



Artigo Original

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v19n22025p37-60

Submetido em: 04 abr. 2025

Aceito em: 09 jun. 2025

Destrução do sistema Praial de Atafona: relação entre diminuição da vazão do Rio Paraíba do Sul e geomorfologia local

Destruction of the atafona beach system: relationship between the decrease in the flow of the Paraíba do Sul River and local geomorphology

Destrucción del sistema de Pplaya de Atafona: relación entre la disminución del caudal del Río Paraíba do Sul y la geomorfología local

Letícia Cordeiro Menezes  <https://orcid.org/0009-0006-2986-3557>

Instituto Federal Fluminense

Mestranda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense.

E-mail: lelevn23@gmail.com

Vicente de Paulo Santos de Oliveira  <https://orcid.org/0000-0002-5981-0345>

Instituto Federal Fluminense

Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Professor Titular no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

E-mail: vsantos@iff.edu.br

Jader Lugon Junior  <https://orcid.org/0000-0001-8030-0713>

Instituto Federal Fluminense

Doutor em Modelagem Computacional (UERJ). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense - campus Macaé (RJ) – Brasil.

E-mail: jlugonjr@gmail.com

Resumo: O Rio Paraíba do Sul, um dos cursos d’água de grande importância na região sudeste, atravessa três estados desta: São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Classificado como um rio Federal, sua gestão é realizada pela Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). Ao longo dos anos, este tem sofrido com a diminuição de sua vazão, devido a obras como transposições, desvios de cursos d’água e reservatórios para geração de energia. Uma das consequências mais evidentes dessa redução é o aumento do processo erosivo na foz do rio, em Atafona. Este tem como objetivo analisar a vazão da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, buscando verificar se a diminuição da vazão tem relação com o aumento da erosão na praia de Atafona. A metodologia do trabalho baseia-se na análise de estudos já realizados sobre o tema, bem como no monitoramento da vazão da bacia hidrográfica do rio. Como hipótese temos, a redução da vazão do rio pode ter afetado o transporte e a deposição de sedimentos em seu baixo curso, contribuindo para o processo erosivo observado em Atafona. Os resultados obtidos por meio desta análise mostra que a diminuição da vazão vem acelerando o processo de erosão na foz.

Palavras-chave: Erosão costeira. Vazão. Rio Paraíba do Sul.

Abstract: The Paraíba do Sul River, one of the most important watercourses in the Southeast region, flows through three states: São Paulo, Rio de Janeiro and Minas Gerais. Classified as a federal river, its management is carried out by the Paraíba do Sul River Basin Integration Committee (CEIVAP). Over the years, its flow has decreased due to projects such as transpositions, diversions of watercourses and reservoirs for power generation. One of the most obvious consequences of this reduction is the increase in the erosion process at the mouth of the river, in Atafona. The objective of this study is to analyze the flow of the Paraíba do Sul River basin, seeking to verify whether the decrease in flow is related to the increase in erosion on the Atafona beach. The methodology of the work is based on the analysis of studies already carried out on the subject, as well as on the monitoring of the flow of the river basin. We hypothesize that the reduction in river flow may have affected the transport and deposition of sediments in its lower course, contributing to the erosion process observed in Atafona. The results obtained through this analysis show that the reduction in flow has been accelerated the erosion process at the mouth.

Keywords: Coastal erosion. Flow. Paraíba do Sul River.

Resumen: El río Paraíba do Sul, uno de los cursos de agua de mayor importancia en la región sureste, atraviesa tres estados: São Paulo, Río de Janeiro y Minas Gerais. Clasificado como río federal, su gestión es realizada por el Comité de Integración de la Cuenca del Río Paraíba do Sul (CEIVAP). Con el paso de los años, ha sufrido una disminución en su caudal, debido a obras como transposiciones, desvíos de cursos de agua y embalses para generación de energía. Una de las consecuencias más evidentes de esta reducción es el incremento del proceso de erosión en la desembocadura del río, en Atafona. El objetivo es analizar el caudal de la cuenca del río Paraíba do Sul, buscando verificar si la disminución del caudal está relacionada con el aumento de la erosión en la playa de Atafona. La metodología de trabajo se basa en el análisis de estudios ya realizados sobre el tema, así como en el seguimiento del caudal de la cuenca hidrográfica del río. Como suponemos, la reducción del caudal del río pudo haber afectado el transporte y deposición de sedimentos en su curso inferior, contribuyendo al proceso de erosión observado en Atafona. Los resultados obtenidos a través de este análisis muestran que efectivamente la disminución del caudal ha acelerado el proceso de erosión en la desembocadura.

Palabras clave: Erosión costera. Fluir. Río Paraíba do Sul

1 Introdução

Este artigo tem como tema: Destrução do Sistema Praial de Atafona: relação entre diminuição da vazão do rio Paraíba do Sul e geomorfologia local. Trata-se de um artigo que busca analisar os processos erosivos da foz do Rio Paraíba do Sul, analisando os principais agentes responsáveis.

Pode-se entender como delta, um depósito aluvial que é formado na foz de alguns rios, este vai avançando em direção ao oceano como um leque, este tipo de depósito de sedimentação ocorre em certas fozes de rios como é o caso do Rio Paraíba do Sul no Distrito de Atafona em São João da Barra (GUERRA, 2008).

O Rio Paraíba do Sul também possui outra feição geomorfológica além do delta, ou seja, uma foz, este tipo de morfologia é comparado a uma boca que desagua no oceano, está possui dois tipos de classificações, uma é o estuário e a outra é o delta como vimos anteriormente, no segundo caso, é possível verificar o aparecimento da construção de ilhas dentro do rio, além de braços e canais, para que haja o aparecimento de um delta são necessárias uma série de condições específicas, como uma grande quantidade de material sólido suspenso, pouca profundidade da foz e etc, como foi o caso do Rio Paraíba do Sul (GUERRA, 2008).

Geomorfologicamente o litoral é uma faixa de terra que por sua vez é banhada pelo oceano. Este possui a zona inferior, ou seja, no nível das marés baixas e a zona superior, no nível das marés altas, estas recebem a denominação de zona sublitorânea e supralitorânea, respectivamente. Como já vimos existe uma relação entre as praias e os rios, pois as praias são formadas por depósitos de areia acumulado por meio do transporte fluvial ou marinho, esta areia recebe o nome de quartzo e varia de tamanho de acordo com as marés (GUERRA, 2008).

As praias podem ser de vários tipos segundo suas características, estas podem ser de barreira, ou seja, possuem um cordão de vegetação, como é o caso das restingas, ou mesmo dunas móveis, como ocorrem no litoral do Rio de Janeiro, este tipo de praia é tipicamente encontrado na região Norte Fluminense do Rio de Janeiro, no caso das praias de Atafona e Grussáí são encontrados estes tipos de formação. Ainda temos outro tipo de praias que são as fluviais, estas se localizam normalmente as margens de rios ou em ilhas fluviais e por fim temos as praias suspensas que tem como principal característica possuírem terraços.

As praias ainda possuem características de acordo com sua energia hídrica e cinética, portanto, as praias de Atafona e Grussáí são do tipo reflexivas, devido as fortes ações das ondas e por terem a granulometria da areia de média à grossa, característicos de ondas fortes com arrebentações menores.

A população atual dos 180 municípios que faz parte da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul é de 9.202.820 habitante, de acordo com o censo 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o que mostra a relevância desse rio para a região sudeste.

A foz do rio Paraíba do Sul se localiza em Atafona, para entender como sua dinâmica afeta tal praia precisa-se observar suas características principais, portanto, o Rio Paraíba do Sul possui uma bacia de drenagem com 62.074 km² de extensão, que se estende entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, no qual, contém uma extensão de aproximadamente 13.900 km², 20.700 km² e 20.900 km² respectivamente, abrangendo cerca de 180 municípios, este rio nasce a 1.800 metros de altitude e resulta da confluência entre os rios Paraibuna e Paraitinga. Os principais usos da água na bacia são: abastecimento, diluição de esgoto, irrigação e geração de energia hidrelétrica (AGEVAP, 2007).

Pode-se entender por Bacia de Drenagem ou Área de Drenagem ou Bacia Hidrográfica, como um conjunto de áreas drenadas por um rio principal e seus respectivos afluentes, no qual, estas possuem um alto, médio e baixo curso das águas, juntamente a este conceito, entende-se que são considerados um sistema aberto, ou seja, possui um grande dinamismo em todo seu curso d'água, além de sofrer efeitos erosivos devido vários agentes, como por exemplo as dinâmicas oceânicas e as ações antrópicas (GUERRA, 2008).

As bacias hidrográficas, configuram-se sistemas abertos, nesse contexto a morfologia dos rios e deltas vem sofrendo constantemente influência devido as ações antrópicas em toda a extensão de sua bacia, tais ações ocasionam impactos ambientais, como, perda do solo, assoreamento, poluição, desmatamento da mata ciliar e etc, contudo não existem apenas estes impactos, ou seja, também há os sociais, como, enchentes devido o aterrramento das margens dos rios, diminuição de abastecimento urbano devido em alguns casos a presença de língua salina ocasionados pela diminuição de vazão da água em períodos de estiagem. Estes impactos são normalmente sentidos com mais ênfase no baixo curso do rio, o que acarreta impactos socioambientais para estas áreas.

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul sofreu várias transposições ao longo dos anos, a principal é a transposição na represa de Santa Cecília para o rio Guandu, com vistas no abastecimento da população da região metropolitana do Rio de Janeiro.

Outro fato importante são as construções de barragens para geração de energia por meio de hidroelétricas, contudo essa vazão que é desviada, ocasiona uma redução na vazão total que chega na foz do rio, o que vem provocando diversos impactos ambientais, como o desaparecimento total do mangue que existia no distrito de Atafona, São João da Barra, Rio de Janeiro.

Só no alto curso do Rio Paraíba do Sul, ainda no Estado de São Paulo, existem três reservatórios artificiais principais que fazem parte do sistema hidráulico, estes são, o Jaguari, o Paraibuna /Paraitinga e o Santa Branca, que além dos grandes reservatórios para geração de energia, existem ainda nesse sistema duas PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas) e cinco CGH (Centrais Geradoras Hidrelétricas), além de outros reservatórios mais antigos para geração de energia, ainda há tanques de rejeitos de mineração, cavas de mineração, represas para usos de agricultura, pecuária e lazer (AGEVAP, 2007).

Nessa perspectiva, há uma grande relevância no estudo das mudanças geomorfológicas que ocorrem na área costeira de Atafona, tanto para pesquisadores que buscam entender o processo erosivo, quanto para moradores e veranistas que possuem imóveis nessa região.

O presente trabalho tem como premissa analisar a relação entre a diminuição da vazão das águas do Rio Paraíba do Sul e o processo erosivo em Atafona. Bem como entender os aspectos geológicos e geomorfológicos da bacia do mesmo; compreender como esta erosão afeta os moradores de Atafona, principalmente os pescadores que o utilizam como subsistência.

2 Material e Método

Este trabalho buscou analisar a vazão da bacia hidrográfica desde sua nascente em São Paulo até sua foz, os dados foram obtidos do período de 2014 e 2024, por meio do portal Siga Ceivap, Sala de Situação.

Para a construção dessa pesquisa foi necessário a realização de uma análise bibliográfica sistemática sobre o tema “Erosão costeira na praia de Atafona” esta pesquisa foi utilizada tanto no Google Acadêmico, quanto na Scielo, já na Scopus foi utilizado três palavras chaves, “erosão, Rio Paraíba do Sul e foz”. Com isso foi necessário uso do Protocolo Prisma, contudo este foi modificado pelo presente autor afim de simplificá-lo para melhor entendimento da pesquisa.

O PROTOCOLO PRISMA 2020 pode ser adaptável a diversos tipos de estudos de revisão sistemática, incluindo pesquisas inéditas, ou seja, nunca feitas anteriormente, atualizações de revisões já existentes e revisões contínuas, aquelas que são mais realizadas, que são constantemente aprimoradas. No entanto, muito importante entender que o objetivo principal do PRISMA 2020, ou seja, não é servir como um manual para a realização de revisões sistemáticas, pois já existem diversas ferramentas disponíveis para este tipo de trabalho. Em vez disso, o protocolo visa auxiliar os pesquisadores no planejamento e na execução de uma revisão sistemática, englobando todas as informações necessárias e recomendadas para assegurar a total transparência

do estudo. Além disso, tal protocolo não deve ser utilizado para avaliar a qualidade metodológica ou a conduta de revisões sistemáticas, pois também existem outros instrumentos para tal (PAGE et al., 2021).

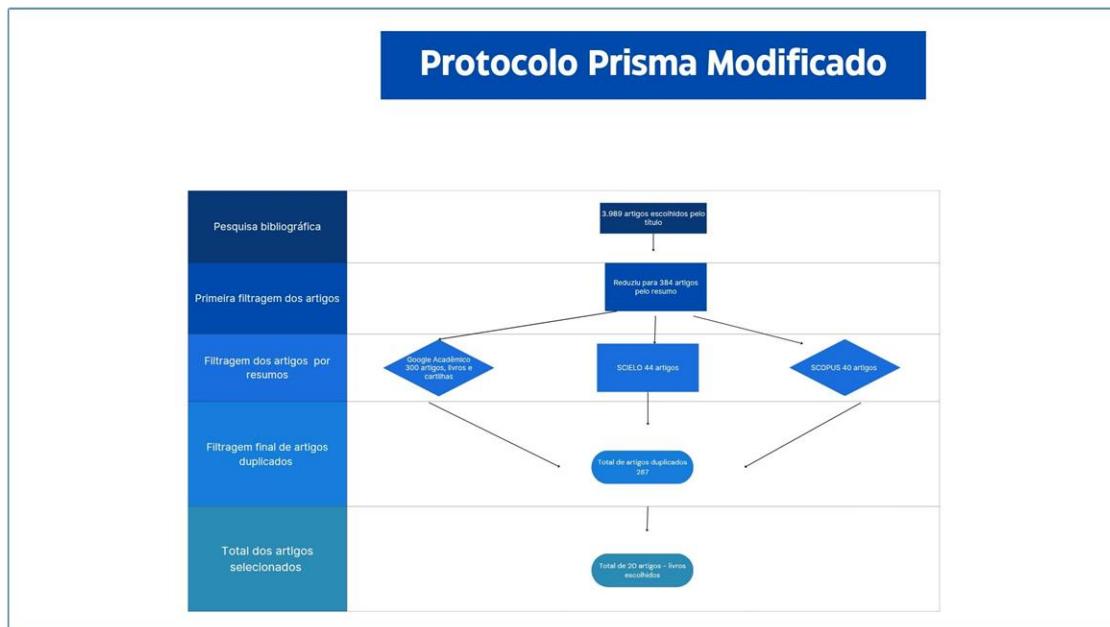
O PROTOCOLO PRISMA foi criado em 2009 com a premissa de auxiliar autores de artigos científicos a apresentar suas revisões sistemáticas de forma mais transparente, detalhando os métodos e resultados de maneira clara e objetiva. No entanto, a primeira versão atualizada do PROTOCOLO PRISMA só foi lançada em 2019, e a versão de 2020 é a mais utilizada atualmente, pois descreve as etapas da análise bibliográfica.

Portanto essa pesquisa iniciou-se a partir de uma mineração pelos sites do Google Acadêmico, Scielo e Scopus, sendo os dois últimos por meio da Capes, obtendo um total de 3.989 documentos, entre estes artigos e livros, por meio da análise do tema da pesquisa.

Por meio de uma segunda análise dos resumos dos artigos e livros, este número foi reduzido para 384 documentos, sendo esses datados entre 2018 à 2024. Sendo 300 destes obtidos pelo Google Acadêmico, 44 pelo Scielo e 40 pela Scopus. Numa terceira análise dos documentos, reduziu-se esse número para, 6 documentos pelo Google Acadêmico, 2 artigos científicos pelo Scielo e 1 pelo Scopus, dando um total de 9 documentos utilizados nessa pesquisa com o tema da pesquisa.

Na quarta análise dos documentos foi possível obter a filtragem dos duplicados, resultando em um total de 287 artigos duplicados entre Google Acadêmico e Scielo, Google Acadêmico e Scopus, não tivemos artigos duplicados com o mesmo tema entre Scielo e Scopus. A imagem abaixo mostra o fluxograma do Protocolo Prisma modificado pela presente autora contendo os dados apresentados.

Figura 1. Fluxograma do Protocolo Prisma Modificado



Fonte: Autoria própria (modificada por meio do Protocolo Prisma 2020).

3 Referencial Teórico

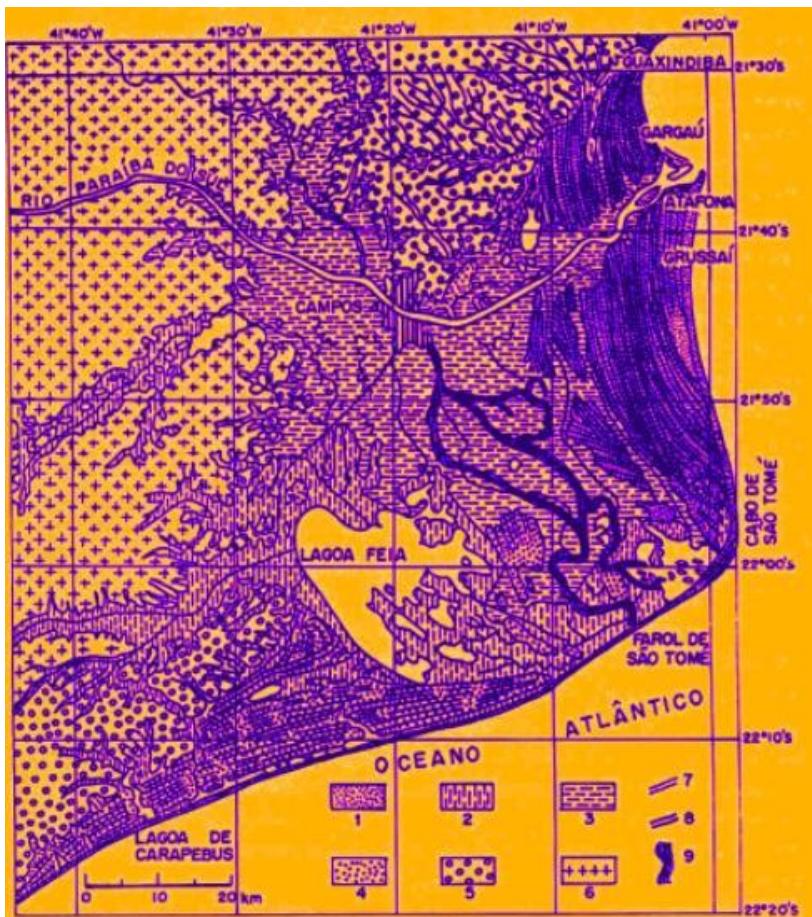
3.1 Geomorfologia do Rio Paraíba do Sul

Quando falamos sobre os aspectos geomorfológicos do Rio Paraíba do Sul, temos que retornar um pouco no tempo e também abordar sua geologia, mas para isso vamos entender sobre sua formação. O Rio Paraíba do Sul nasce numa região que fica entre a serra do Mar e a serra da Bocaina no Estado de São Paulo, como já vimos o mesmo possui uma extensão de 62.074 km², no qual passa por três Estados, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, no decorrer de sua bacia de drenagem este percorre três estruturas geomorfológicas, a Região Serrana, os Tabuleiros Terciários e a Planície Quaternária.

A Região Serrana, possui em sua composição rochas Cristalinas Pré-cambrianas, contendo morros pontiagudos e encostas íngremes, além de morros mais suaves, neste caso existem dois tipos de drenagem de sua bacia, no primeiro caso nas regiões mais íngremes a drenagem dos rios é retangular, já no segundo caso, nos morros mais sinuosos a drenagem dos rios dendrítica. A segunda estrutura que o Rio Paraíba do Sul passa são os Tabuleiros, estes possuem uma geomorfologia suave que pode chegar a 50 metros, contudo em Campos dos Goytacazes chega até 14 metros, ainda é possível encontrar entre os Tabuleiros Terciários e a Planície Quaternária outras estruturas geomorfológicas como as linhas de escarpas e as formações barreiras, estas últimas são formadas devido a barragem de sedimentos fluviais. E a última estrutura geomorfológica é a Planície Quaternária que vai de Macaé até Guaxindiba, está é uma superfície mais plana, com altitude máxima de 12 metros, na qual, vai diminuindo a medida que se aproxima do mar. Possui um lençol freático mais fundo devido a grande rede de canais artificiais de drenagem, o que também provocou que muitas lagoas e pântanos secassem, ainda possuem diques artificiais nas margens do Rio Paraíba do Sul, o qual, tem o objetivo de evitar o transbordo em períodos de cheia (MARTIN et.al., 1993).

A imagem abaixo mostra o mapa geológico da Planície costeira do Rio Paraíba do Sul, contendo o Terraço Marinho Holocênico, Sedimentos lagunares, Sedimentos fluviais do seu delta intralagunar, Terraço Pleistocênico, Sedimentos continentais terciários originados da formação Barreiras, Embasamento Cristalino Pré-cambriano, Alinhamento de cristas praiais holocênicas, Alinhamento de cristas praiais pleistocênicas e paleocanais fluviais, respectivamente. Com isso é possível observar que a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul passou por várias eras geológicas para ficar da forma que é hoje (MARTIN et.al., 1993).

Figura 2. Mapa geológico da Planície costeira do Rio Paraíba do Sul



Fonte: Autoria própria (modificada de MARTIN et.al., 1993).

O quadro 1, apresenta uma parte da escala geológica do Planeta, e fazendo uma análise entre o quadro e a figura 2 do mapa geológico da planície costeira do Rio Paraíba do Sul, é possível observar que tal planície foi formada por várias eras geológicas e sofreu diversos processos de intemperismo, tanto físico (chuva, ventos, sol), químicos (decomposição dos minerais que formam as rochas) e biológicos (desintegração das rochas por seres vivos como as plantas).

Portanto, algumas formações dessa bacia hidrográfica datam entre as eras do Neo – Proterozóico e a era Paleozóico no período Cambriano, o que nos mostra que tais formações ocorreram entre os éons Proterozóico e Fanerozóico este último sendo até os dias atuais. Como vimos acima essas formações sofreram e ainda sofrem constantes mudanças devido ao intemperismo físico, químico e biológico.

Quadro 1. Escala de Tempo Geológico.

Escala de Tempo Geológico				
Éon	Era	Período	Época	Idade em (Ma)
Fanerozóico	Cenozóico	Quaternário	Holoceno	De 2,6 até os dias de hoje
			Pleistoceno	

		Neógeno	Plioceno	De 23 até 2,6
			Mioceno	
		Paleógeno	Oligoceno	De 66 até 23
			Eoceno	
			Paleoceno	
		Mesozóico	Cretáceo	252 até 66
			Jurássico	
			Triássico	
		Paleozóico	Permiano	541 até 252
			Carbonífero	
			Devoniano	
			Siluriano	
			Ordoviciano	
			Cambriano	
Proterozóico	Neo-Proterozóico			2500 até 541
	Meso-Proterozóico			
	Paleo-Proterozóico			

Fonte: Autoria própria (modificada do livro Geologia Geral de autoria de Silva e Crispim, 2019).

É possível observar ainda na figura 2, a formação de meandros no qual o rio percorre na planície, além dos canais artificiais que foram construídos em sua maioria no município de Campos dos Goytacazes pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), a fim de drenar as águas das lagoas e pântanos na cidade (MIRO et.al., 2014).

Na figura 3, mostra a geomorfologia da planície costeira do Rio Paraíba do Sul em 2D, apresentando o embasamento cristalino do pré- Cambriano, além da lagoa de cima que geomorfologicamente configura uma depressão, da lagoa Feia, e de outras lagoas menores. Ainda é possível observar da serra do Imbé.

Figura 3. Imagem da Planície costeira do Rio Paraíba do Sul em 2D



Fonte: Google Earth.

Outro aspecto importante que deve ser observado na figura 3, é o caminho sinuoso no qual o rio Paraíba passa, ou seja, no meio de área de vale indo em direção da costa em Atafona, formando meandros, ou seja, curvas sinuosas e depositando sedimentos para a formação de ilhas fluviais no decorrer do baixo curso. A figura 4, a seguir mostra de forma mais nítida os meandros e as ilhas fluviais.

Figura 4. Imagem geomorfológica da planície Costeira do Rio Paraíba do Sul apresentando rio meandrítico e ilhas fluviais em 2D



Fonte: Google Earth.

Pode-se observar na imagem o rio Paraíba do Sul forma diversos meandros (que como vimos anteriormente são curvas sinuosas, porém estas também podem ser acentuadas de acordo com a energia e a velocidade do rio), no caso da planície do Paraíba do Sul essas curvas são sinuosas, e devido a erosão em sua margem côncava, ou seja, alto e médio curso, devido a sua energia, este escava e carregas detritos, este fato ocorre tanto na margem côncava interna, quanto a externa, sendo responsáveis pelas curvas mais acentuadas que no baixo curso darão lugar para as sinuosas, ou seja, mais calmas, como apresenta a figura acima. Estas águas mais calmas onde são realizados os depósitos aluviais, acabam por formar as diversas ilhas fluviais.

3.2 Causas e consequências

A erosão costeira em Atafona é um processo impactante e bem documentado que ocorre durante décadas. Mas quais são as principais causas de tamanha erosão? Quem são os responsáveis? Neste tópico será abordada a principal causa e suas consequências.

Como forma de garantir água para a maior parte dos mais de 13 milhões de habitantes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), assim como para as indústrias e outros consumidores dos 21 municípios que compõem esta região, a principal fonte de água é o rio Guandu. Isso só é possível devido à transposição de água da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu. Essa é feita a partir de uma captação de até 160 metros cúbicos por segundo pela estação de bombeamento de Santa Cecília, localizada em Barra do Piraí (TERRA; OLIVEIRA, 2024).

Essa transferência de água entre as bacias hidrográficas do rio Paraíba do Sul e do rio Guandu, que é legalmente autorizada para a geração de energia elétrica pela Light Serviços de Eletricidade S.A. até 3 de junho de 2026 (Concessão nº 001/96), é um processo complexo que garante o abastecimento de água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). A Estação Elevatória de Santa Cecília, entrou em operação desde 1952, e a Estação de Tratamento de Água (ETA) Guandu, construída em 1955, formam o principal sistema de abastecimento da RMRJ. Tal sistema é composto por dois pontos de transferência de água, localizados nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Piraí, ambos sob domínio da União. Esta ocorre por meio de um sistema de canais que conecta as usinas hidrelétricas de Nilo Peçanha, Fontes Nova, Pereira Passos e a Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Paracambi. A água transferida é então direcionada para o Ribeirão das Lajes, que forma o rio Guandu, responsável pelo abastecimento da RMRJ (TERRA; OLIVEIRA, 2024).

Tal transposição já começou a mostrar as consequências a partir da década de 1970, dando início ao processo erosivo na praia de Atafona em São João da Barra, onde está localizada a foz do rio Paraíba do Sul. Contudo esta não foi a única consequências, pois como diminuiu a vazão do rio, também começou a entrar mais água do mar, aumentando a intrusão da língua salina no Rio.

Os relatórios técnicos do Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (CBH BPSI) de 2014 e 2016 destacaram os desafios enfrentados na região do Baixo Paraíba do Sul devido à transferência de água para outras bacias, agravados pelas condições climáticas da época. Esses documentos apresentaram dados que demonstram a diminuição da vazão média do rio desde 1955 (ano de construção da Estação de Tratamento de Água Guandu) e o aumento significativo da salinidade em até 8 km do rio a partir de sua foz (um aumento de cerca de 7000%, atingindo aproximadamente 5000 µS/mL). Essa salinização comprometeu a captação e o fornecimento de água pela estação da Cedae em São João da Barra, entre outros impactos. Estudos realizados pelo INEA na época recomendaram a mudança do ponto de captação de água para abastecimento da região de São João da Barra para um local cerca de 16 km acima da foz, no distrito de Barcelos, juntamente com o aumento da vazão captada (TERRA; OLIVEIRA, 2024).

Pode-se perceber a transposição trouxe benefícios para a região metropolitana do Rio de Janeiro, contudo a um grande custo ambiental, ou seja, promovendo a redução da vazão da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, a retenção de sedimentos e consequentemente o aumento do processo erosivo na foz do Rio, gerando uma mudança geomorfológica na praia de Atafona.

Portanto, os impactos resultantes das transposições no decorrer da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul estão intimamente ligados ao processo erosivo na sua foz e a redução do fornecimento de sedimento para a região, ou seja, mesmo como aumento da vazão do rio decorrente de seus afluentes não necessariamente causaria um aumento dos sedimentos devido as barragens, o que tende a aumentar o processo de aceleração da erosão nessa região próxima foz (LÄMMLE et.al. 2022).

4 Resultados

O distrito de Atafona, localizado no município de São João da Barra, vem enfrentando diversos problemas devido o avanço do mar durante décadas, podemos observar um cenário de destruição, no qual, vários quarteirões com casas estão dentro do mar, alguns aspectos geológicos, meteorológicos e mesmo a ação humana são responsáveis por tamanha destruição do sistema praial.

A figura 5 , apresenta a área em Atafona que vem sofrendo constantemente com erosão, é possível observar por meio da linha de destaque que a erosão se estende desde a foz até próximo ao balneário, contudo estudos mostram que tal linha se estende até Grussáí.

Figura 5: Imagem da área erodida na praia de Atafona, RJ.



Fonte: Google Earth.

Para entendermos como se deu o processo erosivo é preciso retornar um pouco no tempo, o primeiro povoado em Atafona foi em 1622, liderado por Lourenço do Espírito Santo, juntamente com outros pescadores, depois este se mudou para São João da Barra, onde construiu uma capela, na qual, atualmente é a Igreja Matriz de São João Batista. Por ser próxima a São João da Barra, Atafona começou a ser densamente povoada já no início do século XX, com construções de cassinos, pousadas, pensões e até mesmo bordéis, um dos exemplos é o Hotel Cassino do Balneário de Atafona que teve seu auge até 1946. Na década de 1960, foi uma busca desenfreada pelos banhistas em busca de casa de veraneio em Atafona, e em 1970, deu início ao processo erosivo, devido as grandes perdas muitas pessoas que tinham suas casas consumidas pelo mar, não quiseram mais ir para o verão em Atafona, o que causou um enorme declínio na economia do município (AZEVEDO, 2004).

Portanto, é possível observar que o avanço da malha urbana em área que deve ser oficialmente da marinha foi um dos agravantes para que acontecesse a perda de imóveis para o mar, contudo este no foi

responsável por tal processo erosivo, muitos estudos apontam para os possíveis causadores, a diminuição da vazão do rio Paraíba do Sul e aos aspectos naturais, como o aumento do nível do oceano.

Cerca de 60 % da vazão do rio Paraíba do Sul, é transferido por meio de transposição para o rio Guandu, a fim de abastecer a região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, com isso a uma diminuição do transporte de sedimentos, e além do problema de assoreamento em várias partes do rio, somados com outras transposições e reservatórios para produção de energia elétrica vem contribuindo significativamente para o aumento do processo erosivo (NUNES, et.al., 2019).

Essas transposições ocorrem de forma legal devido a necessidade do setor elétrico para a geração de energia, a represa de Santa Cecília em Barra do Piraí iniciou suas operações em 1952, e em 1955 foi construída a Estação de Tratamento de Água (ETA) Guandu, com a finalidade de abastecer a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, para tal, pode ser retirado até 160 m³/s de água do Rio Paraíba do Sul para o Rio Guandu (TERRA; OLIVEIRA, 2024).

O ano de 2014 foi um dos períodos que a região sudeste pode presenciar um longo tempo de estiagem, com este fato somado as variações das ondas no distrito de Atafona, foi possível identificar um aumento gradual do processo erosivo no mesmo. Outro ponto importante que deve-se levar em conta foi a transposição realizada no alto curso do rio em São Paulo, a fim de abastecer a região metropolitana de São Paulo, que provocou uma maior diminuição do transporte dos sedimentos e com isso o processo erosivo cada vez mais acelerado na foz do rio Paraíba do Sul.

Após a realização de uma análise qualitativa da vazão do rio Paraíba do Sul entre os anos de 2014 a 2024, foi possível observar a diminuição significativa da vazão desde o alto, médio e baixo cursos, estes sendo mais visíveis em períodos de estiagem.

O quadro 2 abaixo, apresenta a média mensal e anual do reservatório da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul no ano de 2014, os dados foram obtidos pelo Siga Ceivap, com isso é possível observar a redução da vazão da bacia por completo, o que mostra o quanto o rio sofreu neste ano com a estiagem.

Quadro 2. Médias mensais e anuais do Reservatório da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul em 2014, vistas na comparação entre os anos de 2014 e 2024.

Médias mensais e anuais do Reservatório da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul em 2014													
	Paraibuna	Santa Branca	Jaguari	Funil	Santa Cecília	Lages	Pereira Passos	Sobragi	Picada	Anta	Simplício	Ilha dos Pombos	
Janeiro	52,41%	73,33%	51,13%	35,70%	----	82,26%	----	----	----	----	----	----	----
	77,89 m ³ /s	49,35 m ³ /s	14,92 m ³ /s	107,63 m ³ /s	259,20 m ³ /s	-----	-----	87,50 m ³ /s	40,41 m ³ /s	-----	-----	425,64 m ³ /s	
	41,00 m ³ /s	47,50 m ³ /s	13,75 m ³ /s	200,00 m ³ /s	104,00 m ³ /s	11,00 m ³ /s	148,25 m ³ /s	87,50 m ³ /s	39,75 m ³ /s	-----	-----	438,00 m ³ /s	
Fevereiro	48,47%	69,61%	44,76%	18,96%	----	80,86%	----	----	----	----	----	----	----

	24,85 m ³ /s 114,00 m ³ /s	133,03 m ³ /s 140,50 m ³ /s	8,83 m ³ /s 45,00 m ³ /s	204,86 m ³ /s 179,25 m ³ /s	217,25 m ³ /s 79,75 m ³ /s	---- 8,00 m ³ /s	---- 136,00 m ³ /s	43,00 m ³ /s 43,00 m ³ /s	21,67 m ³ /s 21,50 m ³ /s	---- ----	---- ----	221,44 m ³ /s 236,75 m ³ /s
Março	42,75% 60,58 m ³ /s 101,00 m ³ /s	60,39% 108,90 m ³ /s 110,40 m ³ /s	41,36% 60,58 m ³ /s 101,00 m ³ /s	37,91% 198,38 m ³ /s 157,80 m ³ /s	227,48 m ³ /s 98,20 m ³ /s	79,56% ---- 10,20 m ³ /s	---- 147,20 m ³ /s	47,58 m ³ /s 47,60 m ³ /s	23,37 m ³ /s 23,00 m ³ /s	---- ----	---- ----	265,87 m ³ /s 261,40 m ³ /s
Abril	37,42% 45,49 m ³ /s 70,50 m ³ /s	63,85% 74,69 m ³ /s 68,50 m ³ /s	37,42% 45,50 m ³ /s 70,50 m ³ /s	39,64% 142,66 m ³ /s 157,50 m ³ /s	202,82 m ³ /s 73,00 m ³ /s	81,66% ---- 11,00 m ³ /s	---- 131,50 m ³ /s	65,25 m ³ /s 65,25 m ³ /s	25,93 m ³ /s 25,50 m ³ /s	---- ----	---- ----	303,99 m ³ /s 311,00 m ³ /s
Maio	34,12% 35,19 m ³ /s 85,40 m ³ /s	34,11% 35,19 m ³ /s 85,40 m ³ /s	41,78% 12,73 m ³ /s 10,00 m ³ /s	25,34% 125,09 m ³ /s 158,00 m ³ /s	195,65 m ³ /s 72,20 m ³ /s	82,38% ---- 10,60 m ³ /s	---- 121,20 m ³ /s	38,40 m ³ /s 38,40 m ³ /s	16,07 m ³ /s 16,00 m ³ /s	---- ----	---- ----	196,59 m ³ /s 186,40 m ³ /s
Junho	26,27% 26,25 m ³ /s 114,00 m ³ /s	53,60% 121,37 m ³ /s 138,00 m ³ /s	42,10% 8,75 m ³ /s 10,00 m ³ /s	23,80% 168,69 m ³ /s 155,75 m ³ /s	189,94 m ³ /s 70,75 m ³ /s	81,07% ---- 10,00 m ³ /s	---- 116,25 m ³ /s	36,72 m ³ /s 36,19 m ³ /s	14,72 m ³ /s 14,75 m ³ /s	---- ----	---- ----	186,72 m ³ /s 191,25 m ³ /s
Julho	18,23% 26,03 m ³ /s 102,00 m ³ /s	41,92% 109,42 m ³ /s 124,25 m ³ /s	42,66% 12,41 m ³ /s 18,00 m ³ /s	28,92% 166,03 m ³ /s 151,25 m ³ /s	176,39 m ³ /s 62,25 m ³ /s	79,60% ---- 10,00 m ³ /s	---- 113,25 m ³ /s	35,00 m ³ /s 34,00 m ³ /s	14,17 m ³ /s 14,00 m ³ /s	---- ----	---- ----	164,36 m ³ /s 163,00 m ³ /s
Agosto	12,78% 28,19 m ³ /s 63,80 m ³ /s	29,08% 69,93 m ³ /s 85,92 m ³ /s	36,80% 7,33 m ³ /s 27,40 m ³ /s	30,49% 132,76 m ³ /s 144,80 m ³ /s	166,76 m ³ /s 55,40 m ³ /s	77,79% ---- 10,80 m ³ /s	---- 111,20 m ³ /s	32,20 m ³ /s 31,40 m ³ /s	11,91 m ³ /s 12,00 m ³ /s	---- ----	---- ----	151,74 m ³ /s 169,60 m ³ /s
Setembro	9,91% 25,00 m ³ /s 50,00 m ³ /s	16,81% 56,25 m ³ /s 70,00 m ³ /s	27,51% 8,25 m ³ /s 40,00 m ³ /s	22,46% 123,00 m ³ /s 145,75 m ³ /s	178,00 m ³ /s 52,75 m ³ /s	75,19% ---- 11,50 m ³ /s	---- 111,50 m ³ /s	27,00 m ³ /s 24,00 m ³ /s	9,00 m ³ /s 8,75 m ³ /s	---- ----	---- ----	136,00 m ³ /s 104,00 m ³ /s
Outubro	7,24% 23,08 m ³ /s 56,75 m ³ /s	8,21% 58,91 m ³ /s 40,50 m ³ /s	17,37% 4,87 m ³ /s 137,75 m ³ /s	14,51% 116,30 m ³ /s 137,75 m ³ /s	172,55 m ³ /s 10,25 m ³ /s	72,83% ---- 10,25 m ³ /s	---- 112,00 m ³ /s	20,28 m ³ /s 8,50 m ³ /s	8,64 m ³ /s 8,50 m ³ /s	---- ----	---- ----	111,87 m ³ /s

		65,50 m³/s			52,25 m³/s			19,25 m³/s				126,00 m³/s
Novembro	3,41%	3,60%	7,13%	9,98%	----	70,82%	----	----	----	----	----	----
	32,23 m³/s	65,82 m³/s	11,40 m³/s	140,80 m³/s	187,32 m³/s	-----	-----	55,20 m³/s	24,59 m³/s	-----	-----	235,74 m³/s
	63,00 m³/s	66,40 m³/s	30,00 m³/s	131,00 m³/s	56,60 m³/s	8,80 m³/s	114,80 m³/s	50,60 m³/s	25,20 m³/s	-----	-----	258,20 m³/s
Dezembro	0,76%	1,93%	3,40%	9,67%	----	71,75%	----	----	----	----	----	----
	34,21 m³/s	43,87 m³/s	14,39 m³/s	146,96 m³/s	156,37 m³/s	-----	-----	31,00 m³/s	15,40 m³/s	-----	-----	171,91 m³/s
	40,09 m³/s	50,00 m³/s	20,00 m³/s	121,50 m³/s	54,00 m³/s	10,50 m³/s	113,00 m³/s	31,00 m³/s	15,00 m³/s	-----	-----	162,25 m³/s
Média anual	24,51%	38,04%	32,78%	24,78%	----	77,88%	----	----	----	----	----	----
	36,58 m³/s	77,23 m³/s	17,56 m³/s	147,76 m³/s	194,14 m³/s	-----	-----	43,26 m³/s	18,82 m³/s	-----	-----	214,32 m³/s
	75,12 m³/s	87,68 m³/s	35,51 m³/s	153,36 m³/s	69,26 m³/s	10,22 m³/s	123,01 m³/s	42,35 m³/s	18,66 m³/s	-----	-----	217,32 m³/s

Legenda:

Volume útil (%) xxx

Vazão afluente (m³/s) xxx

Vazão defluente (m³/s) xxx

Fonte: Autoria própria, a partir dos dados do Siga Ceivap.

Os dados apresentam meses bastante críticos, com o aproveitamento real da vazão bem abaixo ao recomendado para fazer qualquer tipo de transferência de água para outro rio, outro aspecto importante em relação aos dados é que a vazão defluente em vários reservatórios foi superior ao valor útil que está em verde e a vazão do afluente, que está em azul. Ou seja, o que contribui para mostrar que o produto que sai em direção a foz já está sem sedimentos.

Para a realização dos cálculos, foram necessários analisar os valores por semana, após essa análise foi retirada a média mensal, e por fim a média anual, tendo assim os de toda a bacia. No quadro 3, abaixo mostra os dados mensais e anuais do ano de 2014, referente ao reservatório equivalente.

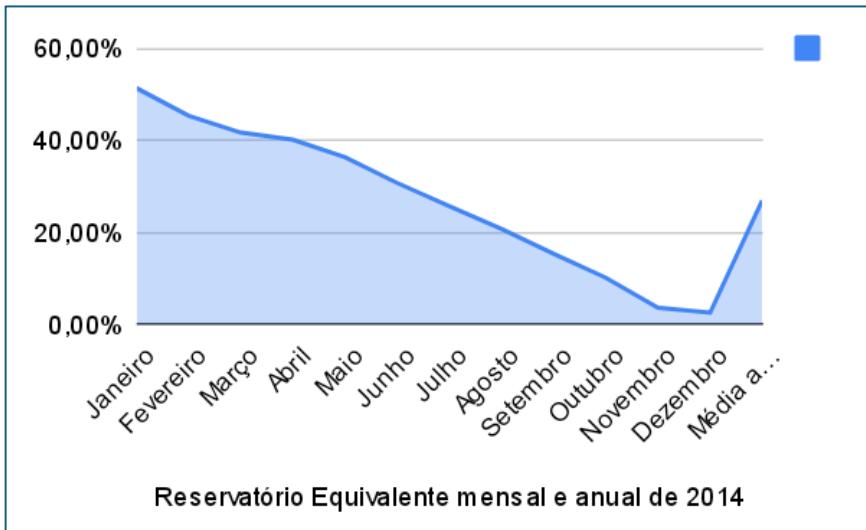
Quadro 3. Reservatório Equivalente mensal e anual de 2014

Reservatório Equivalente mensal e anual de 2014	
Janeiro	51,36%
Fevereiro	45,36%
Março	41,69%
Abril	40,15%
Maio	36,36%
Junho	30,75%
Julho	25,72%
Agosto	20,78%
Setembro	15,35%
Outubro	10,17%
Novembro	3,67%
Dezembro	2,57%
Média anual	26,99%

Fonte: Autoria própria, a partir dos dados do Siga Ceivap.

Podemos perceber com os dados que todo o ano de 2014, o nível do reservatório estava muito abaixo do recomendado para a realização de captação de água para transposição, o que indica o tamanho da crise hídrica que o rio Paraíba do Sul passou naquele ano, o gráfico 1 abaixo mostra de forma mais clara a curva dos meses de janeiro a dezembro do reservatório equivalente.

Gráfico 1. Reservatório Equivalente do ano de 2014



Fonte: Autoria própria, a partir dos dados do Siga Ceivap.

O gráfico 1, mostra a curva de declínio desde janeiro até dezembro, podemos observar que em alguns meses do ano, o valor chega a quase zero, indicando que o reservatório estava muito baixo, o que pode ter causado uma diminuição do transporte de sedimento no rio Paraíba do Sul, causando ainda mais o processo de aceleração da erosão costeira em Atafona naquele ano.

Ao comparar o quadro 2, médias mensais e anuais do reservatório da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul em 2014, com o quadro 4, de 2024, como mostra abaixo, é possível perceber a diferença de vazão entre uma e outra, contudo ainda que tal vazão do rio em 2024 foi maior em relação ao ano de 2014, ano em que houve uma grande crise hídrica na região sudeste, ainda assim a vazão mesmo depois de 10 anos está muito baixa, o que representa significativamente atrelada as diversas transposições e barragens, uma diminuição no transporte de sedimentos, aumentando o processo de erosão em sua foz.

Quadro 4. Médias mensais e anuais do Reservatório da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul em 2024

Médias mensais e anuais do Reservatório da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul em 2024												
	Paraibuna	Santa Branca	Jaguari	Funil	Santa Cecília	Lages	Pereira Passos	Sobragi	Picada	Anta	Simplicio	Ilha dos Pombos
Janeiro	77,05%	77,35%	94,24%	56,51%	-----	87,79%	-----	-----	-----	86,75%	37,13%	-----
	117,54 m ³ /s	40,24 m ³ /s	32,81 m ³ /s	266,22 m ³ /s	376,23 m ³ /s	-----	58,61 m ³ /s	28,24 m ³ /s	206,75 m ³ /s	488,58m ³ /s	286,34 m ³ /s	628,56 m ³ /s
	24,50 m ³ /s	39,00 m ³ /s	18,75 m ³ /s	237,00 m ³ /s	249,25 m ³ /s	19,50 m ³ /s	146,75 m ³ /s	58,50 m ³ /s	29,75 m ³ /s	283,75 m ³ /s	632,05 m ³ /s	-----
Fevereiro	86,01%	78,81%	97,91%	58,52%	-----	87,69%	-----	-----	-----	85,75%	59,74%	-----
	174,66 m ³ /s	67,76 m ³ /s	35,17 m ³ /s	305,39 m ³ /s	426,73 m ³ /s	-----	91,97 m ³ /s	52,77 m ³ /s	703,55m ³ /s	189,62 m ³ /s	854,98 m ³ /s	-----

	24 m³/s	46,50 m³/s	28,75 m³/s	265,00 m³/s	298,00 m³/s	30,75 m³/s	163,00 m³/s	92,00 m³/s	53,50 m³/s	514,25 m³/s	189,00 m³/s	857,00 m³/s
Março	76,95%	83,92%	99,51%	69,74%	----	91,08%	----	----	90,00%	56,47%	214,89	----
	154,35 m³/s	86,54 m³/s	28,88 m³/s	288,15 m³/s	359,47 m³/s	----	----	85,64 m³/s	42,86 m³/s	604,19 m³/s	214,89 m³/s	670,20 m³/s
	61,40 m³/s	76,60 m³/s	21,20 m³/s	234,60 m³/s	249,20 m³/s	13,00 m³/s	157,20 m³/s	85,60 m³/s	44,00 m³/s	390,00 m³/s	216,60 m³/s	670,60 m³/s
Abril	97,12%	87,11%	100,65%	93,43%	----	97,14%	----	----	87,00%	67,89%	309,57	----
	71,33 m³/s	100,85 m³/s	15,38 m³/s	256,25 m³/s	284,61 m³/s	----	----	49,00 m³/s	27,79 m³/s	166,31 m³/s	309,57 m³/s	380,17 m³/s
	101,75 m³/s	109,75 m³/s	17,00 m³/s	240,25 m³/s	139,25 m³/s	7,25m³/s	148,50 m³/s	49,00 m³/s	27,25 m³/s	141,75m³/s	164,50 m³/s	164,50 m³/s
Maio	94,32%	80,51%	99,00%	92,44%	----	97,78%	----	----	83,25%	81,46%	209,30	----
	48,57 m³/s	86,22 m³/s	7,97 m³/s	180,64 m³/s	245,70 m³/s	----	----	32,78 m³/s	19,46 m³/s	100,90 m³/s	226,74 m³/s	226,74 m³/s
	88,50 m³/s	91,75 m³/s	24,00 m³/s	209,75 m³/s	94,25 m³/s	7,00 m³/s	148,00 m³/s	32,75 m³/s	19,75 m³/s	107,50 m³/s	102,75 m³/s	238,00 m³/s
Junho	88,50%	74,58%	93,25%	80,75%	----	98,90%	----	----	79,40%	79,96%	191,31	----
	44,68 m³/s	92,47 m³/s	4,22m³/s	190,95 m³/s	258,03 m³/s	----	----	29,37 m³/s	18,86 m³/s	87,64 m³/s	214,38 m³/s	214,38 m³/s
	99,40 m³/s	23,20 m³/s	221,40 m³/s	101,60 m³/s	7,00 m³/s	153,60 m³/s	29,00 m³/s	19,00 m³/s	98,40 m³/s	90,00 m³/s	211,40 m³/s	211,40 m³/s
Julho	82,09%	66,36%	86,87%	69,50%	----	94,81%	----	----	68,50%	85,35%	167,04	----
	43,14 m³/s	74,67 m³/s	9,03 m³/s	162,24 m³/s	213,66 m³/s	----	----	28,28 m³/s	14,23 m³/s	72,53 m³/s	204,95 m³/s	204,95 m³/s
	81,25 m³/s	81,50 m³/s	13,75 m³/s	172,75 m³/s	88,50 m³/s	20,25 m³/s	131,00 m³/s	28,25 m³/s	14,50 m³/s	96,00 m³/s	71,50 m³/s	209,50 m³/s
Agosto	79,96%	64,66%	83,12%	42,19%	----	89,72%	----	----	76,60%	84,93%	152,21	----
	34,55 m³/s	61,41 m³/s	14,78 m³/s	113,71 m³/s	213,27 m³/s	----	----	25,97 m³/s	11,67 m³/s	51,30 m³/s	180,04 m³/s	180,04 m³/s
	60,80 m³/s	63,40 m³/s	19,20 m³/s	186,40 m³/s	91,80 m³/s	9,20 m³/s	127,00 m³/s	26,00 m³/s	11,20 m³/s	94,40 m³/s	52,80 m³/s	183,20 m³/s
Setembro	67,54%	40,33%	64,95%	29,74%	----	84,80%	----	----	72,25%	88,86%	175,88	----
	54,05 m³/s	123,25 m³/s	13,40 m³/s	219,41 m³/s	192,99 m³/s	----	----	43,53 m³/s	20,50 m³/s	59,85 m³/s	203,59 m³/s	203,59 m³/s
	116,50 m³/s	123,25 m³/s	33,25 m³/s	176,50 m³/s	77,25 m³/s	10,25 m³/s	128,50 m³/s	43,50 m³/s	19,00 m³/s	123,50 m³/s	56,75 m³/s	205,50 m³/s
Outubro	67,85%	40,21%	65,23%	31,31%	----	84,85%	----	----	77,00%	74,32%	202,16	----
	39,54 m³/s	115,08 m³/s	9,32m³/s	193,73 m³/s	199,05 m³/s	----	----	45,60 m³/s	21,22 m³/s	80,34 m³/s	259,00 m³/s	259,00 m³/s
	107,40 m³/s	120 m³/s	30,60 m³/s	172,80 m³/s	75,20 m³/s	8,20 m³/s	127,80 m³/s	45,60 m³/s	20,60 m³/s	121,60 m³/s	81,20 m³/s	250,60 m³/s

Novembro	65,66%	42,56%	61,62%	43,82%	----	84,48%	----	----	----	86,60%	60,96%	-----
	77,44 m³/s	58,96 m³/s	16,02 m³/s	182,45 m³/s	344,37 m³/s	-----	-----	-----	-----	351,04 m³/s	157,84 m³/s	369,64 m³/s
	42,80 m³/s	51,40 m³/s	7,80 m³/s	181,20 m³/s	229,20 m³/s	15,20 m³/s	141,20 m³/s	80,24 m³/s	41,42 m³/s	194,20 m³/s	160,00 m³/s	376,40 m³/s
Dezembro	68,27%	46,32%	61,88%	33,83%	----	82,04%	----	----	----	83,75%	71,75%	-----
	73,86 m³/s	72,51 m³/s	39,18 m³/s	249,33 m³/s	321,09 m³/s	-----	-----	74,53 m³/s	40,60 m³/s	238,75 m³/s	150,37 m³/s	431,42 m³/s
	42,50 m³/s	57,00 m³/s	11,00 m³/s	197,25 m³/s	187,75 m³/s	10,25 m³/s	161,00 m³/s	74,50 m³/s	40,00 m³/s	149,75 m³/s	134,88 m³/s	429,25 m³/s
Média anual	79,27%	65,22%	84,01%	58,48%	----	90,09%	----	----	----	81,40%	70,73%	-----
	77,80 m³/s	81,66 m³/s	18,84 m³/s	2117,37 m³/s	286,26 m³/s	-----	-----	53,79 m³/s	28,30 m³/s	193,92 m³/s	134,82 m³/s	385,30 m³/s
	70,90 m³/s	80,29 m³/s	20,70 m³/s	207,90 m³/s	156,77 m³/s	13,15 m³/s	144,46 m³/s	53,74 m³/s	28,27 m³/s	134,88 m³/s	386,89 m³/s	

Legenda:

Volume útil (%) **xxx**

Vazão afluente (m³/s) **xxx**

Vazão defluente (m³/s) **xxx**

Fonte: Autoria própria, a partir dos dados do Siga Ceivap

O quadro 5, apresenta o reservatório equivalente mensal e anual do ano de 2024, como já vimos na tabela acima, a vazão do ano de 2024, foi maior, contudo, como podemos observar na tabela abaixo, a média anual ainda está abaixo dos 80%.

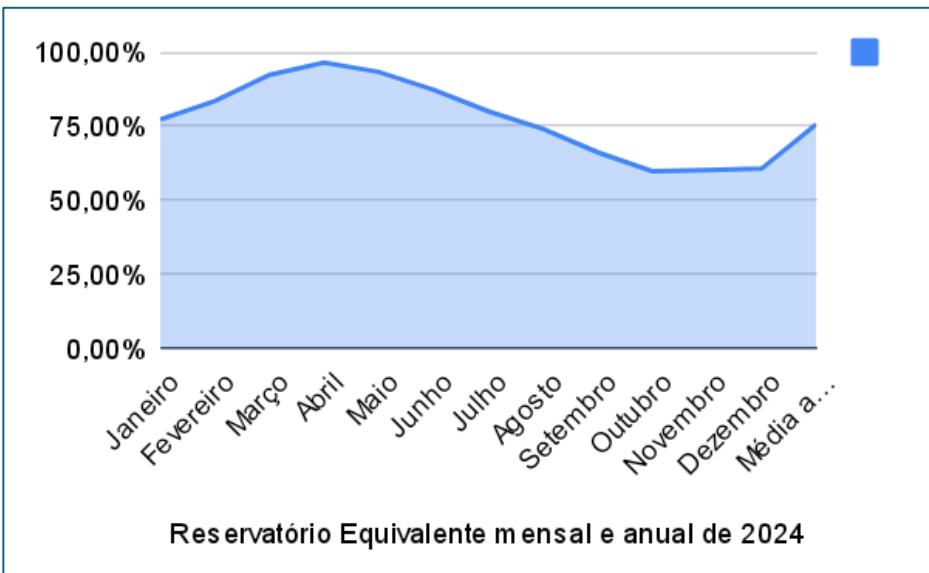
Quadro 5. Reservatório Equivalente mensal e anual de 2024

Reservatório Equivalente mensal e anual de 2024	
Janeiro	77,34%
Fevereiro	83,54%
Março	92,34%
Abril	96,54%
Maio	93,33%
Junho	87,30%
Julho	80,09%
Agosto	74,19%
Setembro	66,27%
Outubro	59,87%
Novembro	60,24%
Dezembro	60,75%
Média anual	75,65%

Fonte: Autoria própria, a partir dos dados do Siga Ceivap.

O gráfico 2, apresenta a curva desde janeiro até dezembro, do reservatório equivalente em 2024, é possível perceber que em certos meses do ano o reservatório chega a quase o valor 100, isso ocorre devido a temporada de chuva, no qual ocorre a precipitação e acaba por encher o reservatório, contudo o gráfico também mostra meses de baixo volume de água, que vão entre os meses de junho a novembro devido o período de estiagem.

Gráfico 2. Reservatório Equivalente do ano de 2024



Fonte: Autoria própria, a partir dos dados do Siga Ceivap.

O ano de 2014 foi bastante crítico para o distrito de Atafona, por meio das análises dos anos que se sucederam, o cenário não foi muito diferente, tendo períodos do ano que há uma maior incidência do processo erosivo, este ocorre com mais frequência em períodos de estiagem, com a diminuição de precipitação da chuva e o aumento do assoreamento do rio também diminui sua vazão e consequentemente o transporte de sedimentos (SALES; OLIVEIRA; LUGON JUNIOR; 2021).

Ao comparar os resultados obtidos com esta pesquisa em relação a pesquisa desenvolvida por (SALES; OLIVEIRA; LUGON JUNIOR; 2020), é possível observar a relação intrínseca entre diminuição de vazão e incorporação das ilhas fluviais as margens do rio Paraíba do Sul, o que indica a diminuição do transporte e deposição dos sedimentos, ocasionados pelas transposições e barragens no decorrer da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, aumentando o processo erosivo próximo a foz do rio.

5 Considerações finais

O rio Paraíba do Sul é muito importante para os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, tanto para o processo produtivo como também para abastecimento da população e produção de energia elétrica, contudo as mudanças de engenharia que vem sendo feito em todo seu curso, ou seja, as transposições e barragens, estão provocando a diminuição da vazão do mesmo e consequentemente a diminuição do fornecimento de sedimento, o que tende a acelerar processo erosivo na praia de Atafona.

A transposição em Santa Cecília desde 1952, vem reduzindo drasticamente a vazão do rio Paraíba do Sul, o que vem sendo visto na foz desde a década de 60, o que mostra a gravidade dos impactos sofridos em Atafona, com a redução da área de mangue, assoreamento no baixo curso do rio e intrusão da cunha salina dentro do rio.

Foi possível observar por meio da análise da vazão do Rio Paraíba do Sul e sua correlação com o processo erosivo em Atafona uma conexão preocupante. Os dados demonstram que a diminuição da vazão do rio, impulsionada por intervenções antrópicas como transposições, desvios, reservatórios e barragens, tem contribuído significativamente para a aceleração da erosão na foz em Atafona. Essa redução afeta diretamente o transporte e a deposição de sedimentos, elementos cruciais para a estabilidade da linha de costa.

A praia de Atafona, portanto, serve como um espelho das consequências de uma gestão hídrica que não considera integralmente os impactos ambientais a longo prazo. A intensificação da erosão não apenas ameaça a infraestrutura local e o patrimônio natural, mas também expõe a vulnerabilidade de ecossistemas costeiros a alterações na dinâmica fluvial.

Diante desse cenário, torna-se importante que a gestão do Rio Paraíba do Sul, sob o comando do CEIVAP, priorize abordagens que busquem um equilíbrio entre o desenvolvimento e a conservação ambiental. É fundamental que futuras intervenções considerem a vazão ecológica mínima necessária para manter a saúde do rio e mitigar os efeitos da erosão em sua foz. A integração de estudos hidrológicos, geomorfológicos e socioeconômicos será crucial para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes de adaptação e mitigação, visando a sustentabilidade da bacia e a proteção das comunidades costeiras.

Referências

AGEVAP. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Resumo. 2007. Disponível em: <Capa-Rel-012.cdr (ceivap.org.br)>.

AZEVEDO, M. V. H. ATAFONA, PATRIMÔNIO MAR ADENTRO: Formação, Planejamento e Destrução do Balneário de Atafona – RJ. 2004. Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://cidades.ucam-campos.br/wp-content/uploads/2012/10/marcia-vianna2004.pdf&ved=2ahUKEwiazbyH9aSLAxWJgGEGHZt-I9AQFnoECAsQAQ&usg=AOvVaw1ucSUn3tu3-oze9HeqPq4y>>.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. Novo dicionário geológico-geomorfológico / Antônio Teixeira Guerra e Antônio José Teixeira Guerra - 6.ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE – CIDADES). Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>.

LÄMMLE L.; PEREZ FILHO, A.; DONADIO, C.; ARIENZO, M.; FERRARA, L.; SANTOS, C.D.J.; SOUZA, A.O. **Anthropogenic Pressure on Hydrographic Basin and Coastal Erosion in the Delta of Paraíba do Sul River, Southeast Brazil.** J. Mar. Sci. Eng. 2022,10, 1585. <https://doi.org/10.3390/jmse10111585>

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. **As flutuações de nível do mar durante o Quaternário superior evolução geológica de “Deltas” brasileiros.** 1993. Disponível em:<<[>>.](https://revistas.usp.br/bigsp/article/view/54868)

MIRO, J. M. R.; ALVES, L. A.; SOUZA, V. S. **A DINÂMICA DOS FLUXOS DOS CANAIS ARTIFICIAIS E A QUALIDADE DAS ÁGUAS NO BAIXO CURSO DO RIO PARAÍBA DO SUL.** 2014. Disponível em:<<[>>.](https://www.academia.edu/8606961/A_DINÂMICA_DOS_FLUXOS_DOS_CANAIS_ARTIFICIAIS_E_A_QUALIDADE_DAS_ÁGUAS_NO_BAIXO_CURSO_DO_RIO_PARAÍBA_DO_SUL)

NUNES, C. R. O.; PRÉ, H. L. S.; MENEZES, G. G.; OLIVEIRA, V. P. S.; ARAUJO, T. M. R. **INTERFERÊNCIA DA VAZÃO NA CONCENTRAÇÃO DE ÍONS PRÓXIMO**

À FOZ DO RIO PARAÍBA DO SUL, RJ. 2019. Disponível:<<[>>.](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://anais.abrhidro.org.br/job.php%3FJob%3D5535&ved=2ahUKEwjq0P-RjaWLAxVCHrkGHeRpDTEQFn0ECBQQAQ&usg=AOvVaw3gf2OchmcczodkH11CEVyU)

SALES, D. S.; OLIVEIRA, V. P. S.; LUGON JUNIOR, J. **Geotecnologias como Suporte ao Diagnóstico da Dinâmica Geomorfológico-Fluvial do Baixo Curso do Rio Paraíba do Sul.** MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 91-103, mar. 2020. ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsus-tavel>>. Acesso em: doi: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n1.91-103>.

— RAINFALL INPUT FROM WRF-ARW ATMOSPHERIC MODEL COUPLED WITH MOHID LAND HYDROLOGICAL MODEL FOR FLOW SIMULATION IN THE PARAÍBA DO SUL RIVER – BRAZIL. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/juee/article/view/55310/34978>>.

SIGA CEIVAP. Disponível em: <<https://sigaceivap.org.br/salaDeSituacao>>.

SILVA, Marcus Vinícius Chagas da; Crispim Andrea Bezerra. **Geologia Geral.** - Fortaleza : EdUECE, 2015. Disponível em: <<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/552643/2/Livro%20Geologia%20Geral%20.pdf>>.

PAGE, M. J. et al. **The PRISMA 2020 statement: na updated guideline for Reporting systematic reviews.** BMJ, 372, n. 71, p. 1-9, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.n71>. Disponível em: <<https://www.bmjjournals.org/content/372/bmj.n71>>.

TERRA, J. V. F. A.; OLIVEIRA, V. P. S. **A ocorrência da salinização no Baixo Paraíba do Sul: Diagnóstico e desenvolvimento de soluções tecnológicas** [recurso eletrônico]/ João Victor França de Abreu Terra, Vicente de Paulo Santos de Oliveira. -1. ed. – Campos dos Goytacazes, RJ: Essentia. 2024. Disponível em: <<https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/livros/article/view/23421/20765>>.