



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge>



Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos como Instrumento de Gestão Hídrica: Uma análise na bacia do rio Macaé (RJ).

Natália Martins Peixoto¹ Gustavo Kiss Pinheiro Cabral² Mônica dos Santos Marçal³

¹Mestranda em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG/UFRJ). Email: natpeixoto3@gmail.com

²Doutorando em Geografia no Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG/UFRJ). Email: gustavocabral@ufrj.br.

³Professora Titular do Departamento de Geografia da UFRJ. Email: monicamarcal@igeo.ufrj.br.

Artigo recebido em 25/01/2025 e aceito em 19/09/2025

RESUMO

A Lei das Águas (Lei nº 9.433/1997) instituiu uma nova lógica para a gestão dos recursos hídricos no Brasil, com base na descentralização, na participação social e na utilização de instrumentos de regulação, destacando a outorga de direito de uso da água. Embora esse instrumento tenha como finalidade disciplinar o uso dos recursos hídricos, sua aplicação muitas vezes desconsidera os impactos sobre os sistemas naturais. A lógica espacial de concessão de outorgas pode evidenciar meios de apropriação dos recursos hídricos associados à retirada e uso das águas. A Bacia do Rio Macaé (RJ), alvo de intervenções hidráulicas desde a década de 1960, passou, a partir dos anos 1980, a ser impactada também pela expansão da indústria do petróleo, que impulsionou o crescimento urbano e a intensificação dos usos da água. O trabalho tem como objetivo caracterizar espacial e temporalmente as outorgas concedidas na bacia, identificar os agentes beneficiados e avaliar de que forma essas concessões interferem na dinâmica do sistema fluvial. A metodologia incluiu a coleta e análise de dados do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), a espacialização no *software ArcGIS 10.8* e o tratamento estatístico no *Microsoft Excel*. Os resultados mostram que todas as outorgas, no período analisado, foram destinadas a pessoas jurídicas, com captações concentradas em setores de maior vulnerabilidade geomorfológica. Conclui-se que as outorgas, além de instrumento de regulação, podem operar como indicador de pressões socioambientais na bacia, desde que articuladas a estudos integrados sobre os processos físicos e os usos sociais da água.

Palavras-Chave: Geomorfologia Fluvial; Gestão Hídrica; Impacto socioambiental

Granting Licence of Water Use as a Water Management Instruments: An analysis in the Macaé Catchment (RJ).

ABSTRACT

The Brazilian Water Law (Law No. 9,433/1997) established a new logic for water resource management in Brazil, based on decentralization, social participation, and the use of regulatory instruments, highlighting the granting of water use rights. Although this instrument aims to regulate the use of water resources, its application often disregards the impacts on natural systems. The spatial logic of granting water rights can reveal means of appropriating water resources associated with water withdrawal and use. The Macaé River catchment (RJ), a target of hydraulic engineering works since the 1960s, began to be impacted by the expansion of the oil industry in the 1980s, which fueled urban growth and the intensification of water use. This study aims to characterize spatially and temporally the water concessions granted in the basin, identify the beneficiaries, and assess how these concessions impact the dynamics of the river system. The methodology included data collection and analysis from the State Environmental Institute (INEA), spatialization using ArcGIS 10.8 software, and statistical analysis using Microsoft Excel. The results show that all water concessions during the analyzed period were granted to legal entities, with water abstraction concentrated in areas of greater geomorphological vulnerability. The conclusion is that water concessions, in addition to being a regulatory instrument, can serve as an indicator of socio-environmental pressures in the basin, provided they are combined with integrated studies on the physical processes and social uses of water.

Keywords: Fluvial Geomorphology; Water Management; Socio-environmental impact.

Introdução

O princípio fundamental da gestão das águas, abordado por uma visão plural do uso múltiplo da água e sua proteção ambiental (Porto & Porto, 2008), considera a administração dos recursos hídricos a partir da contribuição de seus aspectos físicos e econômicos. Tal princípio pode ser analisado sob a ótica proposta por Marçal *et al.* (2022), amparado pelos trabalhos de Postel & Richter (2003), Charpleix (2018), Wilson & Lee (2019) e Brierley (2020), onde definem a gestão de rios em detrimento da gestão de águas como uma estratégia para melhor utilização das águas dos rios.

Essa abordagem busca integrar os ambientes fluviais, considerando aspectos físicos, geomorfológicos, ecológicos e socioeconômicos, visando não apenas garantir a água como elemento essencial à vida, mas também atender às demandas crescentes da sociedade moderna. Essa integração se dá através do estudo articulado das variáveis que compõem o sistema complexo da paisagem (Brierley, 2020).

Cabe destacar, no entanto, que esse conceito é frequentemente distorcido devido à construção social e política influenciada pelo sistema capitalista, no qual a Gestão de Rios passa a ser historicamente associada à Gestão de Águas, com o objetivo principal de garantir a perenidade e qualidade dos recursos hídricos para as atividades produtivas e o consumo humano (Ward & Pulido-Velazquez, 2008; Freeman *et al.*, 2012; Peixoto *et al.*, 2022; Marçal *et al.*, 2022). Essa visão reflete a concepção dualista enraizada no sistema político ocidental, que separa o ser humano da natureza, atribuindo-lhe um caráter intelectual superior enquanto a natureza é vista apenas como um recurso (Urban & Rhoads, 2014).

A partir das revoluções industriais e da ascensão do capitalismo, os rios passaram a ser tratados como recursos a serem explorados para atender às demandas econômicas, como saneamento, geração de energia, processos industriais, irrigação, pesca, lazer e navegação (Gonçalves & Oliveira, 2009). Essa mudança provocou o distanciamento das sociedades em relação aos rios e criou a falsa ideia de que água e rio são sinônimos, desconsiderando sua função para o ecossistema e promovendo uma visão utilitarista sobre as águas (Silva *et al.*, 2021). Assim, as relações entre os rios e a sociedade foram transformadas ao longo do tempo, refletindo uma dicotomia entre sociedade e natureza que afetou a construção do conhecimento científico e as práticas

políticas de gestão territorial (Urban & Rhoads, 2014).

De acordo com Christofidis (2011), a Lei nº 9.433 (1997), conhecida como Lei das Águas, ao ser instituída em pleno debate global a respeito das crises hídricas e mudanças climáticas no final do século XX, demonstra ser um instrumento jurídico de grande importância na política do Brasil. Essa lei alterou a gestão hídrica em vários aspectos para atender, de forma democrática, as importantes decisões relacionadas à distribuição das águas.

Dentre os benefícios trazidos por sua implementação, pode ser citada a instituição das bacias hidrográficas como unidades de planejamento hídrico e a criação de instrumentos de gestão para melhor gerenciar os recursos hídricos. Outro avanço importante é a descentralização das decisões de âmbito federal para as esferas estaduais e municipais, de modo a incluir a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades na consolidação de comitês de bacias hidrográficas (Christofidis, 2011; Silva *et al.*, 2021).

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos é um dos instrumentos de gestão da Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), a qual corresponde ao ato administrativo que determina o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, ao expressar os termos e as condições facultadas pelo Poder Público para o uso de recursos hídricos por um prazo determinado (INEA, 2010). Tal instrumento tem por objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e pode ser solicitado por qualquer usuário, seja pessoa física ou jurídica, que tenha interesse em utilizar os recursos hídricos dentro das condições previstas na Lei Nº 9.433.

Os critérios e condições para concessão das outorgas exigem as especificações sobre a finalidade de uso das águas, e determinam um prazo para retirada e interferência nos corpos hídricos, não permitindo o uso vitalício por um mesmo usuário, uma vez que se trata de um recurso dotado de valor econômico e integra o desenvolvimento de diversas atividades humanas (Conejo, 1993). Nesse sentido, a análise dos documentos de outorgas fornece uma série de dados referentes ao consumo de água por determinado ponto de captação. A partir deles é possível obter a classificação dos agentes em empresas ou sociedade civil, o indicativo da finalidade do consumo e se a atividade das outorgas está ativa ou inativa, além de dados de vazão máxima e média de captação, tempo de captação e a validade das outorgas.

Outra informação relevante obtida a partir dos documentos de outorgas são os dados de volume médio anual registrado por cada ponto de outorga. Essa informação auxilia na compreensão de como está se dando o domínio sobre as águas em determinada região, uma vez que aponta a quantidade de água utilizada por cada usuário outorgado. Entretanto, destaca-se que as outorgas não representam efetivamente o quanto de água é retirada do sistema fluvial, uma vez que elas apresentam nos documentos uma estimativa média e máxima de vazão para captação, deixando a critério dos outorgados atingir esse valor ou não nos pontos de interferência. Cabe ressaltar também que as outorgas envolvem somente estudos de condição hidrológica e ecológica local, como é visto no Relatório do Balanço Hídrico da região (INEA, 2013).

Analisar como o instrumento de outorga está atuando em determinado local é importante para compreender a distribuição espacial dos usos das águas e os interesses associados. Trabalhos como de Ercolani *et al.* (2021) e Hurtado *et al.* (2024) evidenciam que as outorgas estão relacionadas, em muitos casos, às demandas econômicas do sistema político vigente, refletindo uma lógica de apropriação dos recursos hídricos alinhada aos interesses do capital, e não somente para o monitoramento ambiental adequado. Essa assimetria no instrumento de gestão, associada à posição geográfica dos pontos de interferência, permite identificar áreas sob maior pressão hídrica e compreender as motivações que impulsionam tal exploração.

Do ponto de vista geomorfológico, a retirada de água dos rios tem implicações significativas na dinâmica das formas e processos que podem se estender a diversos segmentos do sistema fluvial (Marçal *et al.*, 2022). Magalhães Júnior & Barros (2020) apontam que a retirada interfere diretamente no escoamento superficial do rio, reduzindo a capacidade de vazão do canal. Essa redução no volume hidrológico pode gerar um aumento desproporcional na carga sedimentar, levando o sistema fluvial a quadros de assoreamento do canal, o que, em períodos de cheias, eleva as possibilidades de inundações e compromete os habitats biológicos e geomorfológicos (Fryis & Brierley, 2013).

Dessa forma, a retirada precisa ser planejada para que não provoque danos irreversíveis aos rios, uma vez que essa intervenção afeta diretamente o regime geomorfológico dos cursos d'água (Gregory *et al.*, 2019).

A bacia do rio Macaé é um importante sistema hidrográfico de abastecimento de água das cidades de Macaé e Rio das Ostras, além de ter papel fundamental no desenvolvimento de atividades econômicas na região Norte Fluminense, como a exploração de petróleo, geração de energia por termelétricas, agricultura e pecuária (Assumpção & Marçal, 2012; INEA, 2013). Entretanto, nos últimos anos, essa região vem vivenciando o início de um quadro de crise hídrica e desabastecimento, o que pode estar associado, em parte, por essa grande dependência com as águas da bacia do rio Macaé (Martins *et al.*, 2019; Costa *et al.*, 2020). O relatório do balanço hídrico da região hidrográfica Macaé e das Ostras (INEA, 2013) aponta que há o comprometimento significativo de disponibilidade hídrica em alguns trechos fluviais, sobretudo pela retirada de água, uma vez que grande parte das captações não retornam à água utilizada para os locais de origem, interferindo no balanço hidrológico da bacia.

Diante disso, esse trabalho tem por objetivo apresentar uma caracterização espacial e temporal das outorgas na bacia do rio Macaé (RJ), de modo a identificar os agentes beneficiados e avaliar a maneira pela qual se distribuem e interferem na dinâmica do sistema fluvial. Para tal, realizou-se análise da série histórica de dados obtida nos documentos de outorga, bem como a espacialização dos pontos de captação e a identificação dos agentes solicitantes, sob a justificativa de compreender o papel das outorgas enquanto instrumento de gestão, como interferem nas relações ambientais e sociais, e se de fato contribuem para uma abordagem mais integrada e sustentável na bacia.

Material e Métodos

Área de Estudo

A bacia do rio Macaé (Figura 1), situada no norte do estado do Rio de Janeiro, região sudeste do Brasil, é hierarquizada como sétima ordem, abrangendo uma área de aproximadamente 1.800 km². A nascente da bacia localiza-se na Serra Macaé de Cima, em Nova Friburgo/RJ, enquanto a desembocadura é no Oceano Atlântico, próximo a cidade de Macaé/RJ, onde se desenvolve um grande pólo agropecuário e industrial (Marçal *et al.*, 2017).

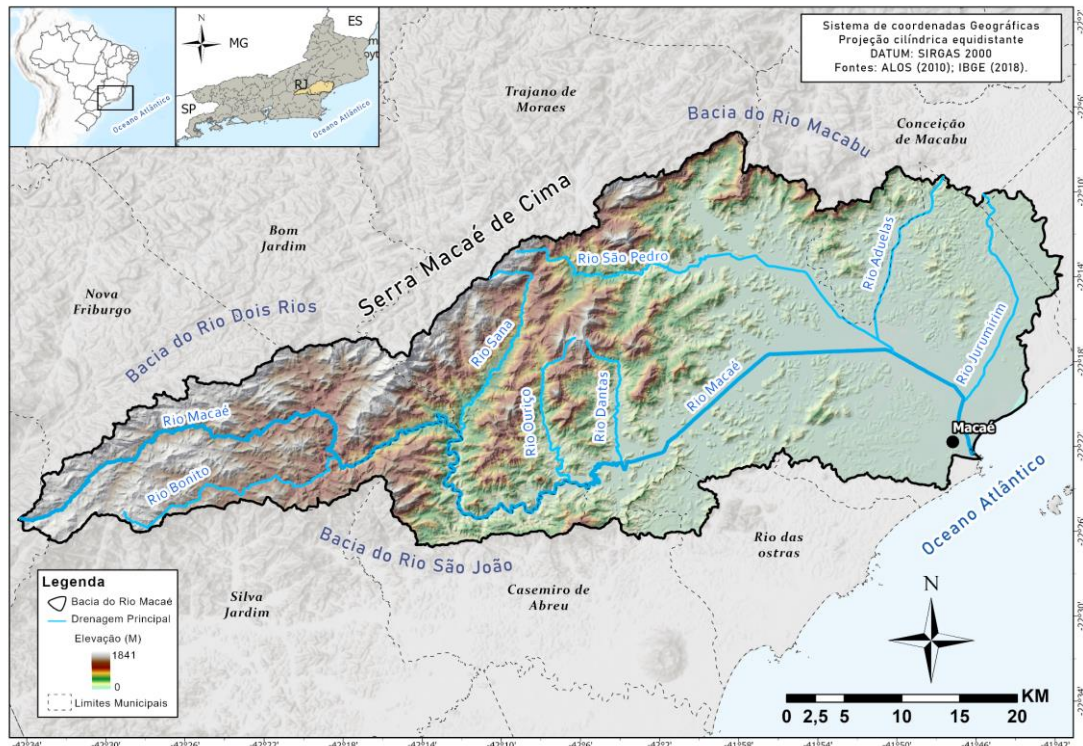


Figura 1: Bacia do rio Macaé localizada no Norte do Estado do Rio de Janeiro.
Fonte: Elaboração própria (2024).

A área da bacia é historicamente marcada pelo cultivo de cana-de-açúcar por grandes senhores de engenho no período colonial, sobretudo no século XVII, em que modificaram as áreas próximas às margens dos rios da bacia para implementação dessa monocultura (CBH Macaé e das Ostras, 2012). Na mesma época, a extração de madeira para construção e manutenção dos engenhos, e para exportação por navios costeiros, também caracterizava outra atividade de considerável impacto na modificação do uso e ocupação da bacia, promovendo o desmatamento das áreas florestais e, conseqüentemente, abrindo espaço para o desenvolvimento da agricultura e pecuária por meio do surgimento de campos (Guimarães, 2017). No século XIX, tem-se a expansão do cultivo de café para a região serrana na bacia e a criação do canal Campos-Macaé para escoar a produção de cana de açúcar, vinda da cidade de Campos dos Goytacazes, para o litoral.

A partir da década de 1940, a bacia do Rio Macaé tornou-se alvo de inúmeras intervenções hidráulicas, sobretudo pela atuação do extinto Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) na retificação de aproximadamente 60 km do rio Macaé e de alguns afluentes (Assumpção & Marçal, 2012; Oliveira *et al.*, 2013). Essas intervenções tiveram por objetivo atender as demandas de abastecimento local e do setor econômico, a partir do controle do regime de vazão dos rios e da criação de terras secas, favorecendo o

desenvolvimento da pecuária extensiva e da urbanização.

A partir da década 1980, a chegada da indústria do petróleo proporcionou uma nova dinâmica econômica e social na região Norte Fluminense, deixando marcas na paisagem da bacia do rio Macaé, sobretudo pela maior demanda dos recursos hídricos, para atender tanto o abastecimento público quanto às atividades produtivas (Soffiati, 2021). Essas mudanças são vistas sobretudo a partir do crescimento urbano ocasionado pela atividade petrolífera, que depende das estruturas urbanas para se desenvolver, como exemplo a cidade de Macaé (Costa *et al.*, 2020).

Referente à gestão das águas, o órgão responsável pela administração dos recursos hídricos foi instituído no ano de 2003, denominando-se Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé e das Ostras), e qualificado pelo Decreto Estadual nº 34.243 (2003). Considerando os relatórios desenvolvidos pelo comitê, o referente ao diagnóstico das demandas hídricas apontou que as atividades que mais demandam as águas da bacia são irrigação, uso industrial e uso humano (CBH Macaé e das Ostras, 2012).

Procedimentos metodológicos

A partir da consulta aos dados relativos às Outorgas de Direito de Uso dos Recursos Hídricos,

disponibilizadas pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA) - Rio de Janeiro, na plataforma de Sistema de Consulta Unificada de Processos, foi possível coletar as informações referentes às coordenadas dos pontos de captação, vazão, tempo de captação, finalidade e *status* de situação de cada outorga, prazos de abertura e validade do processo. A nível de comparação, tomou-se como base o volume médio anual captado ou despejado por cada ponto de interesse, tendo em vista que o valor médio torna mais representativo o consumo/despejo dos pontos de interferência durante o tempo de vigência de cada outorga.

O volume médio é determinado utilizando-se a vazão média apresentada para cada captação ou lançamento (em m³/h), a carga horária de captação (h/d), os dias, em um mês, em que se processa a captação (d/m) e uma média temporal para o período correspondente à validade da outorga (desde que ela se tornou ativa até o fim de sua validade). Por intermédio do *software*

Microsoft Excel, os dados foram tratados e categorizados para viabilizar a comparação do consumo em relação ao tipo de atividade a qual esse recurso está sendo destinado.

A análise limitou-se à série histórica das outorgas registradas no período entre 1997 e 2023, tendo em vista que 1997 corresponde ao ano de aprovação da PNRH, e 2023 é o último ano completo antes do início da pesquisa. Utilizou-se também dados referentes ao Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNAHR), desenvolvido pela Agência Nacional de Águas (ANA), do CBH Macaé e das Ostras para análise das outorgas cadastradas na plataforma.

As finalidades das outorgas foram classificadas nas categorias a seguir, a partir das informações disponibilizadas nos documentos de outorga, de modo a melhor ilustrar o destino de uso das águas. O Quadro 1 apresenta a descrição das finalidades das outorgas na bacia do rio Macaé.

Quadro 1: Descrição das finalidades das outorgas na bacia do rio Macaé.

Finalidade	Descrição	Tipo de captação	Público-alvo
Uso Industrial e Construção Civil	Captação de água para a cadeia produtiva do setor industrial e da engenharia civil.	Superficial e Subterrânea	Setor econômico
Mineração	Captação de água para atender a cadeia produtiva de exploração mineral.	Superficial e Subterrânea	Setor econômico
Transporte de Água por Veículo Transportador (Carro-pipa)	Captação de água para encher e comercializar caminhões-pipa.	Superficial e Subterrânea	Setor econômico e social
Irrigação	Captação de água para atividades de irrigação da construção civil e de jardinagem.	Superficial e Subterrânea	Setor econômico
Consumo e Higiene Humana	Captação de água para abastecimento da população e das infraestruturas das atividades econômicas.	Superficial e Subterrânea	Setor social
Lançamento de Efluentes Tratados	Despejo de efluentes tratados em cursos d'água.	-	-
Outros usos	Captação de água para diversos usos, como limpeza de dependências e equipamentos, combate a incêndios, umectação de vias e entre outros.	Superficial e Subterrânea	Setor econômico

Fonte: Elaboração própria com dados do INEA (2023), 2024.

A etapa de espacialização das outorgas se deu pela elaboração de mapas de localização e de símbolos proporcionais, com auxílio do *software ArcGIS 10.8*, através das coordenadas dos pontos de interferência. Os dados utilizados são oriundos da base cartográfica contínua do Brasil e do Estado do Rio de Janeiro, na escala de 1:250.00 e 1:25.000 respectivamente, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018), e dos documentos de outorga fornecidos

pelo INEA,. Além disso, a compartimentação geomorfológica utilizada é adaptada de Silva (2002) e os dados de uso e cobertura da terra do Estado do Rio de Janeiro pertencem ao IBGE (2024), na escala 1:250.000. Também se utilizou imagens de satélite do ano de 2024, disponibilizadas pelo *Google Earth Pro* para visualização de alguns pontos de captação no sistema fluvial.

Resultados

Na análise dos documentos de outorga de uso dos recursos hídricos, compreendidos na série histórica entre 1997 e 2023, foram identificados 86 pontos de interferência distribuídos pela bacia do rio Macaé, as quais se diferenciam em coletas e lançamentos subterrâneos e superficiais. As interferências subterrâneas são representadas principalmente pelas captações no lençol freático a partir de poços tubulares, enquanto as interferências superficiais caracterizam-se pelas captações diretas e lançamentos de efluentes tratados nos rios.

Para compreender o cenário atual das interferências no sistema fluvial, optou-se por trabalhar com os pontos de interferência ativa no mapeamento de localização. Nesse contexto, foram identificados 45 pontos espacializados na bacia do

rio Macaé (Figura 2), dentre os quais 34 são interferências subterrâneas e 11 são interferências superficiais.

De maneira geral, considerando os compartimentos geomorfológicos, os pontos de interferência estão localizados nas áreas de colinas e de planícies fluviais e flúvio-marinhas, sobretudo no município de Macaé/RJ. Não há pontos localizados na parte superior da bacia por ser uma área de proteção ambiental, conhecida por APA Macaé de Cima (instituída pelo decreto 29.213, de 14 de setembro de 2001).

Os pontos de interferência superficial (Figura 2), ilustrados pelos indicadores amarelos, estão localizados sobretudo em trechos retificados dos principais rios da bacia, como nos rios Macaé, São Pedro, Aduelas e Jurumirim, e, em menor quantidade, em canais adjacentes à drenagem principal, como no Canal Campos-Macaé.

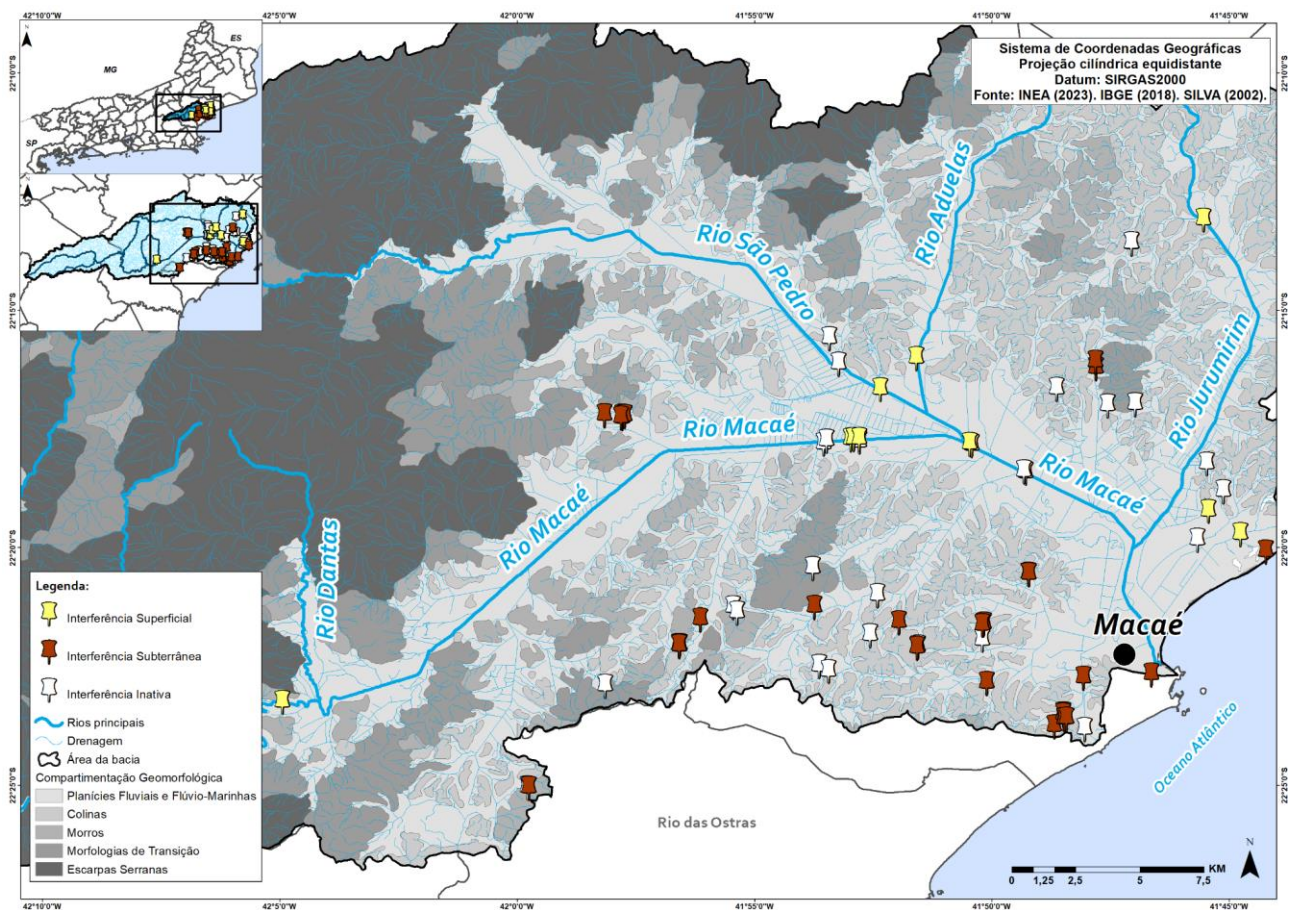


Figura 2: Localização das interferências na bacia do rio Macaé (RJ), com destaque para os rios principais, a cidade de Macaé e sobreposição de informações a respeito da compartimentação geomorfológica da área. Fonte: Elaboração própria, 2024.

Os pontos de interferência subterrânea (Figura 2), representados pelos indicadores marrons, estão majoritariamente mais afastados dos rios principais, concentrando-se na área de baixo curso da bacia. É possível observar também

a formação de aglomerados de captação, constituídos pela proximidade entre pontos de interferência. A concentração espacial desses pontos no contexto da bacia pode representar uma problemática para o sistema fluvial, uma vez que a

retirada de água subterrânea rebaixa o nível do lençol freático local, e a depender do grau de captação, pode interferir no nível freático em escala regional.

O levantamento realizado na bacia do rio Macaé nos últimos 26 anos permitiu identificar que os pontos de interferência apresentam múltiplas finalidades para os usos da água. As finalidades consistem em *Consumo e Higiene Humana*, *Mineração*, *Lançamento de Efluentes Tratados*, *Irrigação*, *Uso Industrial e Construção Civil*, *Transporte de Água por Veículo Transportador* e *Outros usos*, conforme exposto na Figura 3.

Nota-se que a maioria das outorgas estão ativas no sistema, totalizando 52%, enquanto 48%

encontram-se inativas. Considerando as categorias individuais e com intercessão, a categoria de Consumo e Higiene Humana é a que mais se destaca dentre o contingente de outorgados, totalizando 49 pontos. Já a categoria de Mineração apresenta o menor número de pontos outorgados, onde se tem apenas seis captações e todos estão inativos no sistema. Ressalta-se que grande parte das outorgas estão associadas a diversas finalidades, o que significa que um mesmo ponto de captação pode destinar a água captada para diversos usos, com exceção da categoria de Lançamento de Efluentes Tratados.

CATEGORIA	ATIVAS	INATIVAS	TOTAL	(%)	SUBTERRÂNEA	SUPERFICIAL
CATEGORIAS INDIVIDUAIS						
Consumo e Higiene Humana (CH)	1	3	4	5%	2	2
Lançamento de Efluentes Tratados (LE)	5	8	13	15%	1	12
Transporte de Água por Veículo (TA)	8	1	9	10%	9	-
Uso Industrial e Construção Civil (UI)	1	1	2	2%	1	1
Outros Usos (OU)	-	-	-	0%	-	-
Irrigação (IR)	-	-	-	0%	-	-
Mineração (MI)	-	1	1	1%	-	1
CATEGORIAS COM INTERCESSÃO						
CH + IR	-	1	1	1%	1	-
CH + OU	1	3	4	5%	4	-
CH + OU + IR	7	2	9	10%	9	-
CH + TA	6	-	6	7%	6	-
CH + TA + IR	5	-	5	6%	5	-
CH + TA + OU	2	-	2	2%	2	-
CH + UI	1	2	3	3%	-	3
CH + UI + IR	-	2	2	2%	2	-
CH + UI + OU	1	7	8	9%	7	1
CH + UI + OU + IR + MI	-	5	5	6%	5	-
TA + OU + IR	1	-	1	1%	1	-
UI + IR	4	4	8	9%	-	8
UI + OU	1	-	1	1%	1	-
UI + OU + IR	1	1	2	2%	1	1
TOTAL DE OUTORGAS						
TOTAL	45	41	86		57	29
(%)	52%	48%			66%	34%

Figura 3: Identificação das finalidades das outorgas na bacia do rio Macaé (RJ). As categorias foram destacadas em cores diferentes para ilustrar as múltiplas finalidades dos pontos de captação.

Fonte: Elaboração própria com dados retirados do INEA (2023), 2024.

Essa pluralidade nos usos da água condiz com uma parcela da realidade econômica da bacia, em que se tem a predominância de atividades industriais, sobretudo ligadas ao setor petrolífero e a termoelétricas, e empreendimentos na construção civil. Entretanto, não há registros de outorgas ligadas às atividades agropastoris e, nos documentos de outorga, a categoria de *Irrigação* está associada a empresas de outros ramos, não especificamente atreladas a esse tipo de atividade.

No que tange isoladamente os pontos de Consumo e Higiene Humana, nota-se que há apenas um ponto ativo, da empresa “Rio + Saneamento”, responsável pelo abastecimento de água local. Em contrapartida, a variedade de pontos relacionados a atividades econômicas

incita pensar em como as empresas garantem acesso a águas superficiais e subterrâneas, frente à crescente preocupação com a escassez hídrica, e quais são os interesses da gestão da bacia em mitigar essa situação, uma vez que a Lei das Águas institui prioridade para o consumo humano em situação de escassez.

Para ilustrar temporalmente as outorgas na bacia do rio Macaé, foi elaborado um gráfico contendo informações referentes ao processo de implementação das outorgas, em que a cor amarela simboliza o tempo de espera do interessado para aprovação e a cor verde representa o momento de implementação até seu prazo de validade (Figura 4). O primeiro registro de solicitação de outorgas é do ano de 2004, requerido pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), com aprovação somente em 2010 e vencimento em 2013. Nota-se que houve um grande tempo de espera entre a solicitação e aprovação da outorga, algo que se repete também para outras requisições.

Na análise histórica dos documentos de outorga, nota-se um padrão repetitivo de negar outorgas a solicitantes de caráter físico, tendo sido identificado outorgas aprovadas em sua maioria para solicitantes de caráter jurídico. Além disso, todos os agentes com outorgas ativas caracterizam-se por Pessoas Jurídicas, apresentando atividades relacionadas sobretudo à geração de energia, petróleo e gás, construção civil, saneamento básico e distribuição de água, tais como Halliburton Serviços LTDA, BRK Ambiental - Macaé S.A., Rio+Saneamento BL3 S.A. e UTE Termomacaé S.A. (subsidiária da Petrobrás).

Segundo os dados de volume médio anual registrado em outorgas ativas na bacia do rio Macaé, calculados a partir dos valores de vazão

média, tempo e período de captação, os pontos apresentam dados de volume variando entre 1.500,82 m³ e 614.632.083,29 m³, conforme apresentado na Figura 5. Para melhor interpretação dos resultados, foi adicionado ao mapa informações referentes ao uso e cobertura da terra da bacia, e os pontos de lançamento de efluentes tratados foram separados dos pontos de captação superficial e subterrânea, uma vez que esse tipo de interferência não capta água da bacia, apenas despeja efluentes nos corpos hídricos. Cabe ressaltar que os valores apresentados simbolizam uma média anual que os outorgados podem retirar de água, entretanto, os documentos analisados não esclarecem quanto de fato está sendo consumido e despejado pelos pontos de interferência.

Em termos quantitativos, nota-se que há mais pontos de captações subterrâneas, entretanto, as captações superficiais apresentam valores mais expressivos no que tange o consumo de água. As maiores interferências superficiais estão localizadas no rio Macaé. Tem-se um destaque importante também para alguns pontos de captação subterrânea, que estão mais afastados do rio principal. Referentes aos dados de uso e cobertura da terra, os pontos estão concentrados sobretudo na área de pastagens e zona urbana.

Nota-se que há certo contraste entre as finalidades das outorgas e os dados de uso e cobertura da terra, em que apesar da concentração nas áreas de pastagens, as outorgas em questão estão atreladas a outros usos, como uso industrial, consumo humano e captação de água para comercialização.

Já no que diz respeito ao lançamento de efluentes tratados, tem-se quantidades significativas sendo despejadas nos rios anualmente, sobretudo no rio Macaé, canal Campos-Macaé e afluentes adjacentes à rede de drenagem principal.

De modo a evidenciar os principais agentes outorgados da bacia com pontos ativos, a figura 6 apresenta a localização dos cinco agentes que mais consomem água na bacia do rio Macaé. Esses pontos pertencem a agentes jurídicos, sendo eles a Rio+Saneamento BL3 S.A. (Figura 6, destaque B1), Usina Termoelétrica Nossa Senhora de Fátima S.A. (Figura 6, destaque B2), Usina Termomacaé S.A. (Figura 6, destaque B3), R.J.M. Nunes - Transportes (Figura 6, destaque B4) e Fonte J. Pereira LTDA - ME (Figura 6, destaque B5), os quais correspondem ao ramo de abastecimento público, geração de energia por termelétricas e comercialização da água.

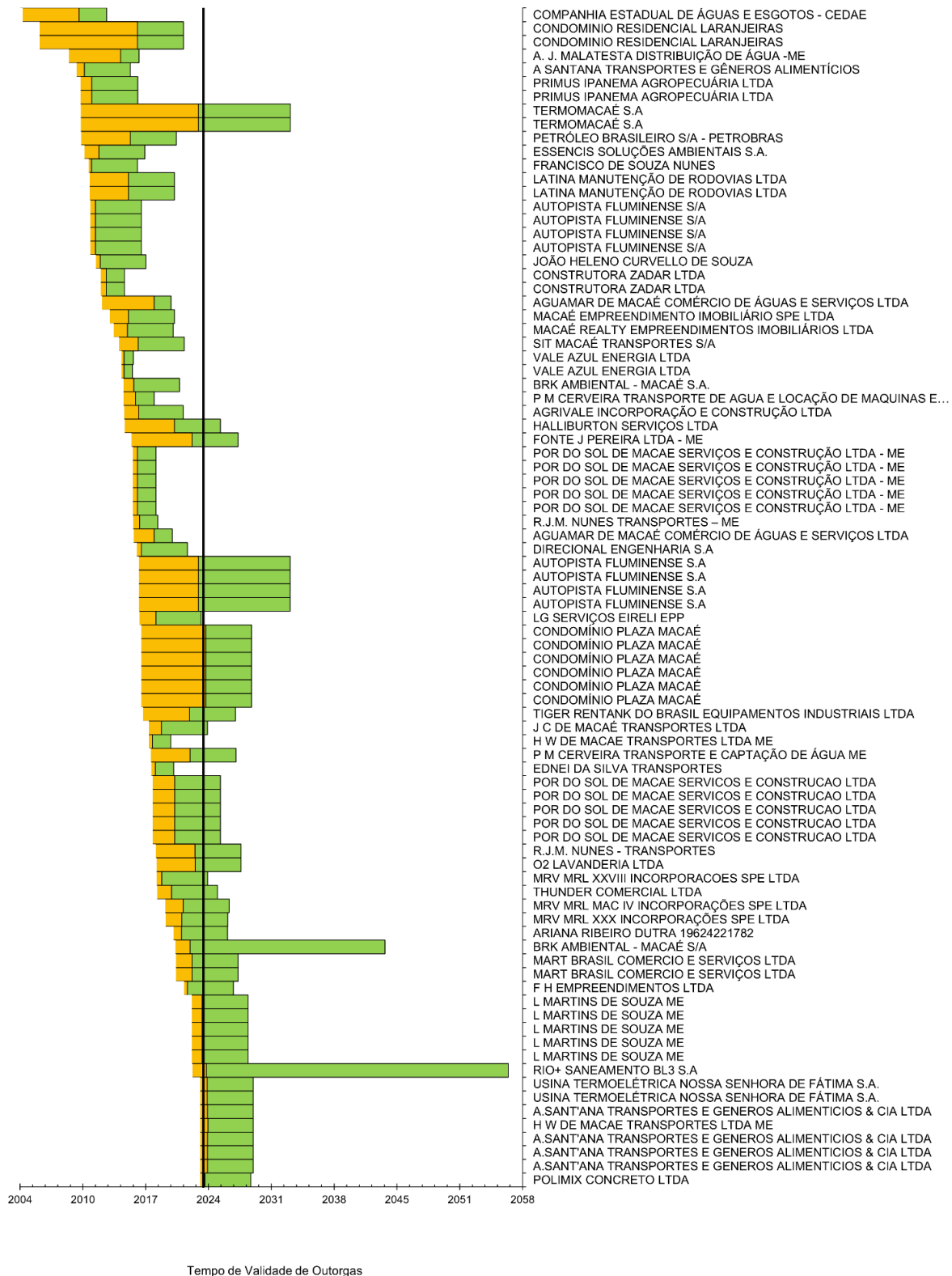


Figura 4: Linha do tempo das outorgas na bacia do rio Macaé (RJ) (em verde outorgas ativas, em laranja outorgas inativas), com informações referentes aos agentes outorgados e o tempo de vigência de cada ponto. Fonte: Elaboração própria com dados retirados do INEA (2023), 2024.

O ponto B1 (Figura 6) pertence à captação da Rio+Saneamento BL3 S.A., que corresponde ao

maior volume de captação da bacia, apresentando um consumo médio anual de aproximadamente

615 milhões de m³ de água. Além disso, a captação é de caráter superficial, realizada diretamente no rio Macaé. Essa empresa é responsável pelo setor de abastecimento público e saneamento básico da

região, a outorga para o uso das águas destina-se ao consumo e higiene humana com validade para até o ano de 2057, de modo a atender as necessidades básicas da população.

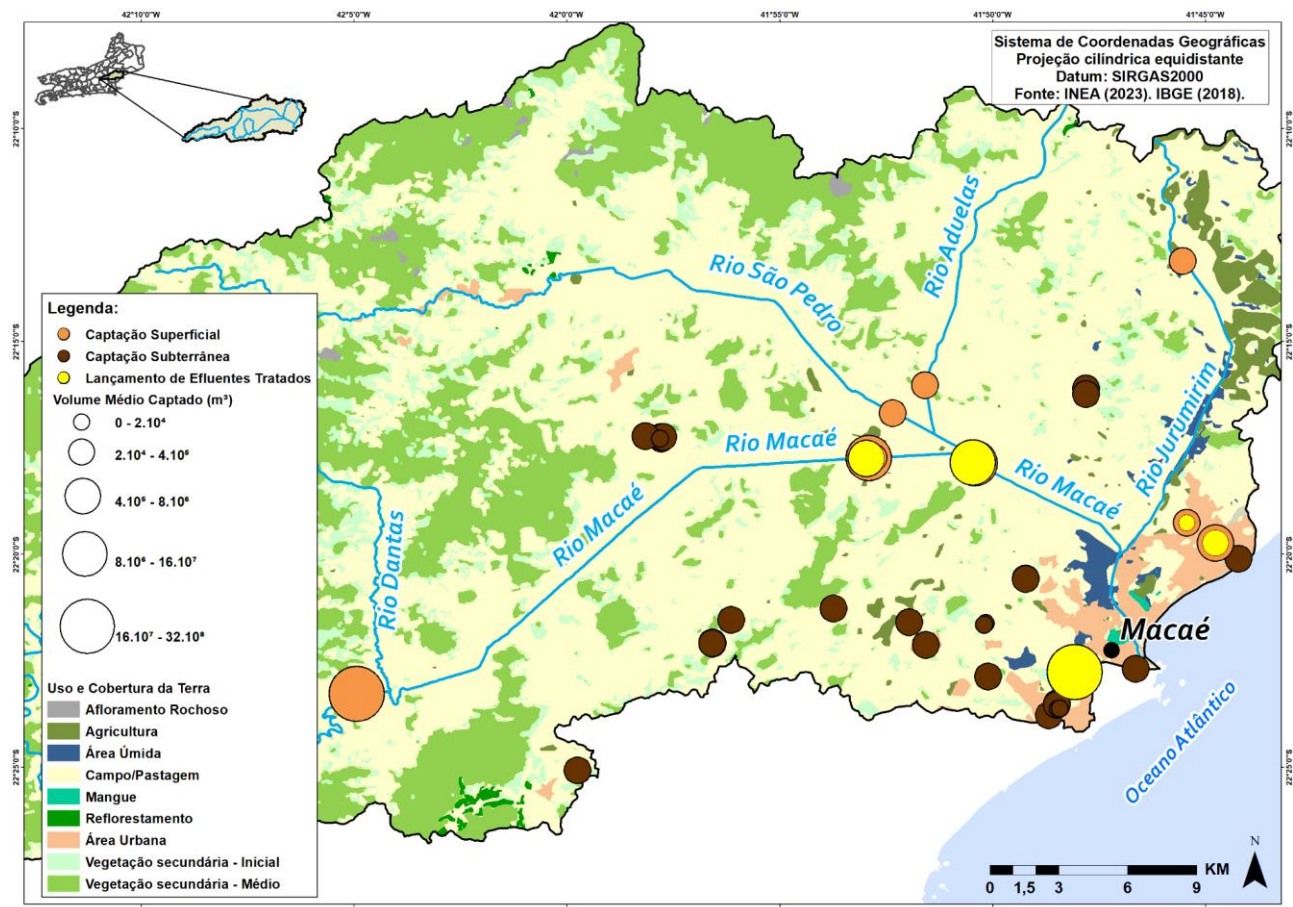


Figura 5: Distribuição do Volume Médio Anual registrado em outorgas na bacia do rio Macaé (RJ), com destaque para os rios principais e sobreposição de informações a respeito do uso e cobertura da área.
Fonte: Elaboração própria, 2024.

No contexto da bacia, esse ponto está localizado em uma área de transição do médio para o baixo curso da bacia, onde não há interferências significativas na morfologia do canal, tendo em vista a presença de vegetação nas margens e meandros no curso do rio neste enquadramento. Entretanto, essa grande retirada de água pode alterar significativamente a natureza dos processos geomorfológicos do canal, cujas mudanças atuam diretamente no padrão de distribuição dos sedimentos tanto de montante para jusante, como também na escala do canal.

O ponto B2 (Figura 6) corresponde a captação da Usina Termoelétrica Nossa Senhora

de Fátima, localizada próximo da confluência com o rio São Pedro. Até o presente momento de realização da pesquisa, não há nenhuma estrutura de captação, pois trata-se de um empreendimento futuro da empresa Natural Energia Participações LTDA, em que apresentará capacidade instalada de 1.355 MW para a geração de energia elétrica através da captação direta das águas do rio Macaé (Natural Energia, 2016). A outorga para o uso das águas para fins industriais e de consumo e higiene humana já foi concedida, com previsão de consumo médio anual de 48.626.630,14 m³ e validade de atuação para até o ano de 2029.

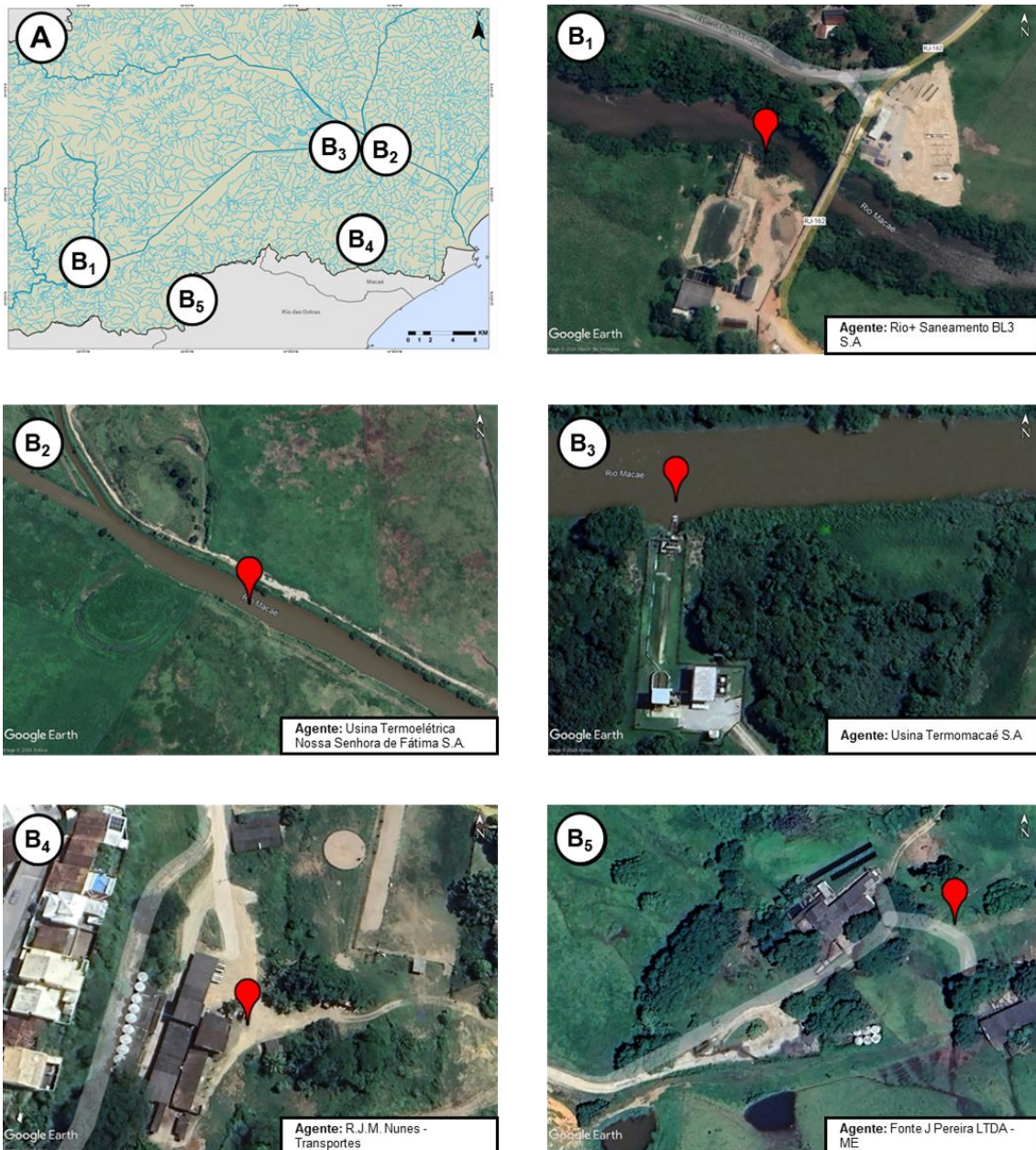


Figura 6: Identificação dos pontos de captação ativos que mais consomem água na bacia do Rio Macaé (RJ) dentro do período de 1997 a 2023. Os pins vermelhos referem-se a coordenadas dos pontos disponibilizados pelo INEA nos documentos de outorga.; (A) Refere-se à espacialização dos pontos na área da bacia. (B1 a B5) Ilustram a estrutura de captação de água da bacia, da primeira a quinta maior captação de água na bacia, respectivamente. Nas imagens B4 e B5, os círculos brancos são caixas d'água de armazenamento da água captada.

Fonte: Elaboração própria com dados do INEA (2023), 2024

O ponto B3 (Figura 6) refere-se a captação da Usina Termomacacé S.A., subsidiária da Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS, a qual é realizada de maneira superficial no rio Macaé para geração de energia elétrica. O volume médio anual estimado é de 26.771.425,84 m³, sendo utilizados para uso industrial, consumo e higiene humana e outros usos, com validade para o ano de 2033.

O ponto B4 (Figura 6) diz respeito à captação da empresa R.J.M. Nunes - Transportes, com consumo médio de 376.370,12 m³ por mês e extração feita de maneira subterrânea por poço tubular. A empresa destina-se ao ramo da construção civil e comercialização da água, e utiliza as águas subterrâneas para transporte de água por caminhões, irrigação e outros usos, apresentando outorga válida até 2028.

O ponto B5 (Figura 6) pertence a captação da Fonte J Pereira LTDA - ME, inserida também

no ramo de comercialização através do transporte de água por caminhões, com validade até 2027. A extração é realizada de forma subterrânea por poço tubular, com estimativa de volume médio anual de 259.342,03 m³ destinados às atividades de captação, tratamento e distribuição de água.

Essas informações são importantes para compreender como está sendo o domínio sobre as águas em determinada região, uma vez que aponta o consumo de água por cada usuário outorgado através da quantidade de água captada nos pontos de extração. Os pontos de maior captação superficial estão localizados no rio Macaé, e as interferências subterrâneas estão em pontos adjacentes à drenagem principal, entretanto, todos concentram-se nas áreas de pastagens. Além disso, as atividades do ramo industrial, saneamento básico, comercialização da água e abastecimento público predominam no consumo das águas ao longo da bacia do rio Macaé.

Discussão

A análise das outorgas revela importantes implicações sobre a gestão desse instrumento no contexto da bacia do rio Macaé, especialmente no que tange às retiradas de água em pontos retificados e sua relação com as intervenções hidráulicas no baixo curso do rio. A correlação positiva entre a realização de obras de retificação e o aumento das retiradas de água para diversos usos indica uma crescente pressão sobre os recursos hídricos em trechos específicos da bacia. Além disso, a localização dessas outorgas em trechos retificados desperta certo interesse, pois são as áreas mais alteradas da bacia (Assumpção & Marçal, 2012).

Do ponto de vista geomorfológico, essas intervenções ampliaram a largura e a profundidade do canal, permitindo que um volume muito maior de água passasse por esses trechos em comparação ao esperado pela morfologia original, caracterizada por canais meândricos (Cabral & Marçal, 2025). Esse aumento de capacidade do fluxo d'água não reflete necessariamente as condições naturais do sistema, de modo que os trechos retificados se tornam áreas mais vulneráveis a qualquer tipo de interferência (Assumpção & Marçal, 2012; Marçal *et al.*, 2017; Cabral & Marçal, 2025). Nesse sentido, as retiradas de água em excesso nesses pontos podem intensificar problemas a jusante, como alterações no regime de estiagem e seca, de fluxo, sedimentação, qualidade da água, assoreamento e impactos no abastecimento.

A associação entre as retificações e as grandes retiradas de água sugere que essas obras, hoje, servem como suporte para a apropriação das

águas, no sentido de intensificar o uso dos recursos hídricos para fins econômicos e sociais. Entretanto, é necessária uma análise mais aprofundada e articulada com outras variáveis do sistema de gestão hídrica para determinar de fato o impacto ambiental da retirada de água da bacia em cenários atuais e futuros. Tal análise deve levar em consideração, sobretudo, as áreas a montante e a jusante dos pontos de captação, uma vez que os documentos de outorgas apresentam apenas uma estimativa do valor retirado e essas ações podem estar relacionadas ao agravamento de episódios de desabastecimento e degradação dos sistemas fluviais.

A concentração de captações subterrâneas no baixo curso da bacia e, em particular, na margem direita do Rio Macaé, desperta questões sobre a distribuição espacial desses pontos de captação e seus possíveis vínculos com a proximidade da cidade de Macaé. A cidade, com sua alta densidade populacional - 246.391 pessoas, onde 97,3% é considerada urbana enquanto 2,7% é rural (IBGE, 2023) - e intensa atividade econômica, demanda volumes significativos de água (Costa *et al.*, 2020), o que pode justificar a localização das captações subterrâneas nesta região. Destaca-se que a proximidade com o meio urbano facilita a extração para consumo humano, abastecimento e outras finalidades industriais.

A presença de áreas naturalmente mais úmidas e alagadiças no baixo curso da bacia torna a disponibilidade hídrica mais favorável ao uso de poços tubulares, o que pode também ter sido um fator decisivo para a concentração das interferências subterrâneas neste local. Contudo, a formação de aglomerados de captação pela proximidade dos pontos subterrâneos pode influenciar a ocorrência de possíveis problemas ambientais na bacia hidrográfica.

Dentre eles, cabe citar o avanço da cunha salina nos sistemas de aquíferos. A concentração de pontos de captação de água subterrânea em regiões próximas à linha de costa, como é o caso do baixo curso da bacia do rio Macaé, pode interferir na manutenção do nível do lençol freático, pois o volume de água armazenado é constantemente reduzido. Na medida em que as retiradas de água afetam a dinâmica natural de recarga dos aquíferos, o lençol freático tende a rebaixar, gerando um desequilíbrio no sistema, o que favorece o avanço da água salgada nos aquíferos e caracteriza a intrusão salina em áreas costeiras. Nesse sentido, a presença de água salgada nos aquíferos pode interferir na qualidade da água subterrânea, tornando-as impróprias para os diversos usos,

sobretudo ao consumo humano e atividades agropastoris.

Trabalhos realizados no Norte Fluminense têm destacado a ocorrência do fenômeno de salinização nos aquíferos da região. Souza *et al.* (2012) apontaram essa problemática no baixo curso do rio São João, enquanto Terra e Oliveira (2024) identificaram processos similares na área do Baixo Paraíba do Sul. No âmbito da pesquisa, Amaral *et al.* (2004) identificaram registros de avanço da cunha salina no estuário do rio Macaé, e reforçaram a necessidade de estudos que delimitem a real fronteira entre a água doce e salgada, para que a gestão considere essas características na análise para concessão de outorgas. Silva *et al.* (2022) destacam que a urbanização recente do município de Macaé teve um papel importante no comprometimento da qualidade das águas subterrâneas da área, bem como identificaram presença de água salobra em um ponto no aquífero local, devido à obras hidráulicas em uma das lagoas presentes no sistema da bacia para o combate à inundações. Nesse contexto, a localização das captações subterrâneas nos permite identificar pontos estratégicos para o desenvolvimento de futuros estudos de monitoramento, focados no grau de intrusão salina no sistema de aquífero da bacia do rio Macaé, e nos possíveis impactos sobre os pontos outorgados e a dinâmica ambiental, social e econômica da bacia, para que oriente os responsáveis pelo gerenciamento das águas.

Outro ponto diz respeito à disparidade entre as bases de dados analisados nos documentos de outorga e as informações apresentadas pelo CNARH. No CNARH em 2021 (CBH Macaé e das Ostras, 2022), há poucos registros condizentes com o uso e cobertura da terra da bacia, como pecuária e agricultura, em que foram cadastrados apenas três usuários para finalidade de “criação animal” e quatro para “irrigação”. A divergência entre os dados sugere um problema de integração e atualização entre as plataformas de gestão da bacia, o que evidencia falhas no sistema de controle e fiscalização das outorgas. Essa inconsistência afeta a realização de uma análise mais precisa sobre o efetivo consumo de água na bacia, o que compromete o monitoramento adequado do impacto das intervenções e dificulta a formulação de políticas públicas mais eficazes para a gestão das águas, ameaçando a transparência e a eficiência do processo de outorga.

Ao longo de 19 anos de registros de outorgas, nota-se que em sua maioria foram concedidas a grandes empresas e corporações, como a CEDAE, Petrobras, Autopista Fluminense, BRK Ambiental e entre outros, revelando a

centralização do acesso à água nas mãos de grandes atores econômicos. Atualmente, empresas de saneamento básico, geração de energia, construção civil e comercialização de água dominam os pontos de captação com maior consumo de água, com destaque para a Rio+Saneamento, responsável pelo abastecimento público, e as termelétricas, como a Usina Termomacaé S.A.

Em 2012, a partir da elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras, o comitê de bacia realizou a simulação de cenários futuros para as condições de vazão dos rios em 2027 e 2032. Os resultados indicaram o comprometimento do balanço hídrico em diversos trechos, devido à projeção de intensificação da dinâmica econômica na bacia para os próximos anos (CBH Macaé e das Ostras, 2014). No que tange a localização das maiores captações, alguns pontos estão situados em trechos identificados pelo comitê como possíveis áreas de agravamento do balanço hídrico.

O comitê já sinalizava para 2022 o início de comprometimento hídrico na zona de trecho médio do rio Macaé, e com previsão de agravamento em 2027, impossibilitando a emissão de novas outorgas em todo o trecho. Entretanto, a Rio+Saneamento solicitou outorga para captação de água em 2022, para o trecho médio do rio Macaé em confluência com o rio Dantas, e conseguiu aprovação em 2024, com data de validade para 2057. Situação semelhante ocorreu com as captações das usinas termelétricas Termomacaé S.A. e Nossa Senhora de Fátima S.A., localizadas no trecho retificado do rio Macaé. O comitê prevê para 2032 um comprometimento de 100% no trecho antes da confluência com o rio São Pedro (onde está localizada a captação da Termomacaé S.A.) e de 40% a 60% no trecho posterior (onde está a captação da Nossa Senhora de Fátima S.A.). O INEA estabelece que só pode haver emissão de novas outorgas em trechos com até 50% de comprometimento e, em casos superiores, não será possível a emissão de novas outorgas. No entanto, mesmo diante dessas previsões, as usinas conseguiram aprovação de outorgas em anos posteriores a esse estudo, com validade para os anos de 2029 (Nossa Senhora de Fátima S.A.) e 2033 (Termomacaé S.A.).

Essa situação mostra o contraste das informações geradas pelos instrumentos de gestão da bacia, em que o Plano de Bacia indica os trechos com possível comprometimento hídrico, enquanto as concessões de Outorgas continuam sendo realizadas para o mesmo local, levantando importantes apontamentos sobre a coerência das decisões. Cabe questionar como é possível que haja

a liberação de outorgas em trechos críticos se a própria gestão da bacia prevê cenários de escassez e impossibilita novas concessões em tais condições.

Essas grandes retiradas de água são direcionadas, em sua maioria, para fins industriais e energéticos, enquanto a quantidade de outorgas destinadas ao abastecimento público é mínima, com apenas um ponto ativo atendendo à população local. Essa disparidade permite refletir até que ponto as estruturas de captação, tratamento e distribuição de água estão atendendo as necessidades da população, tendo em vista que a bacia possui um grande número de habitantes, sobretudo da cidade de Macaé, e tem sido marcada por episódios de escassez hídrica (Costa *et al.*, 2020; Guimarães & Ferreira, 2020; Barbosa, 2021; Freire, 2024; Wilberger, 2024). Isso mostra como os interesses de grandes empresas podem estar em desacordo com as necessidades básicas de consumo humano.

O controle de grandes captações de água pela indústria e pelo setor energético contrastam com a escassez de recursos para abastecimento público, sugerindo a necessidade de uma reavaliação dos usos considerados para as concessões das outorgas, com foco na priorização do acesso à água para consumo humano, conforme determinado pela Lei das Águas.

No contexto dos efluentes que estão sendo despejados na bacia do rio Macaé, é importante refletir e investigar de que maneira o INEA está fiscalizando as atividades com potencial degradador na bacia e quais fatores são considerados para permitir que quantidades significativas de efluentes tratados sejam despejados. A Resolução Conama nº 430 (2011) aponta que a legislação federal permite a concessão de uma outorga apenas se o lançamento não violar as condições e padrões de qualidade da água pré-estabelecidos no plano de recursos hídricos. Entretanto, isso deve ser colocado em pauta tendo em vista que até recentemente, os efluentes não tratados, de origem industrial e doméstica, eram lançados sem controle no rio Macaé e adjacências resultando em altos índices de poluição (Matos *et al.*, 2011; Brandão *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2022), e os próprios documentos de outorga apontam registros completos somente a partir do ano de 2006, apesar do comitê ter sido instituído em 2003, para o despejo de efluentes tratados em cursos d'água na bacia. Além disso, ressalta-se que ainda existe o despejo de efluentes não tratados em vários rios da bacia, sobretudo em trechos a montante, nas áreas rurais, e a jusante, na zona estuarina

localizada na cidade de Macaé (Guimarães & Ferreira, 2020).

Destaca-se também a limitação das outorgas em representar todos os usuários da água na bacia do rio Macaé. A análise das informações sobre uso e cobertura do solo evidencia que uma parcela significativa da área da bacia é destinada a pastagens e outra à agricultura, as quais são atividades que demandam uso dos recursos hídricos, entretanto, as outorgas registradas estão atreladas apenas a uma parcela dos usuários, as empresas relacionadas a geração de energia, petróleo e gás, construção civil, saneamento básico e distribuição de água.

Essa lacuna se deve ao fato de a legislação isentar de outorga às captações de água voltada para satisfação das necessidades individuais ou de pequenos núcleos populacionais, em meio rural ou urbano, e o uso de vazões e volumes considerados insignificantes, para derivações, captações e lançamentos. Por fim, como resultado, usuários enquadrados nesses critérios permanecem fora do escopo das outorgas, dificultando uma visão abrangente da demanda hídrica na bacia. Nesse sentido, torna-se necessário que o comitê revise os usos insignificantes da bacia e também aqueles não sujeitos à outorga, para que implemente ações de gestão mais condizentes com a realidade hidrossocial da bacia.

Conclusões

O trabalho mostrou que as outorgas podem ser analisadas sob outra perspectiva, em que funcionam como uma ferramenta inicial para identificar possíveis problemas na bacia, de caráter ambiental e social, ao fornecerem a coordenada dos pontos e a identidade dos agentes outorgados. Nota-se que as outorgas também operam como distribuidor de água, em que estão relacionadas, sobretudo, às empresas de grande porte econômico ligada ao ramo industrial e de saneamento básico.

O fato de as outorgas estarem atreladas somente a agentes jurídicos dificulta compreender o caminho pelas quais as águas da bacia do rio Macaé estão percorrendo, uma vez que outros grupos sociais também se relacionam com o sistema fluvial, sendo necessário a junção com outros meios de pesquisa de vertente social para entendermos os verdadeiros usos da água dentro da bacia. Além disso, vale destacar que, ao apresentar um valor estimado de consumo para os outorgados, as outorgas não fornecem uma visão abrangente dos impactos da retirada de água no sistema hidrográfico, sobretudo no que tange os processos

geomorfológicos, o balanço hidrossedimentar e o potencial de degradação ambiental.

Outro ponto é a necessidade de as outorgas estarem associadas à estudos de geomorfologia fluvial e de hidrologia para conhecimento sobre o comportamento dos processos fluviais e hidrológicos da bacia, considerando que não há estudos que mostram o percentual adequado a ser retirado e devolvido, e sobretudo, a fim de subsidiar cenários futuros para a segurança hídrica da bacia. Essa situação expõe um desafio significativo para a gestão da bacia em como equilibrar as demandas econômicas com a necessidade de preservação das águas dos rios, tendo em vista que a falta de diversificação dos agentes contemplados por outorgas e pouca integração acadêmica nos estudos avaliativos indica um modelo de gestão que pode não ser suficiente para garantir o uso sustentável da bacia em longo prazo.

Nesse sentido, torna-se fundamental o reconhecimento do caminho pela qual a retirada da água apresenta através da legalidade das outorgas prevista na Lei da Águas, no sentido de reconhecer os principais agentes de fato responsáveis pelas alterações na dinâmica dos processos fluviais e hidrológicos da bacia, e integrar os outros usuários que também utilizam as águas, para então, tornar as ações de planejamento hídrico mais eficientes na gestão da bacia.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro através do projeto Universal - Chamada CNPq/MCTI/FNDCT No 18/2021.

Referências

- Amaral, K. J., Rosman, P. C. C., & Azevedo, J.P.S. (2004). Estuário do Rio Macaé: Modelagem Computacional como ferramenta para o gerenciamento integrado de recursos hídricos. *Mecânica Computacional*, 23, 1167-1185.
- Assumpção, A. P., & Marçal, M. S. (2012). Retificação dos canais fluviais e mudanças geomorfológicas na planície do rio Macaé (RJ). *Revista de Geografia (UFPE)*, 29(3), 18-36.
- Barbosa, J. (2021). *Câmara alerta para risco de crise hídrica em Macaé nos próximos anos*. Disponível em cmmacaee.rj.gov.br/camara-alerta-para-risco-de-crise-hidrica-em-macaee-nos-proximos-anos/
- Brandão, L. P., Silva, V. F., Bassi, M., & De Oliveira, E. C. (2022). Risk Assessment in Monitoring of Water Analysis of a Brazilian

- River. *Molecules*, 27, 3628. Disponível em doi.org/10.3390/molecules27113628.
- Brierley, G. J. (2020). *Finding the Voice of the River: Beyond Restoration and Management*. Auckland, Nova Zelândia: Palgrave Macmillan. Disponível em dx.doi.org/10.1007/978-3-030-27068-1.
- Cabral, G. K. P. & Marçal, M. S. (2025). Rivers channelization and the (dis)continuous geomorphological effects on the fluvial system of the Macaé River - RJ. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 26(2).
- CBH Macaé e das Ostras. (2012). *Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Macaé e das Ostras. Relatório de caracterização da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras RD-01*. Macaé: Autor.
- CBH Macaé e das Ostras. (2014). *Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Macaé e das Ostras. Relatório Síntese*. Macaé: Autor.
- CBH Macaé e das Ostras. (2022). *Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Macaé e das Ostras. Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos*. Macaé: Autor.
- Christofidis, D. (2011). Política nacional de recursos hídricos: conquistas e perspectivas. In Theodoro, S. H. (Org.), *Os 30 anos da Política Nacional do Meio Ambiente* (pp. 101-119). Rio de Janeiro: Garamond.
- Charpleix, L. (2018). The Whanganui River as Te Awa Tupua: Place-based law in a legally pluralistic society. *The Geographical Journal*, 184(1), 19–30. doi.org/10.1111/geoj.12238
- Conejo, J. G. L. (1993). A outorga de usos da água como instrumento de gerenciamento dos recursos hídricos. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, 27(2), 28-62.
- Costa, R. N., Molisani, M. M., & Martins, R. L. (2020). Educação Ambiental no licenciamento de petróleo e a universidade pública: O caso da Bacia Hidrográfica do Rio Macaé (RJ), Brasil. *Vértices*, 22(1), 136-150.
- Decreto Estadual n. 34.243 de 04 de novembro de 2003. (2003). Institui o comitê da bacia hidrográfica do rio Macaé, que compreende a bacia do rio Jurubatiba, bacia do rio Imboassica e a bacia da lagoa de Imboassica no âmbito do sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos. Rio de Janeiro, RJ.
- Ercolani, K. M., Plautz, N., Calgaro, C. (2021) O instrumento de outorga dos recursos hídricos: riscos ambientais e as influências do consumocentrismo na sociedade moderna antropocêntrica. *Revista de Direito da Faculdade Guanambi*, 8(1).
- Freeman, M. C., Buell, G. R., Hay, L. E., Hughes,

- W. B., Jacobson, R. B., Jones, J. W., Jones, S. A., Lafontaine, J. H., Odom, K. R., Peterson, J. T., Riley, J. W., Schindler, J. S., Shea, C., & Weaver, J. D. (2012). Linking River management to species conservation using dynamic landscape-scale models. *River Research and Applications*, 29(7), 906–918. Disponível em doi.org/10.1002/rra.2575
- Freire, Q. G. (2024). *Sistema de Abastecimento de Água de Macaé Entra em Alerta Devido à Estiagem Prolongada: A falta de chuvas tem reduzido significativamente a oferta de água no manancial responsável pela captação e tratamento na cidade*. Disponível em diariodorio.com/sistema-de-abastecimento-de-agua-de-macaé-entra-em-alerta-devido-a-estiagem-prolongada/
- Fryirs, K. A., Brierley, G. J. (2013) *Geomorphic Analysis of River Systems: Na Approach to Reading the Landscape*. Chichester, Inglaterra: Wiley-Blackwell.
- Gonçalves, C. U., & De Oliveira, C. F. (2009). Rio São Francisco: as águas correm para o mercado. *Boletim Goiano de Geografia*, 29(2), 113-125. doi.org/10.5216/bgg.v29i2.9019
- Gregory, S., Wildman, R., Hulse, D., Ashkenas, L., & Boyer, K. (2019). Historical Changes In Hydrology, Geomorphology, and floodplain vegetation of the Willamette River, Oregon. *River Research and Applications*, 35(8), 1279–1290. doi.org/10.1002/rra.3495
- Guimarães, E., Ferreira, M. I. (2020). Na contramão dos objetivos do desenvolvimento sustentável: avaliação da pobreza hídrica na região estuarina do Rio Macaé, Macaé/RJ. *Saúde e Sociedade*, 29(2). doi.org/10.1590/S0104-12902020190070
- Guimarães, L. G. (2017). *Mudanças no uso e cobertura da terra Bacia Hidrográfica do rio Macaé*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Hurtado, T. C. C., Leite, G. M., Carvalho, D. A., Silva, S. A. A. (2024). Granted as a management instrument for the use of water resources in the Baixo Teles Pires river basin. *Research, Society and Development*, 13(3), e9013345318. doi.org/10.33448/rsd-v13i3.45318
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). *Bases cartográficas contínuas –Rio de Janeiro. Escala 1:25.000*. Rio de Janeiro: Autor. Disponível em www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15807-estados.html?edicao=16037&t=acesso-ao-produto
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024) *Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra. Escala 1:250.000*. Rio de Janeiro: Autor. Disponível em www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=informacoes_ambientais/cobertura_e_uso_da_terra/monitoramento/grade_estatistica/serie_revisada_2022/vetores_compactados/UFS
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2023) *Censo demográfico 2022*. Rio de Janeiro: Autor. Disponível em censo2022.ibge.gov.br
- INEA - Instituto Estadual do Ambiente. (2010). *Série Gestão Ambiental: Outorga de direito de uso dos recursos hídricos* (Vol. 3). Rio de Janeiro: Autor.
- INEA - Instituto Estadual do Ambiente. (2013). *Elaboração do plano de recursos hídricos da região hidrográfica Macaé e das Ostras: relatório do balanço hídrico da região hidrográfica Macaé e das Ostras rd-06*. Rio de Janeiro: Autor.
- INEA - Instituto Estadual do Ambiente. (2023). *Consulta e Publicação de Processos - Diário Eletrônico Inea*. Rio de Janeiro: Autor. Disponível em 200.20.53.7/SCUP/#
- Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. (1997). Lei das Águas – 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 8.001, 12 Mar. 1990, que modificou a Lei nº 7.990 28 dez. 1989. Brasília, DF. Recuperado de www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm
- Magalhães Júnior, A. P., & Barros, L. F. P. (2020). *Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Marçal, M., Brierley, G., & Lima, R. (2017). Using geomorphic understanding of catchment-scale process relationships to support the management of river futures: Macaé Basin, Brazil. *Applied Geography*, 84, 23–41. dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.04.008
- Marçal, M. S., Castro, A. O. C., & Lima, R. N. S. (2022). Geomorfologia fluvial e gestão dos rios no Brasil. In Junior, O. A. C., Gomes, M. C. V., Guimarães, R. F., & Gomes, R. A. T. (Org.), *Revisões de literatura da geomorfologia brasileira*. Brasília: União da Geomorfologia Brasileira. 225-249.
- Martins, R. L., Molisani, M. M. E., & Rocha, G. B.

- (2019). Impactos e perspectivas ambientais diante da crise do petróleo e da reestruturação social e econômica do município de Macaé. In Silva, S. C. R., & Carvalho, M. R. (Org.) *Macaé do caos ao conhecimento: olhares acadêmicos sobre o cenário de crise econômica*. Macaé: Prefeitura Municipal de Macaé, 312–326.
- Matos, A. S. T., Júnior, J. L., Pereira, J. A. M., Ferreira, M. I. P., Souza, P. R. N., Rodrigues, P. P. G. W. (2011). Monitoramento ambiental da qualidade da água no Rio Macaé associado ao lançamento de efluentes de termelétrica: um estudo de caso do lançamento de efluentes da UTE Mário Lago no rio Macaé, RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, 4(1), 127–140.
- Natural Energia. (2016) *Relatório de Impacto Ambiental - Usina Termoelétrica Nossa Senhora De Fátima*. Rio de Janeiro: Autor.
- Oliveira, R. C. N., Campos, R. P., Castro, C., & Azevedo, J. P. S. (2013). Comitê da Bacia do Rio Macaé - Desafios para uma gestão participativa da sociedade local. In *Anais do 10o Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos*, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul. dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.30866.30406
- Peixoto, F. S., Soares, J. A., & Ribeiro, V. S. (2022). Conflitos pela água no Brasil. *Sociedade & Natureza*, 34. doi.org/10.14393/SN-v34-2022-59410
- Porto, M. F. A., & Porto, R. L. L. (2008). Gestão de bacias hidrográficas. *Estudos Avançados*, 22(63), 43-60. doi.org/10.1590/S0103-40142008000200004
- Postel, S., & Richter, B. (2003). *Rivers for Life: Managing Water for People and Nature*. Washington, DC: Island Press. doi.org/10.1002/rra.820
- Resolução CONAMA n. 430 de 13 de maio de 2011. (2011) Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Brasília, DF. Recuperado de www.suaape.pe.gov.br/images/publicacoes/CONAMA_n.430.2011.pdf
- Silva, F. L., Fushita, Â. T., Cunha-Santino, M. B., Bianchini Júnior, I., & Veneziani Júnior, J. C. T. (2021). Gestão de recursos hídricos e manejo de bacias hidrográficas no Brasil: Elementos básicos, histórico e estratégias. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(3), 1626–1653.
- Silva, J. H. C., Silva-Filho, E., Leite, A., & Molisani, M. M. (2022). Effects of a recent urbanization event on coastal groundwater in the southeastern coast of Brazil: a case study of the Macaé municipality. *Revista Brasileira De Ciências Ambientais*, 57(1), 114–124. doi.org/10.5327/Z2176-94781044
- Silva, T. M. (2002). *A Estruturação Geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro*. (Tese de Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Soffiati, A. (2021). A grande transformação da planície do norte do Rio de Janeiro (1933–1990). *Ambientes: Revista De Geografia e Ecologia Política*, 3(1), 151–189. <https://doi.org/10.48075/amb.v3i1.26872>
- Souza, G. L., Lugon Junior, J., Rodrigues, P. P. G. W., Da Hora, H. M. C., & Ferreira, M. I. P. (2012). Modelagem matemática do baixo curso do rio São João para estudo de intrusão salina. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, 6(2), 59-70.
- Terra, J. V. F. A., & Oliveira, V. P. S. (2024). *A ocorrência da salinização no Baixo Paraíba do Sul: Diagnóstico e desenvolvimento de soluções tecnológicas*. (1a ed.). Campos dos Goytacazes: Essentia.
- Urban, M., & Rhoads, B. (2014). Conceptions of nature: implications for an integrated geography. In Trudgill, S., & Roy, A. *Contemporary meanings in physical geography: From what to why?*. Nova Iorque, Estados Unidos: Routledge.
- Ward, F. A., Pulido-Velazquez, M. (2008). Water conservation in irrigation can increase water use. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(47), 18215–18220. doi.org/10.1073/pnas.0805554105
- Wilberger, T. A. (2014). *Morte do Rio Macaé: um grito de socorro pela sobrevivência*, 2024. Disponível em visaosocioambiental.com.br/a-morte-do-rio-macae-um-grito-de-socorro-pela-sobrevivencia/
- Wilson, G., & Lee, D. M. (2019). Rights of rivers enter the mainstream. *The Ecological Citizen*, 2(2), 183–187.