research Letters**, [s.n], p. 3521-3528, 2015.

UNESCO. **Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos recursos Hídricos: água para um mundo sustentável**. Sumário Executivo. Programa de Avaliação Mundial da Água das Nações Unidas, Gabinete do Programa de Avaliação Global da Água. Divisão de Ciências Hídricas. UNESCO, 2015. Disponível em:
http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf. Acesso em: 24 de abril de 2022.

UNESCO. **Visão geral das mensagens centrais do relatório mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos 4: o manejo dos recursos hídricos em condições de incerteza e risco**. Versão em português publicada pelo escritório da Organização Das Nações Unidas Para a Educação, A Ciência e A Cultura em Brasília. UNESCO-WWAP, 2012. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000215491_por. Acesso em: 12 de maio de 2022.

VIRGÍLIO, R. M. **Operação de Usinas Hidrelétricas de Regularização sob Condições de Mudanças Climáticas: estudo de caso da UHE Três Marias**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2018.

ZÁKHIA, E. M. S.; ALVARENGA, L. A.; TOMASELLA, J.; MARTINS, M. A.; SANTOS, A. C. N.; MELO, P. A. Impactos das Mudanças Climáticas em uma Bacia Hidrográfica no Sul de MG. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v 36, n. 4, p. 667-681, 2021.

Realização

