



## **A contribuição do manejo integrado de bacias hidrográficas para a resiliência frente às mudanças climáticas: o caso das inundações no Rio Grande do Sul**

**Edson Luís Pirolí**

PhD Professor, UNESP, Brazil.  
edson.pirolí@unesp.br

**Adão Robson Elias**

PhD Professor, UTFPR, Brazil.  
robsonelias@utfpr.edu.br

**Wanda Luquine Elias**

MSc. Professor, UNIDEP/Afya, Brazil  
wanda\_le@terra.com.br

Submissão: 25/03/2025

Aceite: 18/05/2025

PIROLI, Edson Luís; ELIAS, Adão Robson; ELIAS, Wanda Luquine. A contribuição do manejo integrado de bacias hidrográficas para a resiliência frente às mudanças climáticas: o caso das inundações no Rio Grande do Sul. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, [S. l.], v. 21, n. 1, 2025.

DOI: [10.17271/1980082721120255778](https://doi.org/10.17271/1980082721120255778). Disponível

em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum\\_ambiental/article/view/5778](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/5778). Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## **A contribuição do manejo integrado de bacias hidrográficas para a resiliência frente às mudanças climáticas: o caso das inundações no Rio Grande do Sul**

### **RESUMO**

**Objetivo** – Analisar os episódios de inundação ocorridos no Rio Grande do Sul, principalmente nos tributários da Bacia Hidrográfica do Guaíba, nos meses de abril e maio de 2024, sob a ótica do manejo integrado de bacias hidrográficas.

**Metodologia** – O trabalho, a partir de análises fundamentadas na pesquisa descritiva, busca entender e explicar as causas das inundações, e principalmente, dos seus impactos. Visa, desta forma, indicar recomendações fundamentadas na pesquisa explicativa, para o gerenciamento e a gestão das bacias hidrográficas, baseadas no seu manejo integrado.

**Originalidade/relevância** - Os episódios de chuvas intensas têm se tornado mais frequentes no Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, causando graves impactos sociais, econômicos e ambientais. As chuvas intensas resultam em destruição de casas, perda de vidas e danos a infraestruturas essenciais, como saúde, educação e transporte. O setor produtivo também sofre com perdas significativas na agricultura, pecuária e comércio, afetando a economia regional e nacional. Ambientalmente, as chuvas causam inundações, erosões, deslizamentos e assoreamentos, prejudicando solo, água, flora e fauna. A intensificação desses eventos está ligada a mudanças climáticas e à falta de planejamento na ocupação do território e na gestão dos recursos hídricos. A ocupação de áreas de risco, como planícies de rios e encostas declivosas de morros, exacerba os desastres naturais. Para mitigar esses impactos, é necessário adotar o Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas (MIBH), que considera as características naturais e os limites de uso das áreas. O MIBH envolve políticas e legislações robustas, como a Política Nacional de Recursos Hídricos, e técnicas de manejo que promovem a infiltração e retenção de água no solo, reduzindo o escoamento superficial e os riscos.

**Resultados** – Os resultados obtidos demonstram as características da área analisada, das causas das inundações e a importância da adoção das técnicas de manejo integrado das bacias hidrográficas.

**Contribuições teóricas/metodológicas** – Os métodos utilizados, fundamentados na pesquisa descritiva e explicativa, contribuíram para a compreensão das inundações, suas causas, consequências e possibilidades de ações para a minimização de seus impactos.

**Contribuições sociais e ambientais** – As análises e observações demonstradas no artigo, evidenciam a importância de políticas públicas voltadas à ocupação adequada do solo urbano e rural, sobretudo em áreas de risco. Evidenciam ainda a importância do desenvolvimento de estratégias para a mitigação de riscos hidrológicos em áreas vulneráveis, a partir das técnicas de manejo integrado de bacias hidrográficas, protegendo assim pessoas, animais, patrimônios e estruturas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eventos extremos. Chuvas intensas. Rio Grande do Sul. Impactos ambientais. Inundações.

## **The Contribution of Integrated Watershed Management to Resilience Against Climate Change: the case of floods in Rio Grande do Sul**

### **ABSTRACT**

**Objective** – To analyze the flooding episodes that occurred in Rio Grande do Sul, mainly in the tributaries of the Guaíba River Basin, in the months of April and May 2024, from the perspective of integrated river basin management.

**Methodology** – The work, based on descriptive research analyses, seeks to understand and explain the causes of flooding, and mainly, their impacts. It aims to indicate recommendations for the management of the river basins.

**Originality/relevance** - Episodes of heavy rainfall have become more frequent in Brazil, especially in Rio Grande do Sul, causing serious social, economic and environmental impacts. Heavy rainfall results in the destruction of homes, loss of life and damage to essential infrastructures, such as health, education and transportation. The productive sector also suffers significant losses in agriculture, livestock and commerce, affecting the regional and national economy. Environmentally, rainfall causes flooding, erosion, landslides and silting, damaging soil, water, flora and fauna. The intensification of these events is linked to climate change and the lack of planning in the occupation of the territory and in the management of water resources. The occupation of risk areas, such as river plains and steep hillsides, exacerbates natural disasters. To mitigate these impacts, it is necessary to adopt Integrated Watershed Management (IWM), which considers the natural characteristics and limits of use of the areas. IWM involves robust

policies and legislation, such as the National Water Resources Policy, and management techniques that promote infiltration and retention of water in the soil, reducing surface runoff and risks.

**Results** – The results obtained demonstrate the characteristics of the area analyzed, the causes of flooding and the importance of adopting integrated watershed management techniques.

**Theoretical/methodological contributions** – The methods used, based on descriptive and explanatory research, contributed to the understanding of flooding, its causes, consequences and possible actions to minimize its impacts.

**Social and environmental contributions** – The analyses and observations demonstrated in the article highlight the importance of public policies aimed at the adequate occupation of urban and rural land, especially in risk areas. They also highlight the importance of developing strategies to mitigate hydrological risks in vulnerable areas, based on integrated watershed management techniques, thus protecting people, animals, assets and structures.

**KEYWORDS:** Extreme events. Intense rainfall. Rio Grande do Sul. Environmental impacts. Floods.

## **La contribución de la gestión integrada de cuencas hidrográficas a la resiliencia frente al cambio climático: el caso de las inundaciones en Rio Grande do Sul**

### **RESUMEN**

**Objetivo:** Analizar las inundaciones ocurridas en Rio Grande do Sul, principalmente en los afluentes de la cuenca del río Guaíba, durante los meses de abril y mayo de 2024, desde la perspectiva de la gestión integrada de cuencas hidrográficas.

**Metodología:** El trabajo, basado en análisis descriptivos, busca comprender y explicar las causas de las inundaciones y, principalmente, sus impactos. Su objetivo es formular recomendaciones para la gestión de las cuencas hidrográficas.

**Originalidad/relevancia:** Las lluvias torrenciales se han vuelto más frecuentes en Brasil, especialmente en Rio Grande do Sul, causando graves impactos sociales, económicos y ambientales. Estas lluvias provocan la destrucción de viviendas, la pérdida de vidas y daños a infraestructuras esenciales, como la salud, la educación y el transporte. El sector productivo también sufre pérdidas significativas en la agricultura, la ganadería y el comercio, lo que afecta la economía regional y nacional. Ambientalmente, las lluvias provocan inundaciones, erosión, deslizamientos de tierra y sedimentos, dañando el suelo, el agua, la flora y la fauna. La intensificación de estos eventos está vinculada al cambio climático y a la falta de planificación en la ocupación del territorio y en la gestión de los recursos hídricos. La ocupación de zonas de riesgo, como llanuras fluviales y laderas escarpadas, agrava los desastres naturales. Para mitigar estos impactos, es necesario adoptar la Gestión Integrada de Cuencas (GIC), que considera las características naturales y los límites de uso de las áreas. La GIC implica políticas y legislación sólidas, como la Política Nacional de Recursos Hídricos, y técnicas de gestión que promueven la infiltración y retención de agua en el suelo, reduciendo la escorrentía superficial y los riesgos.

**Resultados:** Los resultados obtenidos demuestran las características del área analizada, las causas de las inundaciones y la importancia de adoptar técnicas de gestión integrada de cuencas.

**Contribuciones teóricas/metodológicas:** Los métodos utilizados, basados en investigación descriptiva y explicativa, contribuyeron a la comprensión de las inundaciones, sus causas, consecuencias y las posibles acciones para minimizar sus impactos. Contribuciones sociales y ambientales: Los análisis y observaciones presentados en el artículo resaltan la importancia de las políticas públicas orientadas a la adecuada ocupación del suelo urbano y rural, especialmente en zonas de riesgo. También destacan la importancia de desarrollar estrategias para mitigar los riesgos hidrológicos en zonas vulnerables, basadas en técnicas de gestión integrada de cuencas hidrográficas, protegiendo así a las personas, los animales, los bienes y las estructuras.

**PALABRAS CLAVE:** Eventos extremos. Lluvias intensas. Rio Grande do Sul. Impactos ambientales. Inundaciones.

## 1 INTRODUÇÃO

Episódios de chuvas intensas e suas consequentes enxurradas, inundações e deslizamentos em encostas, têm se tornado cada vez mais frequentes em todo território brasileiro, com recorrência maior em algumas regiões. Dentre o conjunto de episódios extremos observados nos últimos anos, aqueles ocorridos no Rio Grande do Sul tem se destacado. Tanto pela intensidade quanto pelo tamanho dos impactos causados para pessoas, setor produtivo, economia e recursos naturais.

As pessoas sofrem com a destruição de suas casas, moradias e de seus lugares de vivência e com a perda de vidas. Há também as dificuldades causadas pela perda das infraestruturas de apoio para saúde, educação, transporte, alimentação, segurança, vestuário, comunicação, energia elétrica, comércio em geral e até mesmo água. Isso porque embora a causa principal destes episódios seja a chuva intensa, a água concentrada na superfície, destrói também as estruturas de distribuição de água tratada, comprometendo o atendimento da demanda e as condições de vida dos desabrigados e desalojados, além de afetar também parte das populações dos municípios que não moram nas áreas atingidas (Marengo *et al*, 2023; Lima; Silva, 2024).

O setor produtivo em geral é fortemente impactado pela destruição de lavouras, perdas de criações e pelos intensos processos de erosão dos solos e de assoreamento de corpos d'água. Aqui é importante considerar que quando um agropecuarista perde o solo de sua propriedade, perde a parte principal de seu meio de produção e de subsistência. E como as atividades agropecuárias são a base da economia do Rio Grande do Sul e do Brasil, os prejuízos são amplificados para toda população do estado e do país. Há, além disso, a perda de indústrias, comércios, serviços, malha viária, pontes, aeroportos, entre outras estruturas, que comprometem ainda mais a economia das regiões atingidas e do Estado.

No que se refere aos prejuízos ambientais, destacam-se a destruição dos solos, com as erosões, deslizamentos e assoreamentos; da água, com as perdas relativas aos córregos, riachos, ribeirões e rios e dos seus ecossistemas; da flora nativa com a destruição de vastas extensões de matas ciliares e de encostas; da fauna silvestre, com a destruição de seus habitats, além da morte de animais de muitas espécies durante os processos de enxurradas, inundações e deslizamentos (Simionatto *et al*, 2024).

Este conjunto de consequências indica a urgência do conhecimento das causas da intensificação da ocorrência das chuvas extremas, bem como de estratégias de enfrentamento dos seus impactos (Azadi *et al*, 2022). Nesse contexto, o presente trabalho busca entender as origens deste fenômeno, para em seguida propor estratégias de planejamento da ocupação do espaço geográfico fundamentadas nas técnicas de manejo integrado de bacias hidrográficas, visando a redução dos prejuízos causados nas esferas social, econômica e ambiental. Trabalha-se com este recorte territorial em função de que as consequências das chuvas extremas se concentraram em algumas bacias hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul, principalmente dos rios Jacuí e Taquari, tributários da Bacia Hidrográfica do Guaíba.

Estas consequências podem ser consideradas reflexo da falta de planejamento na ocupação do território, de gestão dos recursos hídricos e de manejo integrado dos recursos naturais nessas bacias. Este contexto, somado ao cenário de mudanças climáticas que o planeta

está enfrentando atualmente, tem potencial para gerar crises com dimensões cada vez mais graves (Winkler *et al*, 2021; Silva *et al*, 2023).

## **2 AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

O clima mundial está passando por mudanças que podem ser observadas a partir de um aumento na gravidade, extensão e frequência de vários tipos de eventos extremos ocorrendo em várias partes do planeta, como ondas de calor, que se tornaram mais comuns no ocidente desde a década de 1980. Nos Estados Unidos, por exemplo, o risco de seca aumentou no século passado, enquanto ao mesmo tempo as chuvas se tornaram mais extremas nas últimas décadas, especialmente a leste das Montanhas Rochosas (Marvel, 2023).

O Brasil por ser um país continental e possuir características fisiográficas muito particulares em termos de elementos naturais como relevo, clima e vegetação (Salgado *et. al.*, 2019), apresenta importantes variações em termos de distribuição de chuvas. Estes fatores definem as principais ações de precipitação no território brasileiro e fazem com que a região sul, que apresenta distribuição uniforme ao longo do ano, seja a segunda região mais chuvosa do país, atrás apenas da floresta amazônica no norte do Brasil (Luiz-Silva *et. al.*, 2021).

As características das precipitações na região sul, por sua vez, têm forte influência em várias questões socioeconômicas associadas aos recursos hídricos, geração de energia e agricultura. Conhecer estas características é então importante para o abastecimento de água potável, visando a segurança hídrica da população, assim como para prever a ocorrência de fenômenos intensos que possam causar maiores estragos. Para isso é fundamental que seja feito cada vez com maior refinamento, tanto em termos de tempo quanto de espaço, o monitoramento e a previsão do tempo e do clima (Delgado *et al*, 2020).

Ao se falar de monitoramento do tempo e clima cabem observações sobre aumento na gravidade, extensão e/ou frequência de vários tipos de eventos extremos relacionados a inundações e secas em diferentes regiões do país (Rocha *et al*, 2019). As catástrofes em decorrência de eventos extremos, como precipitação severa incidem em riscos às pessoas, perdas e danos ao meio ambiente, prejuízos econômicos e à infraestrutura de uma região (Debortoli *et. al.*, 2017). Assim, é necessário analisar e estudar as causas associadas à frequência e intensidade de tais ocorrências de precipitação extrema (Luiz-Silva *et al*, 2021) para estabelecer estratégias de previsão, alerta e ação quando da ocorrência destes fenômenos.

As chuvas, principalmente na região sul do Brasil, são influenciadas por sistemas convectivos de mesoescala, com uma combinação de fatores sazonais, como o El Niño Sul Oscilação (ENSO), oscilações decenais e mudanças climáticas (Teixeira; Satyamurthy, 2007). Clarke *et. al.* (2024) atribuem aos eventos de El Niño um padrão de trem de ondas atmosférico do Pacífico Sul-Americano (PSA) que gera um centro persistente de alta pressão sobre a costa leste da América do Sul. Como resultado, causam inundações frequentemente no sul do Brasil, no Uruguai e no norte da Argentina durante os anos de El Niño. Embora o padrão PSA seja mais forte durante a primavera e o verão, fortes precipitações e inundações podem ocorrer durante o outono e o inverno, quando os sistemas frontais começam a vir de latitudes mais altas e ficam presos na região, bloqueados pelo persistente centro de alta pressão sobre o centro do Brasil.

Assim, as enchentes mais impactantes no sul do Brasil associadas ao El Niño tendem a ocorrer durante o outono e início do inverno.

Para Clarke *et al.* (2024), o El Niño Oscilação Sul, um fenômeno climático natural, pode explicar a variabilidade na chuva observada no Rio Grande do Sul (Valente, 2018). Contudo, os mesmos autores observam que embora existam leis de proteção ambiental no Brasil para proteger as vias navegáveis da construção e limitar as mudanças no uso da terra, elas não são aplicadas ou reforçadas consistentemente, levando à invasão de terras propensas a inundações e, portanto, aumentando a exposição de pessoas e infraestrutura aos riscos de inundação.

Importante considerar que os 3 parâmetros que interferem neste conjunto de processos são a intensidade, a duração e a frequência das chuvas. O conhecimento deles é essencial no planejamento da ocupação do território e no dimensionamento de obras hidráulicas, de forma a evitar as inundações. As precipitações máximas são ocorrências extremas, com duração e distribuição espacial e temporal críticas para uma área ou bacia hidrográfica. Podem intensificar a erosão do solo e as inundações em áreas urbanas e rurais, danificar as obras hidráulicas, e causar vários outros prejuízos (Bertoni; Tucci, 2007).

### **3 AS INUNDAÇÕES NAS BACIAS DOS RIOS JACUÍ E TAQUARI**

Os rios apresentam um conjunto de processos naturais que ocorrem de maneira cíclica em qualquer lugar do planeta. Destacam-se as enchentes, períodos em que o rio está enchendo, normalmente decorrente de chuvas intensas e ou prolongadas; as cheias, que estão relacionadas à saída da água do leito maior dos rios, alcançando as planícies que em geral, margeiam os corpos d'água de dimensões maiores; e a vazante, período em que as águas que saíram da calha do rio, voltam para o seu leito normal (Piroli, 2022).

Quanto maior for o rio, maior será sua planície de cheia, também denominada de leito maior sazonal (Scartazzini *et al.*, 2008). O fato destes locais serem planos e geralmente terem solo fértil, além de estarem próximos à água, faz com que sejam utilizados pela humanidade para produção de alimentos e moradias desde tempos imemoriais. Com o aumento da população e da demanda por alimentos e moradias, a ocupação de planícies de rios se ampliou por todo mundo e continua se intensificando continuamente.

Essa situação coloca seres humanos e suas infraestruturas dentro do leito maior sazonal de rios. Assim, quando ocorrem precipitações intensas e com volumes maiores que o normal sobre áreas consideráveis ou sobre a totalidade da área de grandes bacias hidrográficas, aumenta o escoamento superficial. A água escoada superficialmente chega aos rios e quando estes têm seu leito cheio, se espriam pelas suas planícies. A este processo de saída da água do leito do rio e de atingimento de pessoas e estruturas é dado o nome de inundação.

As inundações têm sido potencializadas nos últimos anos devido a fatores como chuvas de maior intensidade e mais concentradas em alguns períodos; aumento da impermeabilização e da compactação do solo em áreas cada vez maiores das bacias hidrográficas e ocupação de planícies de cheia de rios. Contribuem também para o aumento das ocorrências das inundações, as mudanças no uso da terra, a falta de planejamento na ocupação do território, tanto rural quanto urbano e a ausência de manejo integrado das bacias hidrográficas. E, deve-se incluir ainda nestes fatores, a falta de conhecimento ou a desconsideração, dos ciclos naturais,



sobretudo do ciclo da água, no momento das tomadas de decisão (Cui *et al* 2022; Duan *et al* 2023; Teck *et al* 2023).

Assim, a origem dos desastres naturais (ou ambientais) está basicamente na ocupação de áreas de risco pela população. Ou seja, se não há pessoas morando em vales de rios ou em encostas de morros, mesmo que ocorram cheias ou deslizamentos, não ocorrerão prejuízos e perdas de vidas humanas. E, se ocorrerem, terão dimensões muito menores. Mas, como a população tem aumentado e nesse processo, ocupado mais áreas, e parte delas, de risco, os desastres naturais aumentam. Além disso, as mudanças climáticas e as mudanças nas formas com que a terra é utilizada, potencializam eventos extremos (Clarke, 2024), como as chuvas que ocorreram na região da bacia hidrográfica dos rios Jacuí e Taquari e as inundações nas planícies destes rios no segundo semestre de 2023 e no primeiro semestre de 2024.

Conhecer as características naturais, sociais e econômicas, bem como o histórico das bacias hidrográficas é fundamental para evitar ou minimizar as perdas. No caso das bacias dos rios Jacuí e Taquari há registros de cheias com características próximas das que ocorreram no início de setembro de 2023 e de maio de 2024, no ano de 1941 (Reckziegel, 2018; Valente, 2018). Desde então, em vários outros anos estes episódios se repetiram, como por exemplo, na inundação ocorrida na cidade de Marques de Souza, no dia 04/01/2010, quando as águas do rio Forqueta subiram rapidamente e os moradores não tiveram tempo de recolher seus pertences ou deslocar seus animais nos estabelecimentos rurais. Muitas propriedades agropecuárias situadas próximas às áreas ribeirinhas, foram destruídas por completo. Além disso, 60% do perímetro urbano foi inundado.

Ou seja, olhando-se a história do último século, verifica-se que este tipo de evento não é novidade na região. A principal diferença entre as primeiras inundações registradas e as que ocorrem atualmente é que hoje existem muito mais pessoas e atividades econômicas, sociais, culturais, turísticas e outras, sendo desenvolvidas na planície de inundação dos rios da área atingida. Isso amplia os desastres, os prejuízos e as mortes. E os registros alcançam pouco mais de um século. Se observarmos atentamente as características geomorfológicas das bacias, com seus relevos movimentados e as grandes planícies margeando os baixos trechos de seus rios, verificamos que aquelas planuras não surgiram de uma hora para outra. São consequência de processos que se desenvolvem há milhares, possivelmente, milhões de anos.

#### **4 A bacia hidrográfica do Guaíba**

A bacia hidrográfica do Guaíba é uma das três grandes bacias do Rio Grande do Sul (Figura 1), sendo formada pelas sub-bacias dos rios Jacuí, Taquari (que sofreram os principais processos de inundação nos anos de 2023 e 2024), Caí, Sinos e Gravataí. A área total da bacia do Guaíba, incluindo a contribuição lateral ao lago Guaíba, é de 84.763,54 km<sup>2</sup> (Silveira, 2020).

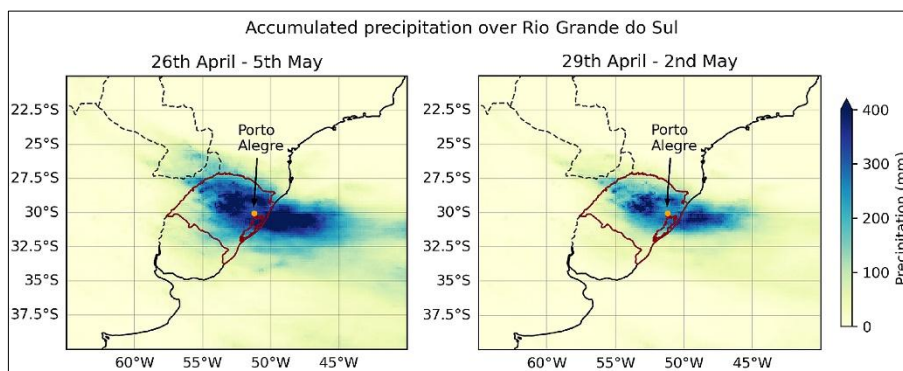
Figura 1. Bacias e Sub-bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul.



Fonte: SEMA, 2002.

Observando-se a localização da Bacia Hidrográfica do Guaíba e sua dimensão, verifica-se que o volume de água que precipita sobre ela em períodos de chuvas intensas pode ser muito grande. No caso das chuvas ocorridas entre o final de abril e início de maio de 2024, chegaram a superar as centenas de milímetros, conforme pode ser visto na Figura 2.

Figura 2. Precipitação acumulada sobre o Estado do Rio Grande do Sul entre o final de abril e o início de maio de 2024.



Fonte: Clarke *et al*, 2024.

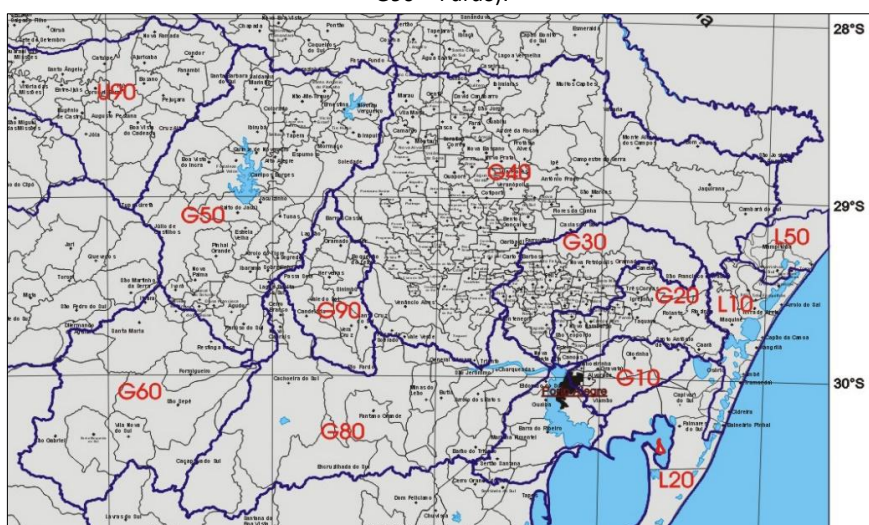


As chuvas extremas foram impulsionadas pela persistente "alta do Atlântico Sul", uma região de alta pressão sobre o leste do Brasil e o Atlântico Sul. Isso intensificou os ventos alísios, facilitando o fluxo de umidade de leste do Oceano Atlântico tropical para a região central do Brasil, seguido pelo transporte aprimorado de umidade do centro do Brasil em direção ao Rio Grande do Sul através do Jato de Baixo Nível Sul-Americano (SALLJ). Em 26 de abril, as massas de ar viajaram por uma rota continental, tendo se originado da região central do Brasil cinco dias antes. O sistema de alta pressão persistente que se desenvolveu sobre o Oceano Atlântico Sul agiu como um sistema de bloqueio do fluxo de oeste. Isso resultou em altas quantidades de chuva que levaram a inundações sem precedentes sobre o Rio Grande do Sul (Clarke, 2024).

Volumes de chuvas como estes tendem a superar a capacidade de infiltração e armazenamento de água do solo, causando enxurradas e cheias no leito dos rios e em suas planícies aluviais, mesmo em condições naturais. No caso de bacias hidrográficas intensamente ocupadas, com solos amplamente impermeabilizados e compactados, bem como com estruturas para concentração e direcionamento das águas escoadas, o escoamento superficial predominará e os volumes de água a chegarem nos pontos mais baixos do relevo será de grandes dimensões.

Ao se analisar a área das unidades de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Guaíba (Figura 3), representadas pela letra G, verifica-se que a maioria é composta por um grande número de municípios. Cada um deles tem uma área urbana, normalmente bastante impermeabilizada. Além disso, tem ligações com os municípios vizinhos, via de regra, por rodovias, que também impermeabilizam o solo e concentram e direcionam a água das chuvas. E, além disso, tem áreas rurais sendo usadas para produção de alimentos e matérias-primas para todas as pessoas que moram nas cidades da área e para comércio com outras regiões. Nas áreas de produção é comum não haver todas as técnicas de conservação do solo e da água necessárias para a manutenção do equilíbrio da relação solo-água, mesmo em condições de precipitações normais. Em casos extremos essa relação fica ainda mais desequilibrada.

Figura 3. Grande número de divisões municipais na Bacia Hidrográfica do Guaíba (G10 - Gravataí, G20 - Sinop, G30 - Caí, G40 - Taquari-Antas, G50 - Alto Jacuí, G60 - Vacacaí-Vacacaí-Mirim, G70 - Baixo Jacuí, G80 - Lago Guaíba e G90 - Pardo).



Fonte: SEMA, 2003.

Assim, em um contexto de precipitações extremas, que concentram água sobre a área de uma grande bacia hidrográfica, que tem áreas significativas de seus solos impermeabilizados ou compactados e que tem pessoas vivendo em áreas de risco, surgem os desastres naturais que vimos no Rio Grande do Sul e que tem se repetido pelo Brasil e pelo mundo afora. A partir daí surge a questão premente: como conviver com as mudanças climáticas, mantendo e melhorando as condições socioeconômicas das populações, a capacidade produtiva dos solos, a segurança hídrica, alimentar e energética, e ainda, mantendo ou recuperando os ecossistemas naturais, que são a base de todas as relações existentes entre a humanidade e seu habitat?

## **5 O MANEJO INTEGRADO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Uma das respostas possíveis é o Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas (MIBH). Nele, as bacias hidrográficas são ocupadas e usadas para as atividades antrópicas considerando as características naturais da área e seus limites de utilização. A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) definida pela Lei 9.433/1997 institucionalizou a gestão integrada, participativa e descentralizada dos recursos hídricos, tendo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e considerando a água bem de uso comum e de valor econômico.

A partir de então o Brasil tem feito avanços institucionais significativos na direção da gestão multinível integrando instituições públicas municipais, estaduais e federais com empresas privadas e a sociedade civil organizada. No entanto, há ainda dificuldades importantes no tocante à aplicação prática dos conceitos relacionados ao planejamento, gestão e manejo integrado das bacias hidrográficas.

No que se refere ao MIBH, termo tradicionalmente utilizado em temas voltados à gestão de recursos hídricos, atualmente pode ser comparado com termos como soluções baseadas na natureza, uma vez que ambos atuam sobre as questões ambientais, considerando as características e demandas sociais e econômicas das pessoas que habitam determinados territórios.

Assim, uma das estratégias possíveis para enfrentamento das mudanças climáticas e para redução de riscos e danos às pessoas e ao ambiente é o MIBH e suas técnicas. Dentre elas, destacam-se:

### *Conhecimento, aprimoramento e aplicação das políticas e legislações nacional e estaduais*

O Brasil possui um conjunto legal bastante robusto no que se refere ao planejamento, ocupação e uso do território. É possível citar como principais exemplos a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997), o Estatuto das Cidades (Lei 10.257/2001), a Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei 12.187/2009), a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), o novo Código Florestal (Lei 12.651/2012), e a Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/1998).

Este embasamento legal, no entanto, ainda não surte os efeitos esperados na proteção dos recursos naturais, na sua conservação e nem na melhora das condições sociais e econômicas

da maior parte da população brasileira. É necessário, portanto, que as políticas sejam implementadas de fato para que causem os efeitos desejados.

#### *Ordenamento adequado do território das bacias hidrográficas*

O ordenamento territorial está previsto na legislação brasileira e em outros documentos complementares, sem, no entanto, apresentar clareza quanto à abordagem conceitual e metodológica, sendo usado de maneira genérica. Na Constituição Federal de 1988, artigo 30, incisos II e VIII, é atribuído aos municípios:

Art. 30. Compete aos Municípios:

II - suplementar a legislação federal e a estadual no que couber;

VIII - promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano (Brasil, 1988).

Para Câmara e Medeiros (1998, p. 5) “Os trabalhos de *ordenamento territorial* objetivam normatizar a ocupação do espaço, buscando racionalizar a gestão do território, com vistas a um processo de desenvolvimento sustentado. Os autores mostram que toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço, deve compreender a análise dos diferentes componentes do ambiente que incluem o meio físico-biótico, a ocupação humana e seu inter-relacionamento. Santos (2004) indica que para se ordenar o território se exige contemplar alternativas de usos possíveis e aceitáveis.

Já Orea e Villarino (2014) dizem que sistemas territoriais são uma construção social que representa o estilo de desenvolvimento de uma sociedade, através das atividades que a população pratica sobre o meio físico e da interação entre estes componentes, através dos canais de regulação que visam proporcionar a funcionalidade deste sistema (marco legal e institucional). Recomendam o trabalho com três dimensões complementares e interativas: o diagnóstico territorial (interpretação do sistema territorial considerando a evolução histórica e das tendências evolutivas sem intervenção); a planificação territorial (ou definição de sistema territorial futuro e das medidas de regulação, de intervenção e de gestão tendo em vista definição de cenários e situações futuras imagináveis a longo prazo); e a gestão territorial (entendida como o conjunto de diligências para aplicar medidas capazes de direcionar o sistema territorial em direção do cenário pretendido) (Santos, 2020). Conforme Ross (1994), o princípio básico do ordenamento territorial deve ser calcado nos pressupostos do desenvolvimento com política conservacionista.

#### *Caracterização e diagnóstico do território das bacias hidrográficas*

Pirolí (2022) indica que para o manejo correto das águas em uma bacia hidrográfica é preciso identificar dados relativos ao sistema natural de drenagem das águas, às interferências que ocorreram na bacia e na drenagem, à forma como as edificações e pavimentações foram executadas e se houve preocupação com deflúvios superficiais ao longo da evolução dos núcleos urbanos. Indica ainda a necessidade de buscar os planos de gestão ou de manejo ambiental dos municípios localizados nas bacias hidrográficas, partindo-se esta busca pelo plano diretor e pelos planos de macrodrenagem, caso existam.

A partir disso, o mesmo autor recomenda que sejam feitos os diagnósticos referentes às condições físicas, biológicas, sociais e econômicas da área, bem como das diretrizes ambientais estabelecidas pelo Poder Público, dos impactos ambientais, dos sistemas de participação comunitária nas tomadas de decisão sobre a ocupação da bacia. Recomenda também o levantamento dos dispositivos legais e administrativos dos sistemas para aproveitamento total das águas e para segurança hídrica, dos sistemas de monitoramento, manutenção, alerta e evacuação (Piroli, 2022).

### *Implantação de técnicas de MIBH*

No contexto de mudanças climáticas e de intensificação dos eventos extremos é crucial que haja proteção das comunidades a partir da proteção do solo e da água. O ideal é que a água precipitada sobre as bacias hidrográficas infiltre e permaneça no sistema pelo máximo de tempo possível, reduzindo os riscos de enxurradas, erosões, assoreamentos e inundações. Para isso é crucial que sejam adotadas técnicas de manejo adequadas a cada condição de cada região e de cada município da bacia, bem como de cada uso da terra (Piroli, 2023).

Dentre este conjunto de técnicas, recomendam-se, principalmente:

- a – Manutenção e recuperação do máximo possível da vegetação nativa, principalmente aquela localizada nas áreas protegidas pela legislação brasileira, como por exemplo, nas Áreas de Preservação Permanente (APP) e nas reservas legais das propriedades rurais;
- b – Conservação do solo nas áreas de produção agropecuária, principalmente adotando práticas como uso dos terraços em nível e dos sistemas de plantio direto, agroflorestal e silvipastoris;
- c – Adequação das estradas e caminhos nas áreas rurais visando a diminuição da concentração de água superficial e de seu potencial erosivo e de formação de enxurradas;
- d – Manutenção e aumento das áreas de infiltração segura da água das chuvas nos solos, como por exemplo, nas áreas de recarga localizadas nas regiões altas e planas das bacias hidrográficas;
- e – Correção dos equívocos relativos ao planejamento, gestão e manejo das bacias hidrográficas nas áreas rurais e urbanas, com o objetivo de adequar situações identificadas como geradoras de impactos negativos;
- f – Reanálise das formas de ocupação do solo urbano e adequação visando o desenvolvimento de cidades resilientes e inteligentes. Neste caso, podem ser adotadas estratégias como infraestruturas verdes, pavimentos permeáveis, bacias de infiltração/detenção, adequação da arborização, e, principalmente, ajustes e manutenção constantes nos sistemas de proteção do solo, da água e da população contra fenômenos extremos. Além disso, é muito importante que todas as áreas urbanas tenham seus planos de drenagem integrados com os planos das bacias hidrográficas onde estiverem inseridas.
- g – Implantação de estratégias de educação ambiental municipais aplicadas ao conhecimento da realidade de cada município, sua localização na bacia hidrográfica e as formas como nela impacta, visando o desenvolvimento da consciência de integração ambiental e os impactos e riscos contidos nessa relação;
- h – Participação efetiva dos municípios nos comitês de bacias hidrográficas para que, em conjunto, possam conhecer a área onde vivem, planejar seu uso de maneira a potencializar ganhos e reduzir perdas, tanto ambientais como sociais e econômicas.

I – Criação, ampliação e manutenção de sistemas de monitoramento e alerta, bem como de divulgação dos dados em tempo real para a população. Além disso, estabelecer calendário de treinamento para evacuação e disponibilizar estruturas para abrigo de pessoas desabrigadas e resgatadas em casos extremos.

J – Desenvolver políticas municipais, estaduais e nacionais, por bacias hidrográficas, para definição das áreas de risco e para realocação das populações residentes nesses locais em novos espaços seguros e adequadamente estruturados.

Além desse conjunto de técnicas, Piroli (2023) recomenda ainda a inserção da temática dos rios e de suas bacias hidrográficas nos currículos escolares dos municípios da área de cada bacia; implantação de corredores ecológicos ligando APP, reservas legais e unidades de conservação das bacias; estabelecimento de parcerias e apoio a atividades de educação ambiental dos Comitês das Bacias Hidrográficas, das escolas, universidades, ONGs e outras instituições com atuação na área.

O mesmo autor recomenda ainda a criação de estruturas para apoio de parceiros na obtenção de recursos de programas públicos e privados; implantação de projetos para pagamento a produtores rurais pelo serviço ambiental gerado; monitoramento dos resultados pela análise dos recursos hídricos e da biodiversidade da região; apoio a pesquisas científicas para levantamento de dados básicos referentes às bacias; apoio a projetos de extensão universitária para identificação demandas socioambientais da população e para proposição de soluções (Ghalehtemouri *et al*, 2024).

Além disso, Piroli (2023) indica a importância do apoio à articulação dos municípios com território nas bacias, com a finalidade de conservar solo e água e de recuperação ambiental visando a produção de água, a segurança hídrica, alimentar e energética da população; e o estabelecimento de agendas dos secretários e prefeitos municipais em bloco com os governos estaduais e com deputados estaduais e federais a fim de pleitear recursos para implementar as ações nas bacias hidrográficas.

## **6 CONCLUSÕES**

O Brasil é um país com área territorial superior a 800 milhões de hectares. Ou seja, se dividido pelo número de brasileiros vivendo no país em 2024, teremos em torno de 4 hectares (40 mil metros quadrados) para cada pessoa que aqui vive. Mesmo retirando deste total as áreas de risco, protegidas e com finalidades especiais, ainda sobram muitos milhões de hectares de solos planos e adequados para implantação de assentamentos humanos seguros. Neste contexto, não é possível que a perda de vidas continue a ocorrer todos os anos, em episódios de chuvas concentradas.

Atualmente existe conhecimento bastante robusto nas universidades e na ciência em geral, que permite conhecer as condições do território brasileiro detalhadamente. Da mesma forma, é possível desenvolver, dentro de preceitos científicos, planos e metas para adequação do uso da terra em todas as bacias hidrográficas. É necessário, porém, que haja vontade política dos representantes da população para tomarem as decisões corretas na direção da preservação do ambiente e da vida das pessoas.



Neste sentido, também é importante que as pessoas aprofundem os conhecimentos sobre as áreas onde vivem, identificando riscos em potencial e conhecendo caminhos e meios de evasão, se for preciso.

## REFERÊNCIAS

- AZADI, H.; BARATI, A. A.; NOOGHABI, S. N.; SCHEFFRAN, J. Climate-related disasters and agricultural land conversion: towards prevention policies. **Climate And Development**, v. 14, n. 9, p. 814-828, 2022.
- BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007. cap. 5, p. 177-241.
- BRASIL. Presidência da República. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Casa Civil, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 10 mai. 2024.
- BRASIL. **Lei Federal nº 9.433 de 08 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. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 10 dez. 2023.
- BRASIL. **Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001** - Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. (Estatuto da Cidade). Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm). Acesso em: 02 set. 2022.
- BRASIL. **Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 09 jun. 2024.
- BRASIL. **Lei Federal nº 12.727, de 17 de outubro de 2012** - Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm). Acesso em: 06 set. 2023.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. (org.). **Geoprocessamento para projetos ambientais**. São José dos Campos: INPE, 1998, p. 1-14. Disponível em: [http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis\\_ambiente/](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/). Acesso em: 20 ago. 2021.
- CLARKE, B. *et. al.* Climate change, El Niño and infrastructure failures behind massive floods in southern Brazil. **Grantham Institute for Climate Change**, Imperial College London, Jun. 2024. DOI: 10.25561/111882. Disponível em: <https://doi.org/10.25561/111882>. Acesso em: 24 jul. 2024.
- CUI, J.; ZHU, M.; LIANG, Y.; QIN, G.; LI, J.; LIU, Y. Land Use/Land Cover Change and Their Driving Factors in the Yellow River Basin of Shandong Province Based on Google Earth Engine from 2000 to 2020. **ISPRS International Journal Of Geo-Information**, v. 11, n. 3, p. 163, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi11030163>. Acesso em: 05 ago. 2024.

DEBORTOLI, N.S., *et al* An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change. **Natural Hazards**, 86, 557–582, 2017. DOI: 10.1007/s11069-016-2705-2. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-016-2705-2>. Acesso em: 24 jul. 2024.

DELGADO, M. I.; CAROL, E.; CASCO, M. A. Land-use changes in the periurban interface: hydrologic consequences on a flatland-watershed scale. **Science of the Total Environment**, v. 722, p. 137836, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137836>. Acesso em: 10 ago. 2024.

DUAN, X.; CHEN, Y.; WANG, L.; ZHENG, G.; LIANG, T. The impact of land use and land cover changes on the landscape pattern and ecosystem service value in Sanjiangyuan region of the Qinghai-Tibet Plateau. **Journal of Environmental Management**, v. 325, p. 116539, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116539>. Acesso em: 14 jul. 2024.

GHALEHTEIMOURI, K. J.; ROS, F. C.; RAMBAT, S. Flood risk assessment through rapid urbanization LULC change with destruction of urban green infrastructures based on NASA Landsat time series data: a case of study kuala lumpur between 1990-2021. **Ecological Frontiers**, v. 44, n. 2, p. 289-306, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chnaes.2023.06.007>. Acesso em: 14 ago. 2024.

LIMA, Renata Priore; SILVA, Luciano Abbamonte da. Bacia hidrográfica como escala de planejamento e governança comunitária: O caso do córrego Tiburtino em São Paulo. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S. l.], v. 20, n. 5, 2024. DOI: [10.17271/1980082720520245276](https://doi.org/10.17271/1980082720520245276). Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum\\_ambiental/article/view/5276](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/5276). Acesso em: 19 jun. 2025.

LUIZ-SILVA, Wanderson., OSCAR-JÚNIOR, Antonio Carlos., CAVALCANTI, Iracema Fonseca Albuquerque., TREISTMAN, Felipe. An overview of precipitation climatology in Brazil: space-time variability of frequency and intensity associated with atmospheric systems. **Hydrological Sciences Journal**, 66:2, 289-308, 2021. DOI: 10.1080/02626667.2020.1863969

MARENGO, J. A. *et al* Heavy rainfall associated with floods in southeastern Brazil in November–December 2021. **Natural Hazards**, v. 116, n. 3, p. 3617-3644, 2023. <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-023-05827-z>. Acesso em: 28 jun. 2024.

MARVEL, K.; *et. al*. Change 2. Climate trends. In: **Fifth National Climate Assessment**. Crimmins, A.R., C.W. Avery, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, B.C. Stewart, and T.K. Maycock, Eds. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA. DOI: 10.7939/NCA5.2023.CH2. Disponível em: <https://doi.org/10.7930/NCA5.2023.CH2>. Acesso em: 24 jul. 2024.

OREA, D. G.; VILLARINO, A. G. **Ordenación territorial**. Madrid: Mundi-Prensa Libros, 2014. 543 p.

PIROLI, E. L. **Águas e bacias hidrográficas: planejamento, gestão e manejo para enfrentamento das crises hídricas**. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2022.

PIROLI, E. L. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas para Produção de Água**: exercícios aplicados ao Rio Pardo / Edson Luís Piroli. – São Paulo: Editora Unesp Digital, 2023.

RECKZIEGEL, E. W. **Áreas com risco de inundação do Lago Guaíba e Delta do Jacuí**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2018.

ROCHA, F.P., LUIZ-SILVA, W., RIBEIRO, B. Z., 2019. Synoptic analysis of a period with above-normal precipitation during the dry season in Southeastern Brazil. **Advances in Research**, 19, 1–13. DOI: 10.9734/air/2019/v19i630138. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Wanderson-Silva-2/publication/335209719\\_Synoptic\\_Analysis\\_of\\_a\\_Period\\_with\\_Above-](https://www.researchgate.net/profile/Wanderson-Silva-2/publication/335209719_Synoptic_Analysis_of_a_Period_with_Above-)

normal\_Precipitation\_during\_the\_Dry\_Season\_in\_Southeastern\_Brazil/links/5d5976efa6fdccb7dc476e31/Synoptic-Analysis-of-a-Period-with-Above-normal-Precipitation-during-the-Dry-Season-in-Southeastern-Brazil.pdf?\_sg%5B0%5D=started\_experiment\_milestone&origin=journalDetail&\_rtd=e30%3D. Acesso em: 24 jul. 2024.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, n. 8, São Paulo, 1994, p. 51-62. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327/51063>. Acesso em 28 fev. 2024.

SALGADO, A.A.R.; SANTOS, L.J.C.; PAISANI, J.C.; 2019. **The physicalgeography of Brazil**. Switzerland: Springer Publisher, 2019.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004. 184 p.

SCARTAZZINI, L. S., KAUTZMANN, R. M., FISCHERI, A. C. Critérios para Delimitar Áreas de Preservação Permanente em Rios de Planície de Inundação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 13, n.3 Jul/Set 2008, 83-91.

SANTOS, R. dos. **Planejamento ambiental e ordenamento territorial: subsídios à gestão ambiental do município de Presidente Epitácio, estado de São Paulo, Brasil**. Tese de Doutorado. Presidente Prudente, 2020, 372 p.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (SEMA). Departamento de Recursos Hídricos. **Rio Grande do Sul: divisão municipal e bacias hidrográficas**. 2003.

SILVA, Gean Carlos Gonzaga da; CAMPOS, Priscila Celebrini de Oliveira; REIS, Marcelo de Miranda; PAZ, Igor. Spatiotemporal Land Use and Land Cover Changes and Associated Runoff Impact in Itaperuna, Brazil. **Sustainability**, v. 16, n. 1, p. 1-19, 29 dez. 2023.

SILVEIRA, A. L. L. Chuvas e vazões da grande enchente de 1941 em Porto Alegre/RS. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 35, p. 69-90, 2020.

SIMIONATTO, Henzo Henrique; SANTOS, Arthur Pereira dos; AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê; SILVA, Darllan Collins da Cunha e; CARVALHO, Sergio Luis de. Expansões antrópicas e suas implicações no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Córrego do Galante - SP. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S. l.], v. 20, n. 1, 2024. DOI: [10.17271/1980082720120244789](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/4789). Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum\\_ambiental/article/view/4789](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/4789). Acesso em: 12 mar. 2025.

TECK, V.; POORTINGA, A.; RIANO, C.; DAHAL, K.; LEGASPI, R. M. B.; ANN, V.; CHEA, R. Land use and land cover change implications on agriculture and natural resource management of Koah Nheaek, Mondulkiri province, Cambodia. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 29, p. 100895, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100895>. Acesso em: 28 jul. 2024.

TEIXEIRA, M. S.; SATYAMURTY, P., 2007: Dynamical and synoptic characteristics of heavy rainfall episodes in southern Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 135, 598–617. DOI: 10.1175/MWR3302.1. Disponível em: <https://doi.org/10.1175/MWR3302.1>. Acesso em: 24 jul. 2024.

VALENTE, P. T. **Eventos extremos de precipitação no Rio Grande do Sul no século XX a partir de dados de reanálise e registros históricos**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2018.

WINKLER, Karina; FUCHS, Richard; ROUNSEVELL, Mark; HEROLD, Martin. Global land use changes are four times greater than previously estimated. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 11 maio 2021.

---

## DECLARAÇÕES

---

### CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e Design do Estudo:** Edson Luís Piroli; Adão Robson Elias; Wanda Luquine Elias
  - **Curadoria de Dados:** Edson Luís Piroli; Adão Robson Elias; Wanda Luquine Elias
  - **Análise Formal:** Edson Luís Piroli; Adão Robson Elias; Wanda Luquine Elias
  - **Metodologia:** Edson Luís Piroli; Adão Robson Elias; Wanda Luquine Elias
  - **Redação - Rascunho Inicial:** Edson Luís Piroli; Adão Robson Elias; Wanda Luquine Elias
  - **Redação - Revisão Crítica:** Edson Luís Piroli; Adão Robson Elias; Wanda Luquine Elias
  - **Revisão e Edição Final:** Edson Luís Piroli; Adão Robson Elias; Wanda Luquine Elias
- 

### DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Eu/Nós, Edson Luís Piroli; Adão Robson Elias; Wanda Luquine Elias, declaro(amos) que o manuscrito intitulado - A contribuição do manejo integrado de bacias hidrográficas para a resiliência frente às mudanças climáticas : o caso das inundações no Rio Grande do Sul

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui/possui vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho.
  2. **Relações Profissionais:** Não possui/possui relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados.
  3. **Conflitos Pessoais:** Não possui/possui conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito.
-