

**SEGURANÇA HÍDRICA, MINERAÇÃO DE AREIA NA BACIA DO RIO PARAÍBA
NA RMVPLN NO SÉCULO XXI E A TÉTRADE DE MCLUHAN
ODS (3, 6, 11, 16)**

**Avelino Alves Barbosa Júnior (UNITAU)
José Rodrigo Várzea Cursino (UNITAU)
Marcelo Bueno Espanha (UNITAU)
Lourival da Cruz Galvão Júnior (UNITAU)
Monica Franchi Carniello (UNITAU)
Viviane Fushimi Velloso (UNITAU)**

Resumo

O artigo versa sobre a segurança hídrica e a mineração de areia na Bacia do Rio Paraíba do Sul na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN). O objetivo geral é analisar a segurança hídrica e a mineração de areia na RMVPLN à luz da Tétrade de McLuhan. Os objetivos específicos são: a) mostrar a relação entre a segurança hídrica e a Agenda ONU 2030; b) descrever a Bacia do Rio Paraíba do Sul na RMVPLN; c) descrever a segurança hídrica na Bacia do Rio Paraíba na RMVPLN; d) descrever a mineração de areia na Bacia do Rio Paraíba na RMVPLN; e) demonstrar a Tétrade de McLuhan. A pesquisa utiliza o método exploratório para estudar segurança hídrica e a mineração de areia na Bacia do Rio Paraíba do Sul na RMVPLN, à luz da Tétrade de McLuhan. A aplicação da Tétrade de McLuhan revelou uma relação intrínseca e antagônica entre a segurança hídrica e a mineração de areia na região. Se por um lado a segurança hídrica amplifica a necessidade de gestão integrada e proteção dos recursos, por outro lado a mineração de areia amplifica a exploração de um recurso essencial para a construção, mas que gera impactos ambientais severos. O ponto de interseção e tensão é claro: a mineração de areia, ao degradar o ecossistema fluvial (tornando obsoleta a recuperação ambiental natural), impacta diretamente a disponibilidade e qualidade da água, ameaçando a segurança hídrica da bacia. A necessidade crescente de água para uma população em expansão na RMVPLN colide com a degradação ambiental causada pela mineração.

Palavras-chave: Água; Mineração; RMVPLN, Tétrade, McLuhan.

Introdução

O presente estudo versa sobre a segurança hídrica e a mineração de areia na Bacia do Rio Paraíba do Sul na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RVPLN) à luz da Tétrade de McLuhan.

A água é *conditio sine qua non* para a vida. O planeta tem 8 bilhões de habitantes, 26% da população global não tem acesso à água potável, sendo que cerca de 46% dos habitantes do planeta não possuem serviços de saneamento (ONU, 2023), Esses números por si só demonstram que vivemos num mundo insustentável e com inúmeros problemas ambientais, nesse contexto os ODS da Agenda ONU 2030, que reforçam a importância da água na sustentabilidade da vida no planeta Terra, *vide* os ODS nº 3, 6, 11, 16 (ONU, 2025).

A Bacia do Rio Paraíba do Sul é uma das regiões mais importantes do Brasil, e o seu desenvolvimento ocorreu seguindo o curso do Rio Paraíba do Sul. Além disso as represas da região têm papéis importantes, por exemplo geração de energia elétrica, abastecimento de água. Destaca-se que nessa região ao longo da Bacia do Rio Paraíba do Sul na RMVPLN, desenvolvem-se inúmeras atividades econômicas que vão da agricultura, indústria e mineração de areia dentre outras.

A Tétrade de McLuhan é um método usado na comunicação, baseado numa observação holística dos efeitos de uma tecnologia em um dado contexto espaço temporal, desvenda padrões de processos que, de outra forma, seriam invisíveis. Não obstante ser um método desenvolvido para a comunicação, a Tétrade de McLuhan pode ser utilizada em pesquisas de outras áreas, a fim fornecer uma análise das forças que atuam em uma região.

O objetivo geral do presente artigo é analisar a segurança hídrica e a mineração de areia na Bacia do Rio Paraíba na RMVPLN à luz da Tétrade de McLuhan. Já os objetivos específicos são: a) mostrar a relação entre a segurança hídrica e a Agenda ONU 2030; b) descrever a Bacia do Rio Paraíba do Sul na RMVPLN; b) descrever a segurança hídrica na Bacia do Rio Paraíba na RMVPLN; c) descrever a mineração de areia na Bacia do Rio Paraíba na RMVPLN; d) demonstrar da Tétrade de McLuhan.

A importância do presente estudo reside na aplicação da Tétrade de McLuhan, fora do espectro da comunicação, como instrumento de planejamento e desenvolvimento regional para analisar as forças que atuam na região da Bacia do Rio Paraíba do Sul na RMVPLN.

Revisão da literatura

1. Agenda ONU 2030

O tema da presente pesquisa é segurança hídrica na bacia do Rio Paraíba do Sul, ou seja, o nosso objeto de estudo é a água na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. Água é *conditio sine qua non* para a vida, sendo que a água é um bem público, limitado e com valor econômico¹ (Brasil, 1997), num mundo com gravíssimos problemas ambientais a serem equacionados. O relatório produzido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) durante a Semana Mundial da Água 2025, nos mostra que uma em cada quatro pessoas no mundo não tem água potável gerenciada com segurança (OMS, UNICEF, 2025).

Não obstante os problemas ambientais enfrentados atualmente, há 53 anos na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente de 1972, houve a primeira manifestação internacional de caráter normativo sobre a necessidade de preservação do meio ambiente (Teotônio, Júnior, 2025). Depois de Estocolmo 1972 a sociedade internacional presenciou inúmeras ações sobre a questão ambiental, sendo que em 2015 surgiu a Agenda ONU 2030, que é um plano para alcançar a sustentabilidade na Terra, pois os recursos ambientais são finitos enquanto as necessidades humanas (Alves, 2015).

Não se pode falar de água, não se pode falar da Bacia do RMVPLN sem falar nos ODS da Agenda ONU 2030, que reforçam a importância da água na sustentabilidade da vida no planeta Terra, *vide* os ODS nº 3, 6, 11, 16 (ONU, 2025).

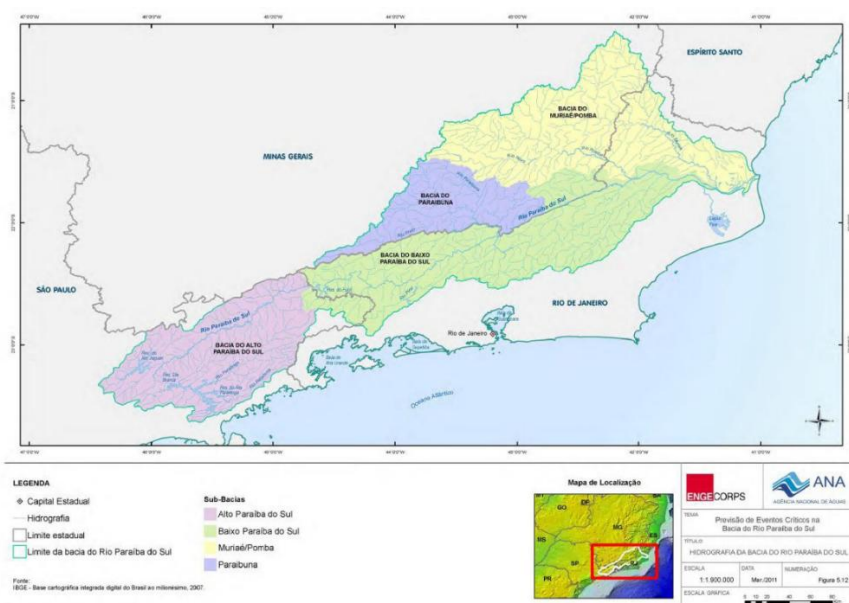
2. A Bacia do Rio Paraíba do Sul na RMVPLN

O Rio Paraíba do Sul resulta da confluência do Rio Paraíba, cuja nascente é no município de Cunha, e do Rio Paraitinga, que nasce no Município de Areias, no Estado de São Paulo, a 1.800 metros de altitude (CEIVAP, 2023). São 1.150 quilômetros de rio da nascente até desaguar no Oceano Atlântico, no norte fluminense, na praia de Atafona no Município de São João da Barra (CEIVAP, 2023).

¹ Lei nº 9.433/1997 - 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.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2011), a bacia do Rio Paraíba do Sul possui área de drenagem de cerca de 55.500 km² distribuída pelos Estados de São Paulo (13.900 km²), Rio de Janeiro (20.900 km²) e Minas Gerais (20.700 km²). Ela drena uma das regiões mais desenvolvidas do país, abrangendo o Vale do Paraíba Paulista, a Zona da Mata Mineira, e metade do Estado do Rio de Janeiro (ANA, 2011).

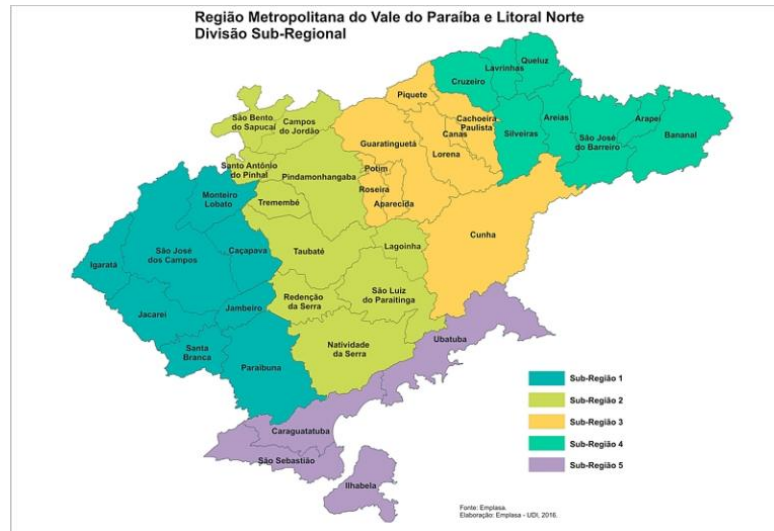
Figura 1 – Bacia do Rio Paraíba do Sul



Fonte: Agência Nacional de Águas - ANA (2011)

Dentro da Bacia do Rio Paraíba do Sul, em função do recorte espacial do presente estudo, nos interessa a RMVPLN, haja vista o rio ter sido o indutor do desenvolvimento regional, bem como por ser o responsável pela segurança hídrica da desse território. A RMVPLN é composta por 39 cidades, foi criada pela Lei Complementar Estadual nº 1.166/2012, como um instrumento do Estado que permite a união de governo, prefeituras, iniciativa privada e sociedade civil organizada para trabalhar na solução de problemas que os municípios têm: segurança, moradia, mobilidade, saneamento, saúde, habitação, educação, entre outros (AGEMVALE, s.d.).

Figura 2 – Municípios da RMVPLN



Fonte: AGEMVALE, s.d.

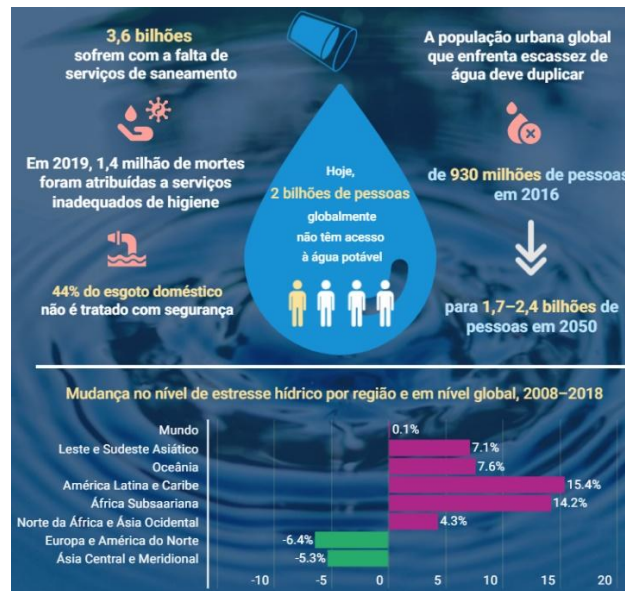
“A biodiversidade da bacia é representada principalmente pela vegetação da Mata Atlântica, que abriga uma ampla variedade de espécies de fauna e flora, algumas das quais estão ameaçadas de extinção” (CEIVAP, 2023). Este bioma, que originalmente cobria grande parte da região, hoje se encontra fragmentado, mas mantém importantes remanescentes como refúgio para espécies endêmicas, que desempenham papel crucial na sustentabilidade da região (CEIVAP, 2023).

“Devido a diversos fatores históricos e contemporâneos, a bacia enfrenta desafios significativos como poluição hídrica, assoreamento e perda de cobertura vegetal” (CEIVAP, 2023). “A contaminação por resíduos sólidos e esgotos não tratados são fatores críticos, impactando negativamente a qualidade da água e a saúde dos ecossistemas aquáticos” (CEIVAP, 2023). A expansão urbana desordenada, o desmatamento e as práticas agrícolas inadequadas também contribuem para a degradação ambiental da região (CEIVAP, 2023).

3. Segurança hídrica

O planeta tem 8 bilhões de habitantes, 26% da população global (2 bilhões de pessoas) não tem acesso à água potável, sendo que cerca de 46% (3,6 bilhões de pessoas) dos habitantes do planeta não possuem serviços de saneamento (ONU, 2023).

Figura 3- Relatório Mundial da água da ONU, 2023



Fonte: ONU, 2023

Nesse contexto, o tema da segurança hídrica ganha crescente importância no cenário global e nacional, especialmente em regiões que combinam densidade populacional elevada e intensa atividade econômica. Tanto que a agenda ONU 2030 trata do tema nas ODS nº 6 (água potável e saneamento) e 10 (vida na água) especificamente da água (ONU, 2025). Sem água não há vida e nem atividade econômica.

Analisando o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2023), temos que a irrigação agrícola responde por cerca de 50,5% do volume total de água retirada no país — longe à frente de outros setores —, seguida pelo abastecimento urbano (23,9%) e pela indústria (9,4%).

O termo segurança hídrica começou a ser utilizado nos anos 2000 após a publicação do relatório *Water Secure World* pelo Conselho Mundial da Água e do *Towards Water Security* (Paiva, 2020). A segurança hídrica pode ser compreendida como a capacidade de garantir à sociedade o acesso sustentável à água em quantidade e qualidade adequadas, para usos múltiplos, de forma a minimizar riscos de escassez e impactos de eventos extremos (ANA, 2019). Trata-se, portanto, de um conceito multidimensional, que envolve aspectos sociais, ambientais, econômicos e jurídicos.

Devido a importância da bacia do Vale do Paraíba, foi instituída pelo Decreto Federal nº 1.842, de 22 de março de 1996, o Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), que é uma instância colegiada responsável pela gestão participativa dessa bacia (Brasil, 1996). O CEIVAP tem papel central na definição de políticas de outorga de uso da água, na implementação de programas de recuperação de mananciais e no financiamento de projetos voltados à gestão sustentável (Brasil, 1996). O CEIVAP busca equilibrar interesses diversos: o consumo humano, a preservação ambiental, o uso agrícola e industrial (Brasil, 1996), haja vista a bacia do Rio Paraíba do Sul ser a principal fonte de abastecimento hídrico para milhões de pessoas, além de sustentar a produção agrícola e industrial da região.

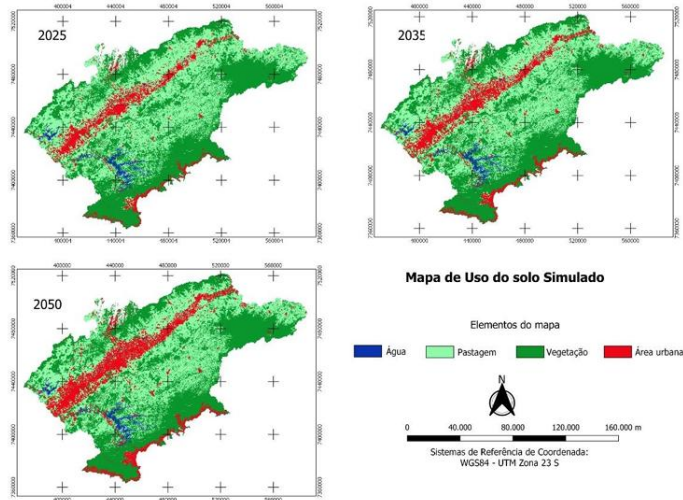
O trecho paulista da bacia do rio Paraíba do Sul é caracterizado por pastagens degradadas, intensa fragmentação florestal, processos de conturbação em estado inicial e crescente atividade industrial (SOARES *et al.*, 2008, *apud* Paiva, 2020). A bacia do Rio Paraíba do Sul na RMVPLN divide-se em sub-bacias, no que tange a hidrografia temos como principais afluentes do Rio Paraíba do Sul os rios Paraibuna, Paraitinga, Jaguari, Una, Buquira/Ferrão, Embaú/Piquete, Bocaina e Pitangueiras/Itagaçaba, e reservatórios de Paraibuna, Santa Branca e Jaguari (SÃO PAULO, 2020, *apud* Paiva, 2020).

Essas represas, portanto, cumprem dupla função: regular o fluxo hídrico e garantir reserva para períodos de estiagem. Contudo, o uso intensivo da água para irrigação pode gerar conflito com o abastecimento urbano e industrial, exigindo planejamento integrado para a garantia da segurança hídrica da RMVPLN.

Ressalta-se que pelo inciso III do artigo 1º da Lei nº 9433/1997, a prioridade de uso da água em período de escassez é para o abastecimento humano (Brasil, 1997). Nesse contexto a bacia do Vale do Paraíba possui um desafio de atender uma população que está em crescimento, de acordo com o IBGE (2025) a RMVPLN possui 2.601.680 de habitantes.

E o aumento da população, traz o aumento da mancha urbana na Bacia do Rio Paraíba na RMVPLN. Paiva (2020) criou modelos para prever a expansão da mancha urbana na RMVPLN vejamos a figura abaixo com as previsões até 2050.

Figura 4- Projeção da população da RMVPLN de 2025 a 2050



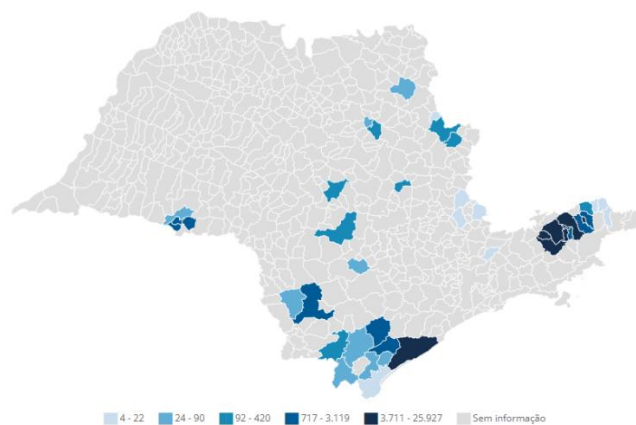
Fonte: Paiva, 2020.

Oportuno recordar que a agricultura da região, fortemente ligada à produção de arroz, milho e pastagens, depende de sistemas de irrigação e da disponibilidade de água represada, ou seja, a agricultura é mais uma das variáveis da segurança hídrica da região. A título de exemplo, destacamos a rizicultura na RMVPLN por depender fortemente da água e ser a maior produtora de arroz do Estado de São Paulo, conforme dados do IBGE (2024) no mapa abaixo.

Figura 5- Produção de arroz em 2024 no Estado de São Paulo

Valor da produção	103.376 Mil Reais (2024)	Estabelecimentos	356 Unidades (2017)
Quantidade produzida	52.138 Toneladas (2024)	Rendimento médio	5.266 Kg por Hectare (2024)
Área colhida	9.900 Hectares (2024)	Maior produtor	Guaratinguetá - SP (2024)

Mapa - Arroz - Valor da produção (Mil Reais) | exibir Tabela



Fonte: IBGE, 2024

Por outro turno, o setor industrial do Vale do Paraíba, com destaque para os polos automobilístico, aeronáutico e petroquímico, demanda grandes volumes de água em seus processos produtivos. A segurança hídrica, nesse cenário, não se limita ao abastecimento, mas envolve a qualidade da água disponível, a gestão de efluentes e a adoção de tecnologias limpas. A dependência hídrica da indústria reforça a urgência de políticas públicas voltadas à racionalização do uso da água.

A importância da Bacia do Paraíba para a segurança hídrica extrapola a RMVPLN. Entre 2014 e 2015 a Região Metropolitana de São Paulo passou por uma crise hídrica, o sistema o Cantareira, que produzia 33 m²/s, estava insuficiente com risco de entrar em colapso e, por conseguinte, o abastecimento para cerca de metade dos 19 milhões de habitantes da RMSP ficou comprometido (Custódio, 2015).

Estiagem, desmatamento, falta de proteção aos mananciais, desastres, desperdício e ineficácia da gestão dos recursos hídricos na Cantareira foram algumas das causas da crise hídrica de 2014-2015 (Londe *et. al.* 2014; Custódio, 2015; Vargas, 2019; Robichez, Carvalho, Krupacz; 2025). Várias medidas foram tomadas para gerenciar aquela crise, dentre elas utilizar a água do Rio Paraíba do Sul Para abastecer São Paulo através da interligação das Bacias do Alto Tietê e Paraíba do Sul (Custódio, 2015), conforme a propaganda estatal veiculada em 2014.

**Figura 6 – Propaganda da SABESP de 2014
Interligação Atibainha-Jaguari**



Fonte: SP vai, 2014 *apud* Custódio, 2015.

Dez anos se passaram e o Estado de São Paulo está diante de nova crise hídrica, sendo que em setembro de 2025 o sistema Cantareira encontra-se com 34,4%

de sua capacidade e 40% da água se perde antes de chegar nas casas dos consumidores (Robichez, Carvalho, Krupacz; 2025). Mais uma vez, dentre as soluções está a captação de água da bacia do Rio Paraíba do Sul (O GLOBO, 2025), ou seja, novamente transferir água da Bacia do Rio Paraíba para a Cantareira.

Esses sistemas de transferência podem impactar positivamente ou negativamente os usuários das bacias doadoras e receptoras, seja no campo social, cultural e econômico a depender das metas a serem alcançadas e das alternativas escolhidas (BANCO MUNDIAL, 2005 *apud* Silva, Filho, Aquino, 2017). Em setembro de 2025, os dados da Agência Nacional das Águas (ANA) dos três reservatórios da Bacia do Rio Paraíba, localizados na RMVPLN, apenas um tem mais de 50% de seu volume útil.

Figura 7 – Tabela do volume útil das represas da Bacia do Rio Paraíba do Sul em setembro de 2025

DATA DE REFERÊNCIA: 27/09/2025				
Nome	Afluência (m³/s)	Defluência (m³/s)	Nível (m)	Volume Útil (%)
PARAIBUNA	36,11	104,00	707,11	57,84
SANTA BRANCA	115,98	133,00	613,47	38,76
JAGUARI	8,52	34,00	614,56	48,59

Fonte: ANA, 2025

Com efeito, se levarmos em conta a conjuntura da RMVPLN, e os dados acima, temos que a segurança hídrica da região é preocupante, e exigirá gestão desses recursos não só pelos órgãos públicos mas pela sociedade como um todo.

4. Mineração de areia

A mineração é uma atividade degradadora e uma das maiores modificadoras da superfície terrestre, afetando não somente a paisagem local, mas o ecossistema em geral (Filho *et. al.*, 2007). Os recursos minerais são insumos indispensáveis à sobrevivência do ser humano já que estes fazem parte de nosso cotidiano em praticamente todas as atividades, sendo imprescindível em qualquer parte do mundo (Filho *et. al.*, 2007).

No ordenamento jurídico brasileiro, de acordo com o artigo 22, XII da Constituição Federal, a competência para legislar sobre mineração é da União (Brasil,

1988). Além das disposições constitucionais, temos inúmeras leis e decretos regulamentando a mineração no Brasil, por exemplo: a) Decreto-Lei nº 227/1967 criou o Código de Mineração ²³⁴ (Brasil, 1967); b) Lei nº 6.567/1978 - dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica (Brasil, 1978); c) Lei n.º 6.938/1981 instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, exigindo licenciamento ambiental (Brasil, 1981); d) Lei nº 13.575/2017 criou a Agência Nacional de Mineração (ANM), extinguindo o Departamento Nacional de Produção Mineral⁵ (Brasil, 2017); e) Decreto n.º 9.406/2018, que estabelece as diretrizes e os processos para a atividade (BRASIL, 2018). etc.

A extração de areia⁶ pode ser extraída pelo sistema de licenciamento, concessão e concessão, nos termos do artigo, 1º, I da Lei nº 6.567/1978 (Brasil, 1978). De acordo com a Agência Nacional de Mineração o requerimento de lavra da areia tem os seguintes requisitos (ANM, s.d): a) pode ser requerido por brasileiros, pessoa natural, firma individual ou empresas legalmente habilitadas; b) verificar no SIGMINE se a área está livre para mineração; c) verificar limitações da área, por exemplo ambientais; d) obtenção de licença prévia municipal; e) ser proprietário do solo ou ter a autorização deste; f) responsável técnico; g) memorial explicativo das atividades de produção mineral; h) plano de aproveitamento econômico; i) apresentação de licença de instalação e operação municipal; j) cadastro na ANM; h) requerimento preenchido; i) pagamento de emolumento.

No trecho paulista do Vale do Paraíba, devido à proximidade ao grande centro consumidor, há décadas se explora a areia, principalmente para abastecer o mercado da construção civil da Região Metropolitana de São Paulo (Filho *et. al.*, 2007). Ademais, a planície aluvial da bacia do Rio Paraíba do Sul, com sua capacidade de

² Delineia a competência da União em administrar os recursos minerais, a indústria de produção mineral e a distribuição, o comércio e o consumo de produtos minerais.

³ O regime de aproveitamento de substâncias minerais para efeito do Código de Mineração pode ser por concessão, autorização, licenciamento, permissão ou monopolização.

⁴ Pelo Código de Mineração considera-se jazida toda massa individualizada de substância mineral ou fóssil, aflorando à superfície ou existente no interior da terra, e que tenha valor econômico. Já a mina é a jazida em lavra, ainda que suspensa.

⁵ Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), autarquia federal autorizada pela Lei nº 8.876 de 2 de maio de 1994 e instituída pelo Decreto nº 1.324 de 2 de dezembro de 1994 a execução do Código de Mineração. O DNPM foi extinto e substituído pela Agência Nacional de Mineração.

⁶ A areia é um recurso natural, fonte de matéria prima básica necessária à construção civil. Seu uso está ligado diretamente ao processo de crescimento urbano e associado à demanda populacional (Becker, Filho, 2017).

estocagem hídrica no aquífero da bacia sedimentar de Taubaté (Reis *et al.*, 2006, *apud* Bento *et. al.*, 2024), possui alta qualidade das areias do Quaternário para uso direto na indústria da construção aumentou a prosperidade minerária na região a partir dos anos 80 (Ferrer *et al.*, 2021, *apud*). Em 2013 o território geomineiro⁷ da RMVPLN produziu 15.300.000 toneladas de areia segundo o Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE (2015, *apud* Becker, Filho, 2018).

A extração em cavas é atualmente o método utilizado no Vale do Paraíba, sendo um sistema de extração que produz incontestáveis danos ao meio ambiente (Filho *et. al.*, 2007). Abaixo trazemos algumas fotos que demonstram os efeitos da extração de areia na RMVPLN.

Figura 8 –Jacareí 2013



Fonte: Leon, 2013 *apud* Becker, Filho, 2017

Figura 9 – Caçapava 2023



Fonte: Bento *et. al.* 2024

Depois da mineração, as cavas de areia são usadas como reservatório de água para irrigação, piscicultura, pesca esportiva, áreas de lazer, aproveitamento imobiliário, disposição de material inerte, abrigo de fauna silvestre e apicultura (Filho *et. al.* 2007). No entanto, a mineração de areia não vai parar na região, a questão é como fazê-la com sustentabilidade.

Método

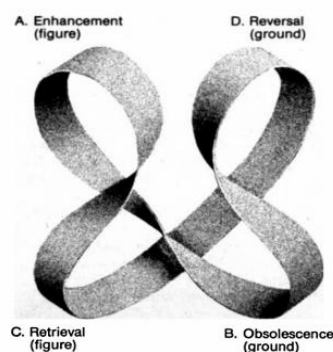
A pesquisa utiliza o método exploratório para estudar segurança hídrica e a mineração de areia na Bacia do Rio Paraíba, mais especificamente na RMVPLN

⁷ O território geomineiro é um instrumento que deve ser integrado ao ZEE –Zoneamento Ecológico Econômico e incorporado nos Planos Diretores Municipais, de modo a inserir a mineração de maneira sustentável no planejamento municipal e regional. (IPT, 2015, *apud* Becker, Filho, 2018).

(recorte espacial), no século XXI (recorte temporal), à luz da Tétrade de McLuhan. Através de uma revisão narrativa da literatura e pesquisa quantitativa em bancos de dados abertos delineamos o contexto espaço temporal da segurança hídrica e da mineração de areia, para aplicar a Tétrade. Herbert Marshall McLuhan (1911-1980) foi um teórico da comunicação e filósofo da comunicação, ao longo de sua carreira conquistou tanto seguidores quanto críticos (Dall'agnese; Canavilhas, Barrichello, 2020). Polêmico nos anos 1960 e 1970 e lançado ao ostracismo pela academia na década de 1980, suas ideias foram recuperadas com força no novo milênio pelo caráter de previsões (Dall'agnese; Canavilhas, Barrichello, 2020).

No livro *Understanding Media*, MacLuhan através de observação holística dos efeitos de uma tecnologia em um dado contexto espaço temporal, desvenda padrões de processos que, de outra forma, seriam invisíveis (Dall'agnese; Canavilhas, Barrichello, 2020). A téttrade é composta por quatro leis ou princípios científicos que todo meio estaria simultaneamente submetido e que são formuladas como perguntas em relação ao objeto de análise (Dall'agnese; Canavilhas, Barrichello, 2020). Com base em Dall'agnese; Canavilhas, Barrichello (2020) temos: a) a primeira lei é a do aprimoramento (*enhancement*), que questiona o que o meio amplifica ou intensifica; b) a segunda lei é da recuperação (*retrieval*), que investiga quais ações ou características de ambientes anteriores são trazidas de volta; c) a quinta lei é a da obsolescência (*obsolescence*), que pergunta qual condição anterior é diminuída ou paralisada pelo novo meio; d) a quinta lei é a da reversão (*reversal*), que explora no que o meio se torna quando levado aos limites do seu potencial.

Figura 11 – Tétrade de McLuhan



Não obstante ser um método desenvolvido para a comunicação, a Tétrade de McLuhan pode ser utilizada em pesquisas de outras áreas, como por exemplo, no Planejamento e Desenvolvimento Regional, a fim fornecer uma análise das forças que atuam em uma região, no caso do presente artigo a Tétrade nos ajudará a explorar como a segurança hídrica e a mineração de areia coexistem na Bacia do rio Paraíba na RMVPLN.

Resultados e discussão

Com base na revisão da literatura sobre a segurança hídrica e a mineração de areia na Bacia do Rio Paraíba do Sul na RMVPLN, vamos aplicar a Tétrade de McLuhan.

1. A segurança hídrica à luz da Tétrade de McLuhan

Aprimoramento (Enhancement): O que a segurança hídrica amplifica? A busca pela segurança hídrica na RMVPLN amplifica e intensifica: a) a conscientização sobre a finitude e o valor econômico da água; b) a importância da água para a vida no planeta; c) a importância da gestão integrada e participativa dos recursos hídricos; d) a urgência por soluções inovadoras e tecnologias para monitoramento, previsão e otimização do uso da água; e) a primazia da água para consumo humano em tempos de escassez.

Recuperação (Retrieval): O que a segurança hídrica recupera? A busca pela segurança hídrica recupera e traz de volta a compreensão: a) da interdependência entre os ecossistemas e a disponibilidade hídrica; b) da necessidade de conservação restauração ambiental; c) da água como bem público; d) da necessidade de planejamento de longo prazo; e) de aprender com as experiências anteriores (vide crise hídrica de 2014-2015 que volta dez anos depois).

Obsolescência (Obsolescence): O que a segurança hídrica torna obsoleto? A exigência de segurança hídrica torna obsoleto: a) o modelo de gestão fragmentada e setorial dos recursos hídricos; b) a ineficácia da gestão e o desperdício de água; c) o não tratamento dos resíduos que contaminam a água; d) a expansão urbana desordenada; e) o desmatamento sem planejamento.

Reversão (*Reversal*): No que a segurança hídrica se inverte em seu limite? a) quando a busca pela segurança hídrica é levada ao extremo ou, paradoxalmente, quando falha; b) quando a necessidade de garantir água para regiões densamente povoadas, como a RMSP, levou à reversão da função natural dos rios, *vide* interligação Atibainha-Jaguari para o Cantareira; c) quando a gestão hídrica pode levar a uma excessiva artificialização do ambiente; d) quando em cenários de crise a segurança pode se inverter em insegurança social e econômica, gerando conflitos pela água; e) quando ocorre a dependência excessiva de grandes infraestruturas (represas) para consubstanciar a segurança hídrica.

2. A mineração de areia à luz da Tétrade de McLuhan

Aprimoramento (*Enhancement*): O que a mineração de areia amplifica? A mineração de areia amplifica: a) o valor econômico de um recurso natural que é insumo indispensável para a infraestrutura urbana; b) a modificação da paisagem e do ecossistema local, resultando em cavas profundas e extensas ao longo do rio; c) o arcabouço legislativo; d) a pressão sobre as terras marginais do rio devido ao potencial lucrativo da lavra mineral.

Recuperação (*Retrieval*): O que a mineração de areia recupera? A mineração de areia recupera: a) uma mentalidade extrativista intensiva de recursos naturais; b) a dependência de um recurso natural específico (areia) para o crescimento urbano; c) a importância da proximidade entre o local de extração e o centro consumidor; d) a ideia de que o ganho econômico imediato pode sobrepor-se às preocupações ecológicas ou sociais.

Obsolescência (*Obsolescence*): O que a mineração de areia torna obsoleto? A mineração de areia torna obsoleta: a) a integridade natural do leito e das margens do Rio Paraíba do Sul, comprometendo a biodiversidade e a função ecológica dessas áreas. b) a recuperação ambiental efetiva; c) a sustentabilidade em função das cavas de areia; d) outros usos do solo em favor da extração mineral.

Reversão (*Reversal*): No que a mineração de areia inverte em seu limite? a) quando uma atividade que visa a construção de cidades, reverte em destruição ambiental irreversível; b) quando a extração de areia, usada para construir as cidades pode no limite comprometer a própria segurança hídrica da região, tornando a água

imprópria para uso ou alterando drasticamente o regime hídrico do rio; c) quando a prosperidade minerária é desprovida de sustentabilidade, gerando passivos ambientais que demandarão custos altíssimos de recuperação ou que serão impossíveis de reverter; d) quando o lucro vai para o proprietário da terra e o minerador, enquanto o custo social e ambiental vai para a comunidade e as futuras gerações.

Considerações Finais

A aplicação da Tétrade de McLuhan no presente estudo, revela uma relação intrínseca e antagônica entre a busca pela segurança hídrica e a prática da mineração de areia na Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Se por um lado a segurança hídrica amplifica a necessidade de gestão integrada e proteção dos recursos, por outro lado a mineração de areia amplifica a exploração de um recurso essencial para a construção, mas que gera impactos ambientais severos.

O ponto de interseção e tensão é claro: a mineração de areia, ao degradar o ecossistema fluvial (tornando obsoleta a recuperação ambiental natural), impacta diretamente a disponibilidade e qualidade da água, ameaçando a segurança hídrica da bacia. A necessidade crescente de água para uma população em expansão na RMVPLN colide com a degradação ambiental causada pela mineração.

Nesse contexto, diante da interação desses dois indicadores da construção do território da RMVPLN, é preciso planejar o desenvolvimento econômico para garantir a segurança hídrica e a mineração com sustentabilidade, dando efetividade à Agenda ONU 2030.

Referências

AGEMVALE. Divisão sub regional da RMVPL. Disponível em: https://www.agemvale.sp.gov.br/habit_ag_vale_paraiba/a-rmvale-ln/divisao-sub-regional. Acesso em: 23 de set. de 2025.

AGEMVALE. O que é a RMVPLN. Disponível em: https://www.agemvale.sp.gov.br/habit_ag_vale_paraiba/a-rmvale-ln/o-que-e-a-rmvale-ln. Acesso em: 20 de set. de 2025.

ALVES, José Eustáquio Diniz. Os 70 anos da ONU e a agenda global para o segundo quinquênio (2015-2030) do século XXI. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 32, n. 3, p. 587–598, set. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepop/a/MTLZnS4dmxZxq84GNkD539s/?lang=pt>. Acesso em: 19 de set. 2025.

ANA. Estudos Auxiliares para a Gestão do Risco de Inundações da Bacia do Rio Paraíba do Sul, 2011. Disponível em: <http://gripbsul.ana.gov.br/Hidrografia.html>. Acesso em: 24 de set. de 2025.

ANA. Bacia do Rio Paraíba do Sul, 2011. Disponível em: <http://gripbsul.ana.gov.br/Hidrografia.html>. Acesso em: 24 de set. de 2025.

ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_anual_2019-versao_web-0212-1.pdf. Acesso em: 20 de set. de 2025.

ANA. Bacia do Rio Paraíba do Sul, Reservatórios 2025. Disponível em: https://www.ana.gov.br/sar/sin/b_paraiba-do-sul. Acesso em 27 de set. de 2025.

ANM. Agência Nacional de Mineração, orientações para exploração mineral. Disponível em: Acesso em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/exploracao-mineral/regimes-de-exploracao-mineral/registro-de-licenca/orientacoes#:~:text=1.,ou%20de%20autoriza%C3%A7%C3%A3o%20e%20concess%C3%A3o>. Acesso em: 29 de set. de 2025.

BARICHELLO, Eugenia Maria Mariana da Rocha Barrichelo; DALL'AGNESE, Carolina Weber. A TÉTRADE MCLUHANIANA COMO MÉTODO PARA INVESTIGAR AS RECONFIGURAÇÕES DO JORNALISMO NO ECOSSISTEMA MIDIÁTICO. **Revista FAMECOS, mídia, cultura e tecnologia**, 26 (1), e30928, p. 1-21. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15448/1980-3729.2019.1.30928>. Acesso em: 15 de set. de 2025.

BECKER, Giorgia Yoshiko Rossignolo Suzumura; FILHO, Mário Valério. A EXPLORAÇÃO DE AREIA NA REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE E A GESTÃO MINERÁRIA NOS MUNICÍPIOS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS E JACAREÍ –SP. **Revista Univap**, São José dos Campos-SP-Brasil, v. 24, n. 44, jul. 2018. Disponível em: <https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/1875/1467>. Acesso em: 29 de set. de 2025.

BENTO, Ana Clara Bueno; MENDES, Tatiana Sussel Gonçalves; FERRER, Luciana Maria; MASSI, Klécia Gili; SARAIVA, Antonio Carlos Varela. ANÁLISE ESPACIAL DAS ÁREAS DE MINERAÇÃO QUANTO ÀS LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS: UM ESTUDO DE CASO PARA O MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA, SP. **Geociências**, São Paulo, UNESP, v. 43, n. 1, p. 59 - 72, 2024, Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/379854016_ANALISE_ESPACIAL_DAS_AREAS_DE_MINERACAO_QUANTO_AS_LEGISLACOES_AMBIENTAIS_UM_EST

UDO_DE_CASO_PARA_O_MUNICIPIO_DE_CACAPAVA_SP_Spatial_analysis_of_mining_areas_in_regard_to_environmental_legislation_a_cas. Acesso em: 28 de set. de 2025.

BRASIL. Constituição Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 de set. de 2025.

BRASIL. Decreto-Lei nº 1.985/40 – Cria o Código de Minas. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/Del1985.htm. Acesso em: 27 de set. de 2025.

BRASIL. Decreto-Lei nº 227/67 – Cria o Código de Mineração. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del0227.htm. Acesso em: 27 de set. de 2025.

Brasil. Lei nº 6.567/1978 - dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6567.htm. Acesso em: 26 de set. de 2025.

BRASIL. Lei nº 6.938/1981 – Institui a Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 28 de set. de 2025.

BRASIL. Decreto nº 1.324 de 2 de dezembro de 1994 – Institui o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D1324.htm. Acesso em: 27 de set. de 2025.

BRASIL. Decreto nº 1.842/1996 - Institui Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - CEIVAP, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D1842.htm. Acesso em: 25 de set. de 2025.

BRASIL. Lei nº 8.876 de 2 de maio de 1994 – Cria o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8876.htm. Acesso em: 27 de set. de 2025.

BRASIL. Lei nº 9.433/1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 20 de set. de 2025.

BRASIL. Lei nº 13.575/2017 – Cria a Agência Nacional de Mineração. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13575.htm#art39. Acesso em 27 de set. de 2025.

CEIVAP. Expedição Nascentes do Paraíba gera reflexões. Pelas Águas Digital, Edição nº 14, 2023, s.p. Disponível em:

https://ceivap.org.br/revista_digital/ed14/expedicao-nascentes-do-paraiba-gera-reflexoes. Acesso em: 24 de set. de 2025.

CEIVAP – Relatórios anuais de gestão. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br>. Acesso em: 19 set. 2025.

CUSTÓDIO, A crise hídrica na região metropolitana de São Paulo (2014-2015). **GEOUSP (Online)**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 445 – 463, set./dez. 2015. Disponível em: <https://revistas.usp.br/geousp/article/view/102136/112852> .Acesso em: 10 de set, de 2025.

DALL'AGNESE, Carolina Weber; CANAVILHAS, João; BARICHELLO, Eugenia Maria Mariana da Rocha Barrichelo. **A téttrade de McLuhan na pesquisa em comunicação: revisão sistemática de aplicações no Brasil e em Portugal. MATRIZES**, v.14 - nº 1 jan./abr. 2020 São Paulo - Brasil p. 221-239. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1982-8160.v14i1p221-239>. Acesso em: 19 de set. de 2025.

FILHO, Edarge Marcondes; BATISTA, Getulio Teixeira; TARGA, Marcelo dos Santos; SOARES, Paulo Valadares. O uso futuro das áreas de mineração de areia no sub-trecho compreendido entre Jacareí e Pindamonhangaba, SP e sua inserção na dinâmica local e regional. Anais do Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, Brasil, 07-09 novembro 2007, IPABHi, p. 139-146. Disponível em: <https://ipabhi.org/serhidro/doc/pdfs/139-146.pdf>. Acesso em: 28 de set. de 2025.

IBGE. Produção de Arroz, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/arroz/sp>. Acesso em: 23 de set. de 2025,

LONDE, Luciana de Resende; COUTINHO Marcos Pellegrini; Di GREGÓRIO Leandro Torres; SANTOS Leonardo Bacelar Lima; SORIANO, Érico. Desastres relacionados à água no Brasil: perspectivas e recomendações. **Ambiente & Sociedade**; V.17 – nº 4, p.133–52, out.-dez. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/D65yDDZ5kXt5vrpH6PX6QPw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 de set. de 2025.

O GLOBO. Com represas do Cantareira a 29% da capacidade, Sabesp vai captar água do rio Paraíba em SP, 25/09/2025. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/sao-paulo/noticia/2025/09/25/com-represas-do-cantareira-a-29percent-da-capacidade-sabesp-vai-captar-agua-do-rio-paraiba-em-sp.ghtml>. Acesso em 26 de set. de 2025.

ONU. NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 12 de set. de 2025.

ONU. Desenvolvimento Econômico, 22 de março de 2023. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/03/1811712>. Acesso em: 20 de set. de 2025.

OMS; UNICEF. Relatório Progressos em matéria de água potável, saneamento e higiene doméstica 2000-2024: Especial atenção às desigualdades. Disponível em: <https://data.unicef.org/resources/jmp-report-2025/#>. Acesso em: 25 de set. de 2025.

PAIVA, Ana Carolina da Encarnação. **SEGURANÇA HÍDRICA DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL**. Orientadores: Professor Dr. Javier Tomasella e Professor Dr. Daniel Andres Rodriguez, 2020. Tese (Doutorado em Ciências do Sistema Terrestre). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2020. Disponível em: https://www.ceivap.org.br/downloads/Tese_ana_carolina_paiva.pdf. Acesso em: 27 de set. 2025.

REBOUÇAS, Aldo da C. **Água doce no mundo e no Brasil**. São Paulo: Escrituras, 2004.

SILVA, Samiria Maria Oliveira; FILHO, Francisco de Assis Souza; AQUINO, Sandra Helena Silva Aquino, Avaliação do risco da alocação de água em período de escassez hídrica: o caso do Sistema Jaguaribe-Metropolitano. **Engenharia Sanitária Ambiental**, V.22, N.4, p.749-760, jul/ago 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/XGtJXr84w83JkSnpxvwWGwS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 de set. de 2025.

TEOTÔNIO, Henrique Augusto Freire; JÚNIOR, Luís Augusto Freire Teotônio. ODIREITOFUNDAMENTALAOMEIOAMBIENTESUSTENTÁVELTUTELACONSTITUCIONALEAURGÊNCIADODESAFIOAMAZÔNICO. **Revista de Constitucionalização do Direito Brasileiro**, Vol. 6, n. 2, 2025. Disponível em: <https://revistareconto.com.br/index.php/reconto/article/view/150/123>. Acesso em: 14 de set. de 2025.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão de recursos hídricos**. Porto Alegre: ABRH, 2002.

VARGAS, Marcelo Coutinho. A “crise hídrica” na Grande São Paulo (2014-2015): vulnerabilidade climática e déficit de governança. **Revista Antropologia Americana, do Instituto Panamericano de Geografia e História**, v. 4, n. 8, p. 87–116, 2020. Disponível em: <https://www.revistasipgh.org/index.php/anam/article/view/680/927>. Acesso em: 12 de set. de 2025.