

ESTRESSE HÍDRICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS: URBANIZAÇÃO E MUDANÇAS CLIMÁTICAS – DESAFIOS À GOVERNANÇA DA ÁGUA

Julio Cesar Dorneles da Silva

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Taquari (Univates), bolsista Prosuc/Capes, mestre em Desenvolvimento Regional (Faccat), e-mails: julio.silva5@universo.univates.br – juliudorneles@hotmail.com. <https://orcid.org/0009-0001-5372-5625>

Luís Fernando da Silva Laroque

Doutor em História pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), mestre em História pela Unisinos, professor titular no Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Taquari (Univates), e-mail: lflaroque@univates.br. <https://orcid.org/0000-0003-1861-4679>

Dilani Silveira Bassan

Doutora em Desenvolvimento Regional pela Universidade de Santa Cruz do Sul (Unisc), professora titular do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional (Faccat), e-mail: dilanib@faccat.br. <https://orcid.org/0000-0002-2223-9827>

Resumo: A governança dos recursos hídricos ganhou espaço nas décadas finais do século XX e nesse princípio de século XXI. A assim chamada gestão integrada de recursos hídricos está vinculada à gestão integrada de bacia hidrográfica (GIBH), em inglês: *Integrated River Basin Management* – IRBM. A bacia do Rio dos Sinos (BHRS), no Rio Grande do Sul (Brasil), insere-se nesse contexto histórico, ambiental, social e econômico, em que ocorreu um aumento exponencial da demanda por água. Esse artigo objetiva caracterizar a realidade de estresse hídrico na BHRS, através dos dados disponíveis nos planos de bacia do Sinos (2014 e 2017). Essa realidade ficou evidenciada nos recorrentes problemas operacionais dos sistemas de captação e abastecimento de água no compartimento Baixo Sinos, em anos seguidos de estiagem sob efeitos do fenômeno *La Niña* no período recente, da primavera/verão de 2019/20 a primavera-verão de 2023. A metodologia da pesquisa quanto ao objetivo é exploratória, quanto aos procedimentos técnicos é bibliográfica e documental e se caracteriza como uma pesquisa qualitativa no campo das ciências humanas e ciências sociais aplicadas. Os achados demonstram que os impactos causados pelos usos da água e os efeitos das mudanças climáticas desafiam o melhoramento da governança dos recursos hídricos no território da BHRS.

Palavras-Chave: Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Estresse hídrico. Governança da água. Mudanças climáticas.

1 Introdução

O presente artigo trata de realizar estudo de bacia hidrográfica (BH) que abarca contribuições das ciências sociais aplicadas e das ciências humanas (LAPPE; LAROQUE, 2018; LAPPE, 2020; LUZ; MAZZARINO; TURATTI *in*: REMPEL; TURATTI; DALMORO, 2021). Esse estudo se justifica tendo em vista que o estado da arte dos estudos de bacias hidrográficas (BHs) está marcado pelo predomínio de pesquisas do campo da hidrologia, que analisam a disponibilidade hídrica e a qualidade da água, contudo, sem abordar como se dá efetivamente a governança de BHs. Sendo que os estudos interdisciplinares, abrangendo contribuições das ciências sociais aplicadas e das ciências humanas são mais recentes e buscam abarcar o problema da escassez de recursos hídricos que está frequentemente associado aos maus usos da água, agravado pelo processo de urbanização e dos impactos das mudanças climáticas.

Aborda-se a centralidade da temática da governança das águas da bacia, considerando o conceito de gestão integrada de bacias hidrográficas (GIBH), que articula de forma sistêmica a adoção de tecnologias voltadas à sustentabilidade dos ecossistemas no território de bacias. Essa abordagem está presente neste artigo, trazendo aportes teóricos e metodológicos com aplicações na gestão integrada de bacias hidrográficas – GIBH (GLEICK, 2018; HOOPER, 2005; TUCCI, 2010; TUNDISI, 2013). Sendo que neste, especificamente, aborda-se a questão do estresse hídrico presente no ecossistema Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – BHRS (RS/Brasil).

O estresse hídrico na BHRS que, como será visto, ainda que possa ser relativizado até mesmo pela literatura técnica especializada, em especial em estudos da dinâmica hidrológica e no próprio Plano de Bacia do Sinos (COMITESINOS; PROFILL, 2017), é uma realidade a ser enfrentada no contexto de expansão urbana e de efeitos das mudanças climáticas na região. Essa abordagem é necessária a partir de uma concepção em que são sujeitos de direitos não somente as pessoas, as sociedades humanas, mas também o ambiente natural, ainda que modificado, e, portanto, os arroios, os rios, as bacias hidrográficas (NASH, 1989; STONE, 1972).

Nesse contexto, o estudo do estresse hídrico no caso da BHRS se justifica por trazer uma abordagem interdisciplinar que poderá contribuir não somente para a compreensão dos efeitos dos maus usos da água associados à expansão urbana e às mudanças climáticas, mas por formular hipóteses de melhoramento da governança da água para o enfrentamento dessa problemática explicitada pela pesquisa.

2 Metodologia aplicada e caracterização da BHRS

A metodologia da pesquisa quanto ao objetivo é exploratória, quanto aos procedimentos técnicos é bibliográfica e documental e se caracteriza como uma pesquisa

qualitativa no campo das ciências humanas e ciências sociais aplicadas. Trata-se, portanto, de estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (BHRS, RS/Brasil), que se vale da análise de fontes primárias (documentais) das organizações de bacia: os planos de bacias (COMITESINOS; PROFILL, 2017; PRÓ-SINOS, 2014) e estudo técnico acerca do balanço hídrico da BHRS (SEMA, 2017); e fontes secundárias, de natureza bibliográfica pertinente à temática da pesquisa.

A BHRS se situa a nordeste do Estado, entre as coordenadas geográficas de 29°20' a 30°10' de latitude Sul e 50°15' a 51°20' de longitude Oeste. No que se refere a suas características geofísicas, a BHRS compreende as províncias geomorfológicas do Planalto Meridional e Depressão Central do território rio-grandense, apresentando uma área de 3.746,68 km². Os principais corpos de água são os rios Rolante, da Ilha, Paranhana e o Sinos, sendo os três primeiros afluentes do Sinos.

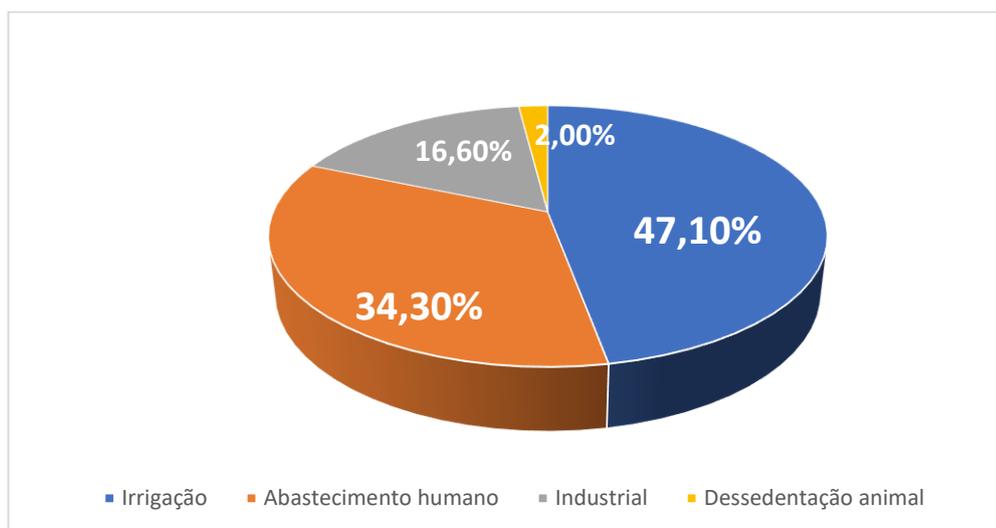
A BHRS integra a Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba. Apresentando-se com uma área de 3.694 km² e população estimada de 1.447.678 habitantes no ano de 2020. Sendo que 95% desta população vive em áreas urbanas e com maior concentração demográfica no compartimento Baixo Sinos. A BHRS abrange total ou parcialmente a área de 30 municípios.

Quanto aos usos da água na BHRS, a aplicação na agricultura comanda a maior demanda, sendo que ela responde por 47,10% do consumo total da bacia. Sendo que o destaque está na cultura irrigada do arroz (rizicultura). Registre-se que os estudos técnicos, inclusive dos dados que constavam na versão preliminar do Plano Sinos (PRÓ-SINOS, 2014) apresentavam um percentual ainda maior de consumo de água da agricultura, na ordem de 57,7%. Essa redução da participação do setor no consumo de água está referida na versão final do Plano de Bacia do Sinos (COMITESINOS; PROFILL, 2017), e teria ocorrido em razão de investimentos pelo setor arroseiro em tecnologias voltadas ao uso racional da água na irrigação e melhoria da produtividade.

A substituição de áreas de arroz por outras culturas mais rentáveis e que necessitam menores volumes de água também teria contribuído para essa diminuição. Com essa redução na agricultura cresceram as participações dos outros setores, em especial do abastecimento humano que subiu de 29,4 para 34,3%, e da indústria, de 10,9% para 16,6% (gráfico 1).

Outro dado revelador, no que diz respeito à demanda hídrica é que em termos espaciais, 76% da demanda global ocorre na porção baixa da Bacia e 18% na alta. Justamente no compartimento que apresenta a maior concentração demográfica e industrial, e onde está também presente a rizicultura, no Baixo Sinos (COMITESINOS; PROFILL, 2017).

Gráfico 1: Usos da água na Bacia do Sinos



Fonte: Comitesinos; Profill (2017, p. 37). [Gráfico elaborado pelos autores].

Como bacia hidrográfica, a BHRS tem uma história “natural”, uma história ambiental, que passou a ser profundamente impactada pela ação antrópica em uma etapa muito recente em relação ao que é sua história natural ou geológica. Nestes termos geológicos, a bacia do Sinos se formou há mais de 100 milhões de anos (RIOS, MIZUSAKI, MICHELIN, 2018; WOHAJN, 2011). Estudos arqueológicos indicam a ocupação humana do território das terras altas nas bacias hidrográficas do hoje Estado do RS e, da BHRS, por povos Jê Meridionais há 12 mil anos passados (KREUTZ, MACHADO, 2017). Mais recentes, os Guarani se espalharam pelos vales, valendo-se justamente dos cursos hídricos.

A respeito da ocupação e distribuição do povo Guarani no território do atual Rio Grande do Sul e, em especial, nas bacias hidrográficas, como a do Sinos, localizadas mais a leste do território, os estudos arqueológicos indicam a presença de assentamentos Guarani “em um último estágio” nas bacias dos rios Jacuí, Taquari-Antas, Caí e Sinos no século XIV. Sendo que há registros de presença em períodos ou ciclos anteriores, em datas entre 662 e 888. Esses estudos indicam a formação do que em Guarani se configura como *tekohá*, (lugar ou território onde a subsistência está assegurada) com pelo menos duas distintas, uma no Médio Sinos e outra no Baixo Sinos, mas ambas junto ao curso principal da bacia (o Rio dos Sinos). (DIAS, 2015; LAPPE; LAROQUE, 2015; SCHNEIDER *et al*, 2016).

Em suas *Memórias Econômico-políticas sobre a Administração Pública no Brasil*, Antônio José Gonçalves Chaves (CHAVES, 2004), cuja publicação ocorreu em 1822, após a dissolução das Missões Jesuíticas com os Guarani, na então da Província de São Pedro, apresenta uma estimativa de população para esse território em 120 mil habitantes. Para a região dos vales, incluída aí a região da BHRS, não teríamos mais do que 30 mil habitantes. Em 1872 a população do RS é estimada em 434.813 habitantes. São Leopoldo, no Vale do

Rio dos Sinos tinha uma população de 30 mil habitantes (já expressiva para o período). Em 1900 a população do Estado chega a 1.149.070 habitantes. Em 1920 ela já está praticamente duplicada (RS, 2020). E atualmente, encontra-se na ordem de 11,3 milhões de habitantes (IBGE, 2021), sendo que destes, aproximadamente 1,5 milhões vivem na BHRS, em sua quase totalidade em áreas conurbadas.

Sabe-se que o Rio dos Sinos figura entre os quatro rios mais poluídos do Brasil em razão das cargas de esgotos domésticos e industriais que recebe. Atualmente há um peso ainda maior dos esgotos domésticos em relação aos efluentes industriais, pois sob a pressão do movimento ambientalista dos anos 1980/90, o setor industrial avançou na implantação de sistemas eficazes de tratamento. Entretanto, o ritmo do tratamento de esgotos de origem doméstica apresentou um crescimento quase que inexpressível ao longo dos últimos 35 anos (para se ter como referência o ano de criação do Comitê de Bacia do Rio dos Sinos – o Comitesinos, em 1988).

3 Balanço hídrico na BHRS: estresse no Baixo Sinos e déficit de governança

Considera-se a região do Prata e, mais especificamente o território do Estado do Rio Grande do Sul (RS-Brasil), como um espaço de baixo estresse hídrico (MARQUES, 2018). Contudo, recentemente, tanto na BHRS como em outras bacias hidrográficas do RS (Brasil), nas últimas décadas foram recorrentes os conflitos entre os diferentes usuários dos recursos hídricos. Especificamente, na BHRS, houve um sério confronto entre o uso voltado ao abastecimento humano e o da cultura do arroz, durante uma estiagem intensa no verão de 2011-2012. O baixo nível das águas do Rio dos Sinos naquele verão colocava em risco os sistemas de captação de água de municípios do Baixo Sinos, dentre os quais, os localizados nos municípios de Novo Hamburgo e São Leopoldo (MELO, 2011). Estes com grandes populações dependentes em sua quase totalidade da água captada no Rio dos Sinos.

Tanto o Plano Sinos (PRÓ-SINOS, 2014) como o Plano de Bacia do Sinos (COMITESINOS; PROFILL, 2017) e o estudo da Divisão de Outorga e Fiscalização do Departamento de Recursos Hídricos – DOF/DRH (SEMA, 2017) adotam a divisão (tabela 1) da BHRS em Alto Sinos (terras altas), com oito compartimentos (do AS1 a AS8); Médio Sinos (terras médias), com quatro compartimentos (de MS1 a MS4); e Baixo Sinos (terras baixas), com nove compartimentos (do BS1 ao BS9).

Tabela 1: Unidades de estudo – BHRS

LOCAL	UNIDADE DE ESTUDO
Alto Sinos	Alto Sinos (AS1) Alto Sinos Médio (AS2) Arroio Caraá (AS3) Alto Rolante (AS4) Médio Rolante/Riozinho (AS5)

	Baixo Rolante (AS6) Rio Areia (AS7) Rio da Ilha (AS8)
Médio Sinos	Alto Paranhana (MS1) Baixo Paranhana (MS2) Médio Sinos (MS3) Médio Sinos – M.E. (MS4)
Baixo Sinos	Sapiranga/Campo Bom (BS1) Banhado Guari (BS2) Novo Hamburgo (BS3) Palmeira (BS4) São Leopoldo (BS5) Portão/Estância Velha (BS6) Sapucaia/Esteio (BS7) Nova Santa Rita (BS8) Canoas (BS9)

Fonte: Comitesinos; Profill, 2017.

Essa compartimentação da BHRS em vinte e uma unidades de estudo, possibilita visualizar muito claramente a estreita relação entre a *disponibilidade*, dada a grande demanda dos setores agrícola, industrial e de abastecimento humano na BHRS e *qualidade* de suas águas. E, igualmente, possibilita identificar quanto a própria degradação da qualidade da água na bacia acaba por também impactar na disponibilidade hídrica (impondo dificuldades ao acesso, à captação e ao tratamento).

Verifica-se que o processo de expansão da ocupação urbana no Vale do Sinos tornou o Baixo Sinos o compartimento da bacia com maior presença de adensamento humano e de maior atividade industrial. Tanto a concentração urbana como a presença de atividades industriais são muito superiores nesse trecho final da bacia do que nas regiões do Médio e Alto Sinos. Esses processos são impactados pela própria dinâmica hidrológica da BHRS que, mesmo em situação de normalidade, apresenta regularmente maior estiagem de chuvas. O que degrada a qualidade da água do Baixo Sinos de forma muito acentuada, especialmente no período da Primavera-Verão, de forma recorrente.

Ao observar-se o quadro das vazões na BHRS (quadro 1) se percebe claramente a redução drástica nas vazões no período do *verão*, o que se repete em outros períodos de estiagens que ocorrem, por vezes, até mesmo fora da estação climática *verão*.

Quadro 1: Vazões na Bacia do Sinos (vazão normal/vazão de estiagem)

LOCAL	VAZÃO NORMAL (m ³ /s)	VAZÃO DE ESTIAGEM (m ³ /s)
Rio Rolante	19,0	0,8
Rio da Ilha	39,0	1,6
Rio dos Sinos (em Taquara)	41,0	0,7
Rio Paranhana	57,0	2,5
Rio dos Sinos (após foz do Paranhana)	58,0	2,5
Rio dos Sinos (em Campo Bom)	65,0	2,9
Rio dos Sinos (em São Leopoldo)	71,0	2,9

Rio dos Sinos (na foz)	84,0	3,1
------------------------	------	-----

Fonte: Comitesinos, 2023.

Outro aspecto, muito negligenciado na literatura especializada, e que está evidenciado no Quadro 1 das vazões na BHRS é o peso indispensável da transposição de águas da Bacia Hidrográfica do Rio Caí, pelo Sistema Salto de geração e transmissão de energia elétrica, através do Rio Paranhana, afluente do Sinos. Basta observar-se a vazão no Sinos antes e depois da foz do Paranhana (quadro 1), tanto para a vazão “normal” como para a vazão de estiagem, é notável o aporte que as águas do Paranhana fazem no Sinos.

Sabe-se que eventos recorrentes de secas no Estado do Rio Grande do Sul (RS/Brasil) têm direcionado as atenções de pesquisadores que trabalham com a temática da governança da água. Muito recentemente, em maio de 2020, dados da série histórica sobre os níveis dos rios no RS, sob monitoramento do Serviço Geológico do Brasil - CPRM indicavam naquele evento igualmente de seca, os níveis mais baixos em 80 anos (OLIVEIRA, 2020). O território do RS vinha experimentando um período de seca e estiagens, sob efeito do fenômeno *La Niña*, que se agravou a partir de novembro de 2021 e se prolongou nos primeiros meses de 2022, voltando a se repetir no período de primavera/verão, em 2022/2023.

Dados climatológicos indicam que o evento de seca 2021/2022, representou a maior seca nos últimos 70 anos de registros de seca no RS (SANTOS, 2022), com escassez de chuvas associada a altas temperaturas. Registrou-se durante essa seca a maior temperatura em 110 anos: 42,9°C, em 27/02/2022, segundo dado da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET - em Uruguaiana/RS (METSUL, 2022). O evento mais recente de seca, de 2022/23, apresentou-se um pouco menos severo, especialmente na região da BHRS, mas insere-se igualmente nos efeitos de *La Niña* sobre a região.

Esse cenário de estresse hídrico também se apresenta na BHRS, com agravantes: em razão dos índices de tratamento de esgotos serem muito baixos e pelo fato de BHRS ser tributária da transposição de águas de outra bacia, a do Rio Caí. Aliás, esse é um dado pouco estudado. A BHRS recebe águas da bacia do Rio Caí, através do Sistema Salto-Bugres-Canastra de geração de energia elétrica. Essa transposição em termos de volume de água, responde por 25 a 40% de água “adicionada” no Rio dos Sinos a partir da foz do Rio Paranhana. Estima-se que qualquer interrupção nessa transposição de águas pode levar ao colapso nos períodos de estiagens (verão) os sistemas de captação de água a jusante. E, portanto, comprometer o abastecimento para uso humano justamente no Baixo Sinos, onde já há (figura 1), mesmo com a transposição, um déficit hídrico (COMITESINOS; PROFILL, 2017).

A atualização do balanço hídrico da BHRS, realizada pela DOF/DRH (SEMA, 2017), realizado em julho de 2017, é esclarecedor ao realizar as seguintes “considerações relevantes”:

Vale destacar que podem ocorrer situações específicas em decorrência da regra operacional da transposição de água do Rio Caí (através do sistema Salto-Bugres-Canastra), que opera em regime de ponta, ou seja, libera maior quantidade de água em determinadas horas do dia. O efeito dessa variação no regime hídrico do Rio dos Sinos deverá ser estudado através de modelagem hidráulica específica, visto que, em média, a vazão transposta chega a atingir o patamar de 40% da Q90% da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Em termos volumétricos anuais, a transposição de água do Rio Caí (através do sistema Salto-Bugres-Canastra), contribui com cerca de 25% da disponibilidade calculado com base na Q90%. Constitui, pois, em importante fonte de disponibilidade hídrica para a Bacia do Rio dos Sinos, embora operando em regime de ponta (SEMA, 2017, p. 22).

Registre-se que a linguagem técnica presente nesse documento pode até servir para uma leitura que relativize a situação real de estresse hídrico no Baixo Sinos, mas, ao contrário, de fato é muito crítica a realidade de haver déficit hídrico justamente no compartimento que concentra grande parte da população da BHRS. A situação nesse compartimento não é de colapso hídrico justamente porque há dois processos, um resultante de intervenção humana no território, e outro como resultante de um fenômeno natural que amenizam a situação do balanço hídrico.

O primeiro se trata da já referida *transposição de águas entre bacias* (Caí para Sinos), neste caso, um processo resultante de intervenções de engenharia na natureza. Sem essa intervenção de engenharia destinada à geração de energia elétrica, que adiciona água ao Rio dos Sinos, não haveria como sustentar os atuais usos de água no Baixo Sinos.

O segundo processo, que deve igualmente ser considerado, é que justamente nesse trecho do Baixo Sinos ocorre o chamado efeito “remanso” ou de *refluxo das águas do Delta do Jacuí/Lago Guaíba* na calha do Rio dos Sinos, melhorando o nível (volume) de água disponível nesse trecho, neste caso por um fenômeno natural, que por isso mesmo é atingido em seus efeitos nos períodos de seca.

Tanto um processo (transposição de águas da bacia do Caí para o Sinos) como o outro (remanso das águas do Delta) estão evidenciados novamente em “considerações relevantes” do balanço realizado pela DOF/DRH:

Considerando as disponibilidades hídricas com permanência temporal de 90%, *os déficits hídricos ocorrem em praticamente todas as Unidades de Estudo da porção baixa da Bacia e, ainda, em duas unidades da porção alta e uma da porção média.* [grifos nossos] Em termos globais para a Bacia, há um saldo positivo, na foz do Rio dos Sinos, da ordem de 15,4 m³/s. Conta-se, ainda, para auxiliar no atendimento às demandas de água com o refluxo proveniente do Delta

do Jacuí/Lago Guaíba, por efeito de remanso via Rio dos Sinos, que pode “disponibilizar” águas até as proximidades (jusante) da cidade de São Leopoldo. Vale destacar que podem ocorrer situações específicas em decorrência da regra operacional da transposição de água do Rio Caí (através do sistema Salto-Bugres-Canastra), que opera em regime de ponta, ou seja, libera maior quantidade de água em determinadas horas do dia. O efeito dessa variação no regime hídrico do Rio dos Sinos deverá ser estudado através de modelagem hidrodinâmica, visto que, em média, a vazão transposta chega a atingir o patamar de 40% da Q90% da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (SEMA, 2017, p. 22).

Diante dessa realidade, não resta dúvidas sobre a estreita relação entre a disponibilidade (dada a grande demanda dos setores agrícola, industrial e de abastecimento humano) e qualidade da água na BHRS. Estas absolutamente impactadas (mais fortemente no período do verão, mas não somente) no Baixo Sinos, onde o adensamento humano, a presença da indústria é muito superior às regiões do Médio e Alto Sinos.

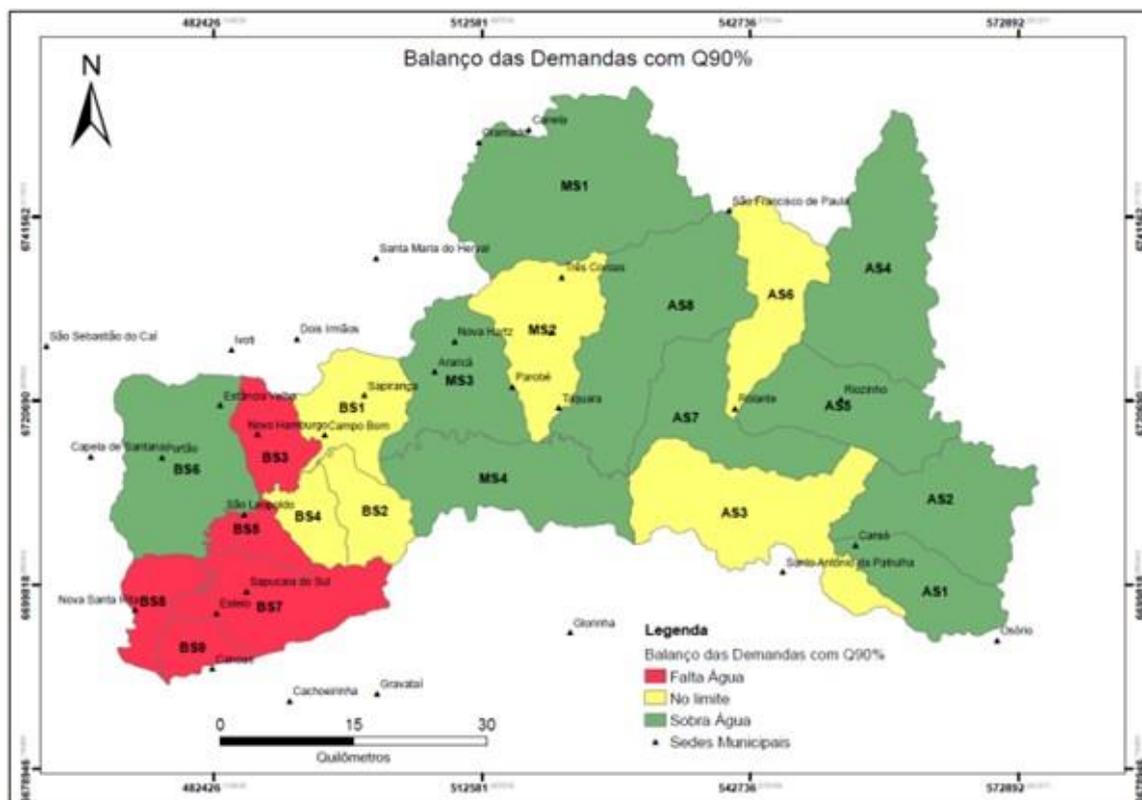
Essa relação ocorre não somente por haver em situações de estresse hídrico o aumento da concentração de poluentes na água, mas também os efeitos da presença de partículas de resíduos ou mesmo de volumes expressivos de grandes volumes de resíduos sólidos urbanos encontrados nos cursos hídricos.

Quadro similar desses processos ocorridos na BHRS no período de primavera-verão de 2011/12 levou as companhias de saneamento CORSAN, COMUSA e SEMAE, em ação coordenada com o Consórcio Pró-Sinos, a proporem uma padronização dos procedimentos de monitoramento hidrológico na bacia. Dessa iniciativa surgiram ações importantes, dentre as quais, a mudança nos sistemas de captação de água das companhias junto ao Rio dos Sinos, a fim de que estes dessem conta de captar água em melhores condições técnicas nos períodos de estiagem (DUTRA; DIETRICH; SANTOS; SILVA; SILVA, 2012).

O cenário de estresse hídrico se apresenta na BHRS agravado pelos baixos índices de tratamento de esgotos, pela dependência da transposição de águas do Caí, que em termos de volume de água, responde por 25 a 35%, em média, e menos de 40% de água “adicionada” no Rio dos Sinos nos períodos de pico de operação do sistema.

Por isso, estima-se que qualquer interrupção nessa transposição de águas pode levar ao colapso nos períodos de estiagens (verão) os sistemas de captação de água a jusante. E, portanto, comprometer o abastecimento para uso humano justamente no Baixo Sinos, onde já há (figura 1), mesmo com a transposição, um déficit hídrico (COMITESINOS; PROFILL, 2017).

Figura 1: Disponibilidade hídrica na BHRS – Balanço das demandas com Q90%



Fonte: Comitesinos; Profill (2017, p. 44).

É importante observar-se que em relação à disponibilidade hídrica consta literalmente no Plano de Bacia do Sinos, como segue: “Na pior situação (Q95%), a disponibilidade, na Bacia como um todo, é da ordem de nove vezes superior ao consumo global. Nessa situação, no entanto, em quatro Unidades de Estudo, verificam-se situações nas quais as disponibilidades são inferiores a duas vezes aos consumos.” (COMITESINOS; PROFILL, 2017, p. 42, grifos nossos).

Mas, conclui-se que a disponibilidade de água na BHRS, em seu conjunto, é nove vezes superior ao consumo, que pouco ou quase nada diz de *segurança hídrica*. Agora, o fato de que as quatro unidades de estudo que correspondem exatamente às áreas urbanas mais densamente ocupadas encontram-se em situação de déficit hídrico diz muito de estresse hídrico e, portanto, de insegurança. É preciso observar (figura 1) e dar a devida importância ao fato de que existem outras seis áreas que já se encontram no limite para atingirem déficit hídrico. Além disso, o próprio Plano de Bacia do Sinos ao mapear o *estresse hídrico* na bacia, valendo-se de metodologia específica, identifica no Baixo Sinos índices (de estresse) que variam de *Médio*, *Alto* e *Muito Alto* (COMITESINOS; PROFILL, 2017, p. 99).

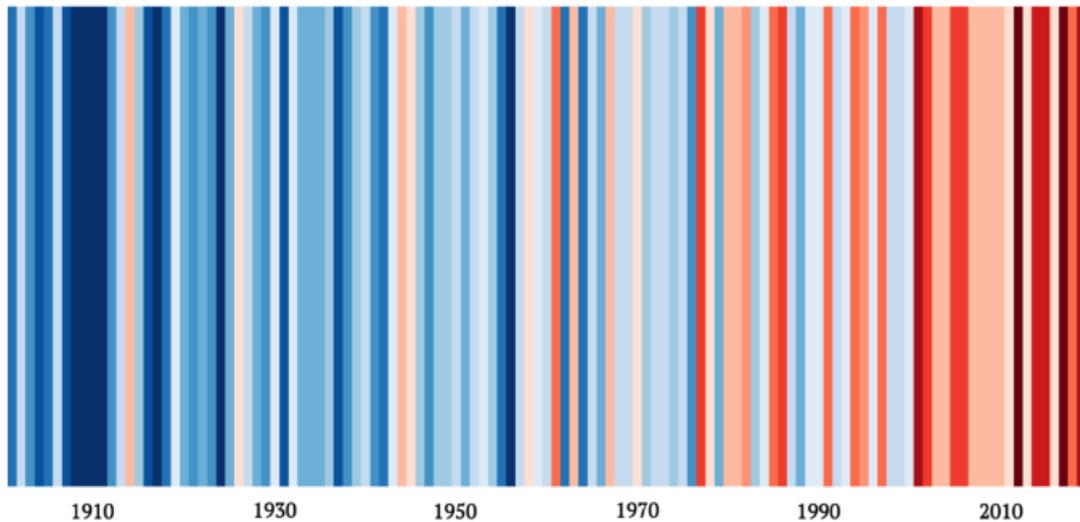
Ao proceder-se a análise do Plano Sinos (PRÓ-SINOS, 2014), do Plano de Bacia (COMITESINOS; PROFILL, 2017) e da atualização do balanço hídricos da BHRS (SEMA, 2017) no que diz respeito à existência de estresse hídrico na BHRS, destaca-se:

- O estresse hídrico está bem evidenciado no Plano Sinos de 2014, com dados que consideram o balanço hídrico em cada compartimento considerando o peso de cada um dos usos principais na bacia;
- O Plano de Bacia de 2017, apresenta o estresse hídrico como uma situação administrável, enfocando a redução da demanda de água pela cultura no arroz na BHRS, em especial pela adoção de modernização tecnológica pelo setor e, de certa forma;
- A atualização do balanço hídrico de 2017 feito pela DOF/DRH, considera os dados do Plano Sinos de 2014, e considera crítica a situação de estresse hídrico no Baixo Sinos, como segue:

As avaliações foram realizadas para identificação da situação do ponto de controle junto ao ponto de captação para abastecimento da cidade de São Leopoldo, na S4 [BS5, no Plano Sinos]. Considerou-se como vazão mínima a ser mantida 1m³/s. Para o mês de março, o balanço apresentou um déficit de 1,174 m³/s, representando cerca de 51% da demanda da UH S4 e 30%, considerando todas as áreas a montante. Uma vez que neste mês não há mais irrigação de arroz, os esforços para redução das demandas deveriam ser inteiramente absorvidos pelos setores de abastecimento público e industrial. Para o mês de janeiro, o déficit foi de 1,012 m³/s, representando 41% das demandas da UH S4 e 16% das demandas totais na bacia. Como este é um mês em que ocorre irrigação, foram sugeridas as seguintes alternativas: Todos setores devem buscar a redução de 16% no consumo: Abastecimento: 0,42 m³/s; Indústria: 0,2 m³/s; Irrigação: 0,38 m³/s; Criação animal: 0,01 m³/s; Apenas um setor deverá reduzir, sem onerar o abastecimento: Indústria: 80%/; ou Irrigação: 42 %; Todos os setores menos abastecimento público: 32 % de redução; Industrial: 0,41 m³/s; Irrigação: 0,76 m³/s; Reservatório para regularização, com aproximadamente 10 milhões de m³ (SEMA, 2017, p. 7).

Portanto, os dados disponíveis nas fontes analisadas deixam clara a situação crítica de estresse hídrico que existe na BHRS, no compartimento Baixo Sinos, a cada verão, ou mesmo, em períodos de estiagens, como tem sido o período recente, desde o verão 2019/20 até o verão 2022/23. Resta evidente que há, além dos processos de expansão urbana na BHRS, e do aumento, ao longo do século XX, das atividades industriais e agrícolas na região, a combinação de ciclos naturais do ambiente com a indução de mudanças climáticas por ações antrópicas. E, no que diz respeito ao ciclo mais recente de períodos de estiagens e de recorrentes ondas de calor extremo, que o fenômeno *La Niña* (SIAS, 2022, 2023) pode ser parte muito relevante para a compreensão do que se expressa em estresse hídrico e seus impactos nas atividades econômicas e no próprio ecossistema BHRS.

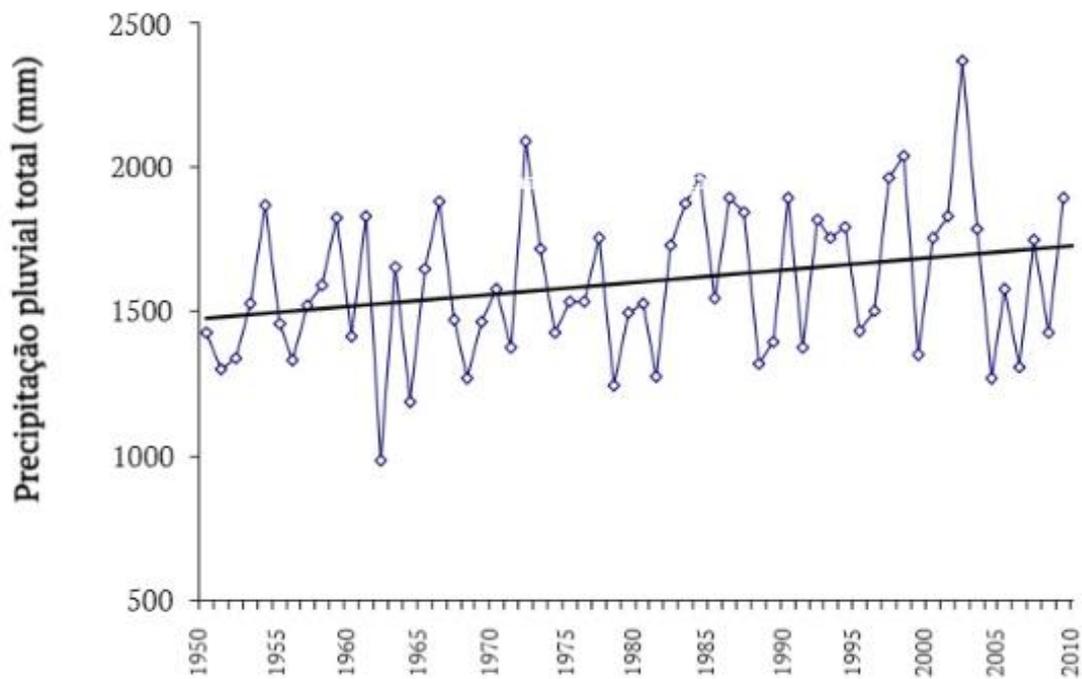
Figura 2: Mudança de temperatura no RS desde 1901



Representação visual da temperatura média no RS | Fonte: Ed Hawkins, University of Reading. Adaptado por DAVILA, 2021.

As pesquisas em andamento ainda não permitem estabelecer as mudanças climáticas como causa da seca recorrente no RS, mas indicam como fatores que intensificam os efeitos da seca, dentre os quais o aumento da temperatura (figura 2), as ondas de calor extremo e a irregularidade das chuvas no território (figura 3).

Figura 3: Tendência linear no volume de chuvas no RS (1950-2010)



Fonte: Ana Paula Assumpção Cordeiro; 2010 in: DAVILA, 202.

Esse contexto ambiental, de estresse hídrico na BHRS, exige o exercício de governança dos recursos hídricos, mais especificamente da Gestão Integrada de Recursos hídricos (GIRH) com referência em bacias hidrográficas. Nesse sentido, a BHRS apresenta-se como território do primeiro comitê de bacias do Brasil, o Comitesinos, criado em 16/03/1988, a BHRS. Igualmente, a BHRS apresenta-se com o primeiro consórcio público de saneamento básico do país, o Consórcio Pró-Sinos, fundado em 16/08/2007 – o qual surgiu como uma mobilização dos municípios da bacia, liderados pelos prefeitos à época – em reação à repercussão de uma gigantesca mortandade de peixes (mais de 90 toneladas) ocorrida na foz do Arroio Portão junto ao Rio dos Sinos, em 07/10/2006. Essa tragédia ambiental repercutiu negativamente para o setor industrial (indústria tratamento do couro, de alimentos e de reciclagem de papel), tendo em vista que havia ocorrido um avanço muito expressivo no tratamento de efluentes industriais ao longo dos anos 1990 e da virada de século XX para o XXI, com investimento em tecnologias para implantar tratamentos efetivos (onde sequer havia).

Contudo, passados dezesseis anos completos dessa grande mortandade de peixes no Rio dos Sinos, o que também passou foi o impulso inicial com a criação do Pró-Sinos e, paralelamente, do PAC Saneamento do Governo Federal, que levou a uma pequena melhoria nos índices de saneamento na BHRS. Houve a descontinuidade do programa, o que associado a não existência de outra fonte de financiamento, fez com que a região voltasse a estagnação do saneamento. Para se ter uma dimensão dessa calamidade, estima-se que em seu conjunto, o tratamento efetivo de esgotos (avançado, em estações de tratamento) esteja hoje em torno de 5% da carga que é lançada na BHRS (BASSAN; SILVA, 2019).

Dessa forma, identifica-se uma certa estagnação da BHRS em termos institucionais, pois o Sistema de Gestão Integrada de Recursos Hídricos – SGIRH – previsto há 29 anos na legislação estadual de recursos hídricos até hoje não foi implantado em sua plena funcionalidade, que incluiria a implantação da cobrança pela captação de água diretamente dos cursos hídricos e instalaria uma ou mais agências de bacias hidrográficas.

Nesse aspecto, pode ser observado que apesar do pioneirismo em termos de legislação de recursos hídricos exercido no RS, houve uma estagnação ao longo de décadas no que se refere à governança efetiva dos recursos hídricos, expresso, dentre outros elementos, pelos baixos índices que tratamento de esgotos, que refletem não somente a falta de investimentos em si, mas a inexistência da cobrança pelo uso da água e da agência de bacias, ambos instrumentos operacionais para que o RS melhore seu desempenho e disponha dos recursos financeiros para investir em saneamento, proteção e conservação de recursos hídricos. Sendo que o caso da BHRS é sobre todos esses aspectos históricos, institucionais e ambientais, uma referência.

Considerações finais

Neste artigo, buscou-se discutir o estresse hídrico na BHRS, como um tema vinculado à governança das águas, que exige uma abordagem, a partir da GIBH. Nos documentos analisados: Plano Sinos de 2014, Plano de Bacia de 2017 e atualização do balanço hídrico de 2017, evidencia-se o estresse hídrico existente no Baixo Sinos e a situação limite que vive o conjunto da BHRS a cada verão bem como em períodos de seca mais prolongados.

Evidencia-se igualmente que há efeitos cumulativos dos processos de urbanização e de mudanças climáticas que desafiam a governança dos recursos hídricos na região, em especial, como uma clara analogia ao déficit hídrico, a existência de um déficit de governança das águas no RS, a partir do caso da BHRS, uma bacia estadual. Isso no horizonte temporal de 35 anos da criação do Comitesinos e de 29 anos da promulgação da lei estadual da política e do sistema de recursos hídricos do Estado do RS, a qual, até o momento não foi implantada em sua íntegra, dada a inexistência de uma agência de bacias e da cobrança pela captação de água nos cursos hídricos do território gaúcho.

No conjunto, os documentos analisados indicam a necessidade de redução dos consumos de água na BHRS, destacam a importância do efeito remanso para o Baixo Sinos e da transposição de águas da bacia do Caí para o Médio e Baixo Sinos. Aliás, o que não é possível aprofundar por ora. A reservação de água nas terras altas (bacia do Caí) combinada com a ampliação da transposição dessas águas para a BHRS pode ser uma alternativa para equacionar o balanço hídrico no Baixo Sinos. Mas que enfim, como as outras possibilidades, carece de uma governança efetiva.

Referências bibliográficas

BASSAN, D.; SILVA, J. C.D.da. Indicadores de saneamento básico na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental - RG&AS**. Florianópolis, v. 8, n. 4, p. 351-367, out/dez. 2019.

CHAVES, A. J. G. **Memórias ecônomo-políticas sobre a administração pública do Brasil**. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2004.

COMITESINOS. **Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos**. São Leopoldo: Comitesinos, 2023. Disponível em: <<http://www.comitesinos.com.br/bacia-hidrografica-do-rio-dos-sinos>> Acesso em: 04 jan.2023.

COMITESINOS; PROFILL. **Plano de bacia**. Relatório final. Síntese. Fase C. Porto Alegre: Profill, 2017. Disponível em: <<http://www.comitesinos.com.br/arquivos/1--plano-de-bacia---relatorio-final-sintese---fase-c-2017-07-03-1499111381.pdf>> Acesso em: 05 set.2020.

DAVILA, B. Rio Grande do Sul, 40 graus: Chuvas intensas, ondas de calor, doenças tropicais: como a mudança climática pode moldar o futuro do nosso estado? **Sextante**, maio/2021. Disponível em: < <https://www.ufrgs.br/sextante/mudanca-climatica-no-rio-grande-do-sul/>> Acesso em: 04 jan.2023.

DIAS, J. L. Z. **Arqueologia no médio Vale do Rio dos Sinos e Vale do Rio Paranhana: o processo de ocupação pelos grupos ceramistas das tradições Taquara e Tupiguarani.** Tese (Doutorado em História). Programa de Pós-Graduação em História. São Leopoldo: Unisinos, 2015. Disponível em: <<http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/7009>> Acesso em: 20 dez.2020.

DUTRA, A. L.; DIETRICH, M. A.; SANTOS, L. A. C. dos; SILVA, D. M. da; SILVA, J. C. D. da. **Padronização dos procedimentos de monitoramento hidrológico na Bacia do Rio dos Sinos.** Porto Alegre: CORSAN, COMUSA, SEMAE, PRÓ-SINOS, março/2012, 27p.

GLEICK, Peter H. et al. **The World's Water: The Report on Freshwater Resources** Volume 9. Oakland, California : The Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, 2018. Disponível em: <https://www.worldwater.org/a876kjsdfb765/World%20Water%20Volume%209.pdf> Acessado em 25 jul.2022.

HOOPER, B.P. **Integrated River Basin Governance: Learning from International Experiences.** London/Seattle: IWA Publishing, Alliance House, 2005.

LAPPE, Emelí. **Os rios compõem histórias: os saberes e as percepções de sociedade tradicional e sociedade nacional em espaços da bacia hidrográfica Taquari-Antas.** 2020. Monografia (Doutorado) – Curso de Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 08 dez. 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/2978>. Acesso em: 18 set. 2022.

LAPPE, E.; LAROQUE, L.F. da S. Indígenas e Natureza: a reciprocidade entre os Kaingang e a natureza nas Terras Indígenas Por Fi Gâ, Jamã Tÿ Tãnh e Foxá. **DeMA.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, Vol. 34, agosto 2015, DOI: 10.5380/dma.v34i0.37073. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/37073/26091> Acesso em 18 set. 2022.

_____; _____. Terra indígena Foxá “aqui no cedro”: passado e presente Kaingang na sociedade do Vale do Taquari-RS-BR. **GEOUSP Espaço e Tempo** (Online), [S. l.], v. 22, n. 1, p. 025-042, 2018. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2018.125928. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/125928>. Acesso em: 18 set. 2022.

LUZ, J. P.; MAZZARINO, J. M.; TURATTI, L. Uma perspectiva tridimensional para a compreensão da governança no âmbito dos comitês de bacias hidrográficas. In: REMPEL, C.; TURATTI, L.; DALMORO, M. (org.). **Desafios da sustentabilidade.** Lajeado : Ed. Univates, 2021. p. 39-61. Disponível em: < https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/350/pdf_350.pdf> Acesso em: 04 jan.2022.

MARQUES, L. Decrescimento. IV – Os limites da água. **Jornal da UNICAMP**, 30 jul.2018. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/artigos/luiz-marques/decrescimento-iv-os-limites-da-agua> Acessado em: 25 jul.2022.

MELO, Itamar. **A guerra do rio. Falta de água coloca arrozeiros e municípios do Vale do Sinos frente a frente na Assembleia Legislativa.** Gaúcha ZH, Porto Alegre, 12/12/2011. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2011/12/falta-de-agua-coloca-arrozeiros-e-municipios-do-vale-do-sinos-frente-a-frente-na-assembleia-legislativa-3593470.html> Acessado em 05 ago.2022.

METSUL. [Metsul Meteorologia]. **Rio Grande do Sul tem maior temperatura da sua história.** Disponível em: <<https://metsul.com/rio-grande-do-sul-tem-maior-temperatura-da-sua-historia/>>. Acesso em 28 fev. 2022.

NASH, Roderick. **The rights of nature.** (History of American thought and culture). Wisconsin: The University of Wisconsin Press, 1989.

OLIVEIRA, B. **Seca no Rio Grande do Sul leva rios aos menores níveis em 80 anos.** Porto Alegre: Jornal do Comércio, 12/05/2020. Disponível em: <

https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/geral/2020/05/738427-seca-no-rio-grande-do-sul-leva-rios-aos-menores-niveis-em-80-anos.html>. Acesso em 10 dez. 2020.

PRÓ-SINOS, Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. **Plano de Bacia**. [Plano com todos os relatórios]. São Leopoldo: Pró-Sinos, 2014. Disponível em: <<http://www.prosinos.rs.gov.br/planos-e-acoaes/plano-de-bacia>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

SANTOS, M. A. dos. Entrevista do agrometeorologista Marco Antônio dos Santos a CNN. In: GALVANI, G.; CANDAL, L. “**Seca do Rio Grande do Sul é a maior dos últimos 70 anos**”, **diz agrometeorologista**. São Paulo: CNN. (08/02/2022). Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/seca-do-rio-grande-do-sul-e-a-maior-dos-ultimos-70-anos-diz-agrometeorologista/> Acesso em: 20 out.2022.

SCHNEIDER; *et al.* Investigações arqueológicas no Vale do Taquari, Rio Grande do Sul, Brasil. **Clio Arqueológica**, volume 3, nº 2, p.139-186, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/clioarqueologica/article/download/246409/35514> > Acesso em 20 dez.2020.

SEMA. Secretaria do Ambiente de Desenvolvimento Sustentável. **Atualização do balanço hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos**. Porto Alegre: DOF/DRH/SEMA, julho/2017. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202201/12130446-info-01-17-atualizacao-balanco-hidrico-sinos-rev-07-17.pdf>>Acesso em 04 jan/2023.

_____. **Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos**. Disponível em: <<https://sema.rs.gov.br/g020-bh-sinos>>. Acesso em: 04 jan. 2023.

SIAS, E. Onda de calor do início do mês ficou 60 vezes mais provável pelas mudanças no clima: Estudo internacional de atribuição divulgado hoje analisou o evento de calor extremo do início de dezembro na Argentina, Uruguai, Paraguai e Rio Grande do Sul. **Metsul Meteorologia**, 21 dez.2022. Disponível em: <<https://metsul.com/onda-de-calor-do-inicio-dos-mes-ficou-60-vezes-mais-provavel-pelas-mudancas-no-clima/> > Acesso em 04 jan.2023.

_____. Mudança climática não é causa da seca no Rio Grande do Sul: Grupo internacional de cientistas estudou a seca na Argentina, Uruguai e Rio Grande do Sul que assola a região por anos seguidos. **Metsul Meteorologia**, 01 mar/2023. Disponível em: <<https://metsul.com/estudo-mudanca-climatica-nao-e-causa-da-seca-no-rio-grande-do-sul/> > Acesso em: 05 mar/2023.

STONE, Christopher D. Should Trees have Standing?— Toward Legal Rights for Natural Objects. *Southern California Law Review* 45, 1972, 450-501. Disponível em: <https://iseethics.files.wordpress.com/2013/02/stone-christopher-d-should-trees-have-standing.pdf> Acessado em 04.jan.2022.

TUCCI, C.E.M. Urbanização e recursos hídricos. In: BICUDO, Carlos E. de M.; TUNDISI, José Galizia; SCHEUENTSUL, Marcos C. Barnsley (Org.). **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências; Instituto Botânica, 2010. p. 113-128.

TUNDISI, J.G. Governança da água. **Revista UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 222-235, jul./dez. 2013.

WOHAJN, Daniel. **Parâmetros hidrogeológicos do Sistema Aquífero Guarani na Sub-bacia do Arroio Portão/RS**. Dissertação (mestrado), Unisinos: Programa de Pós-Graduação em Geologia. São Leopoldo/RS, 2011.