

RELATÓRIO TÉCNICO

Estudo vazão Rio Paraíba do Sul para GAOPS

RT-SM-009-2024



ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	REV	DATA	MODIFICAÇÃO
AE; JV; PF; JG		1	01/07/2024	Emissão do Original

OBJETIVO

Elaborar, sistematizar e analisar série histórica de vazão do rio Paraíba do Sul– RPS na estação de Campos dos Goytacazes e o impacto do aumento de 40 m³/s na calha principal no período de maio a outubro de 2024.

1. Reunião GAOPS

Diante da pauta de Análise hidrológica e hidráulica da bacia do Rio Paraíba do Sul, na 3ª Reunião do Grupo de Trabalho Permanente de Acompanhamento da Operação Hidráulica na Bacia - GAOPS do Rio Paraíba do Sul, realizada no dia 24 de junho de 2024, foi apresentada pelo ONS a proposta de continuação da operacionalização da vazão objetivo em Santa Cecília em torno de 250 m³/s (90m³/s para o Baixo Paraíba do Sul e 160m³/s para o Guandu), após o atingimento de 80% do volume do reservatório equivalente, em atendimento a Resolução 1382/2015, para fins do controle de cheias, no intuito de se aproximar da curva de armazenamento do ano passado no início do período chuvoso.

Na ocasião, ficou definido o prazo de até o dia 01/07/24 (segunda-feira) para manifestação dos membros do comitê, caso seja identificada a necessidade de que sejam praticadas vazões superiores, em específico para a região do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana, desde que haja motivo tecnicamente justificado.

Diante disso, a Sala de Monitoramento do CBHPSI foi acionada e através do presente relatório técnico, apresenta o embasamento técnico para verificação do GAOPS dos benefícios para a calha principal do aumento da vazão no período de julho a outubro de 2024.

2. Redução da vazão mínima no rio Paraíba do Sul

Inicialmente destacamos o cenário de agravamento da redução das vazões do rio Paraíba do Sul pelos dados apresentados no relatório técnico 019/2023 da Sala de Monitoramento intitulado: **Procedimentos estatísticos para estudo das vazões mínimas e avaliação da disponibilidade hídrica nas regiões norte e noroeste fluminense do estado do Rio de Janeiro** (disponível em <https://salademonitoramento.cbhbaixoparaiba.org.br/banco-de-dados>). Esse relatório é conclusivo na verificação da drástica redução de **30,9 %** da disponibilidade hídrica na calha principal do rio Paraíba do Sul na estação de Campos dos Goytacazes, conforme sintetizado na tabela abaixo do referido



estudo.

Tabela 1. Comparativo da Q95 do plano de bacia e do período de 2012 a 2022.

Bacia	Ponto de controle Estação da ANA	Q ₉₅ (m³/s) COHIDRO	Q ₉₅ (m³/s) 2012 a 2022	Variação da Q ₉₅	
				m³/s	%
Calha principal do Paraíba do Sul	Campos	252,02	174,22	-77,80	-30,9
Muriaé	Cardoso Moreira	21,20	12,22	-8,98	-42,4
Dois Rios	Dois Rios	15,14	9,70	-5,43	-35,9
Pomba	Aperibé	42,43	22,78	-19,65	-46,3

O estudo foi consequência de uma série de análises anteriores, realizadas no âmbito das ações da Sala de Monitoramento que indicavam mudanças no padrão de vazão do rio Paraíba do Sul com vazões abaixo da vazão ecológica, estipulada nos estudos realizados no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do rio Paraíba do Sul de **252m³/s** (COHIDRO, 2014).

A partir dessas observações foi iniciada a análise de frequência da vazão na calha principal do rio Paraíba do Sul e das principais bacias contribuintes (Pomba, Muriaé e Dois Rios), foi utilizado o recorte temporal de 11 anos, estabelecidos entre 2012 e 2022, cuja finalidade foi avaliação do comportamento hidrológico antes, durante e depois da crise hídrica de 2014, bem como, destacar o período após a publicação do plano de bacia. O valor obtido de uma redução alarmante de **30,9 %** da vazão ecológica indica a grave situação atual da RH IX, esses valores foram obtidos através da seguinte metodologia:

- Análise de frequência de vazões médias mensais em classes de criticidade;
- Análise comparativa da Q₉₅, calculada para o período de interesse e a calculada pela COHIDRO (2014) para o estudo diagnóstico do Plano de Bacia (série histórica até 2011);
- Avaliação da disponibilidade segundo critérios de outorga do INEA (40% da Q₉₅) e IGAM (50% da Q_{7,10}).

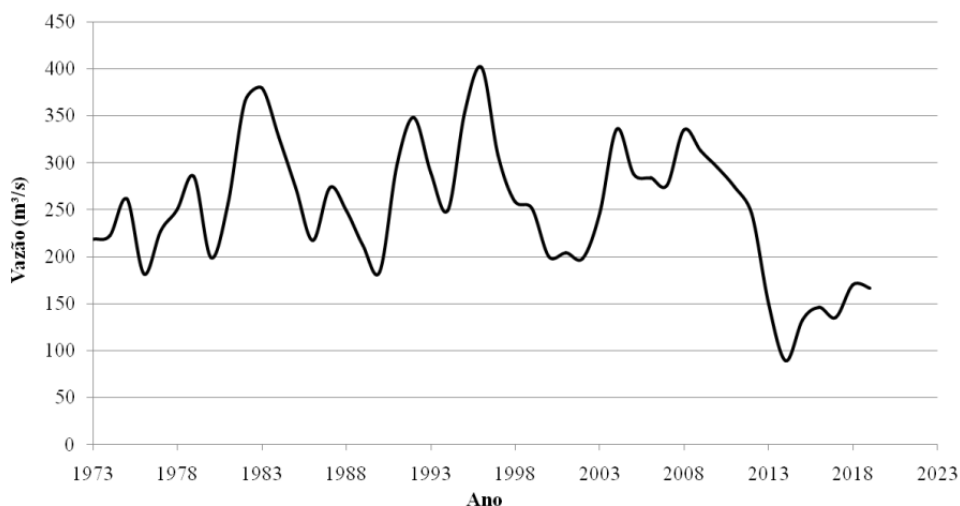
Esse comportamento hidrológico da bacia, evidenciou que o cenário



observado visualmente no trecho final do RPS, com destaque para fechamento da foz principal, intrusão salina, perda da capacidade de adução dos canais, redução da seção da calha, falha no abastecimento público de cidades, dentre outros, foi corroborado com essa metodologia que utilizou a revisão do cálculo da curva de permanência a partir das vazões mínimas (Q95), dada a importância da distribuição de probabilidade para eventos extremos, no que se refere a valores mínimos, o estudo indicou uma drástica redução da disponibilidade hídrica, esse cenário tem impactado diretamente no abastecimento público, nas condições ambientais dos ecossistemas aquáticos, na capacidade de depuração dos corpos hídricos, além de outros aspectos relacionados a especificidade de uma região hidrográfica que tem a foz do RPS. Pelo exposto, podemos concluir que o aumento da vazão no período de julho a outubro, traria um ganho substancial no ecossistema do delta do rio.

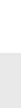
Considerando também o Produto 2 – **Estudo Preliminar do projeto de Elaboração de alternativas e desenvolvimento de projetos visando garantir a adução de água para os sistemas de canais da Baixada Campista, 2022**, elaborado pela empresa Água e Solo, que atualizou os cálculos de vazão mínima para **227,26 m³/s** (Q95 / série histórica de 1973 a 2020). O estudo ampliou a série utilizada no trabalho da COHIDRO, para o período pós crise hídrica e a partir do dado publicado, verificou-se nesse intervalo uma redução da vazão mínima de **25 m³/s**, conforme evidenciado na Figura 1.

Figura 1. Vazões mínimas anuais referentes à série histórica da estação de Campos – Ponte Municipal



O gráfico acima demonstra claramente que após a redução das vazões pós crise hídrica de 2014 a 2015, o padrão das vazões não retornou aos valores médios do período anterior.

Com esse cenário mais amplo observa-se uma tendência de redução das vazões mínimas, evidenciando um quadro de agravamento da disponibilidade hídrica. Considerando essa perda de vazão, com destaque para o grau de criticidade ambiental gerado na porção final do rio Paraíba do Sul, observa-se, também, uma grande redução nas cotas na região de Campos o que ocasiona a perda de adução para os canais da baixada campista e suas lagoas e, também, potencializa o avanço do mar, nas horas das marés, na foz do Rio Paraíba, em São João da Barra, ao impedir que se faça a adução de água para abastecer aquela população. Esse fato tem se repetido a décadas, mas com mais ênfase após a crise de 2014/2019.



3. Análise detalhada dos últimos 5 anos da redução da vazão.

Após a exposição da análise de frequência apropriada para eventos extremos, o presente estudo segue com análises que consideram medidas de tendência central. Tendo em vista o objetivo do relatório, foram sistematizados dados de vazão dos últimos 5 anos, para demonstrar o comportamento do RPS em termos de vazões médias e mínimas, e, através dessa demonstração, será possível avaliar a real necessidade de ações que resultem no aumento da vazão.

3.1 Ano de 2019

No ano de 2019 foram observados que no período de maio a outubro (170 dias) (**tabela 2**), em termos de vazão média, houve **113 dias** de valores abaixo da vazão ecológica, representando **66%** do total dos registros analisados (170). Nesse sentido, observa-se que o rio permanece a maior parte do tempo com padrões abaixo do mínimo estabelecido no Plano de Bacias em 2021.



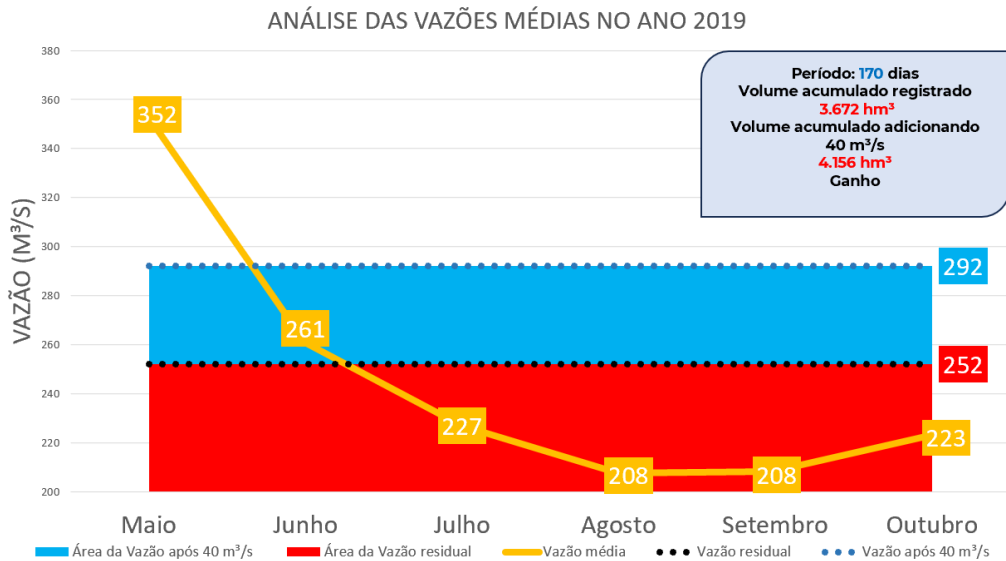
Tabela 2. Vazão média diária do rio Paraíba do Sul em Campos dos Goytacazes de maio a outubro de 2019.

2019												
DATA	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1					289	261	231	191	217			
2					285	265	222	194	193	258		
3					265	262	230	212	199	239		
4					289	269	276	186	220	235		
5					303	260	234	203	220	231		
6					279	325	236	217	231	226		
7					268	328	244	203	250	187		
8					300	257	200	212	222	212		
9					297	267	236	277	232	223		
10					314	269	259	281	200	204		
11					360	297	235	209	194	180		
12					424	250	215	180	184	302		
13					298	244	219	189	200	361		
14					287	266	234	194	211	271		
15					300	273	232	217	185	205		
16					274	284	225	196	193	238		
17					391	273	227	218	190	234		
18					402	232	230	216		200		
19					463	240	228	188		198		
20					475	241	208	189		218		
21					677	255	212	182		183		
22					806	243	218	207		189		
23					473	232	228	215		211		
24					325	237	221	192		181		
25					310	253	203	209		207		
26					317	245	223	196		205		
27					313	277	203	193		190		
28					275	246	206	214		221		
29					330	212	228	216		228		
30					303	263	231	219		221		
31					236		235	221		233		
Vazão média					352	261	227	208	208	223		

Considerando a vazão média mensal (**gráfico 1**), somente os meses de maio e junho tiveram vazão acima da residual, sendo os meses julho, agosto, setembro e outubro com vazões abaixo do esperado. Nesse gráfico foi calculado o volume em hm^3 do período analisado que foi de 3.672 hm^3 e calculou-se também quanto seria o valor alcançado com o acréscimo de $40\text{m}^3/\text{s}$, obtendo-se o volume estimado em 4.156 hm^3 , aumentando em 484 hm^3 que representa uma diferença de **13,2%**. Essa diferença traria inúmeros benefícios para o ecossistema, elevando, com essa vazão adicionada, para padrões adequados de quantidade, sendo que a nova vazão atingiria o valor médio de $292\text{m}^3/\text{s}$.



Gráfico 1. Vazão média do rio Paraíba do Sul em Campos dos Goytacazes no ano de 2019.



Quando analisado em termos de vazão mínima registrada em cada dia (tabela 3), o cenário fica ainda mais crítico, com 76% do tempo abaixo da vazão residual (129dias).



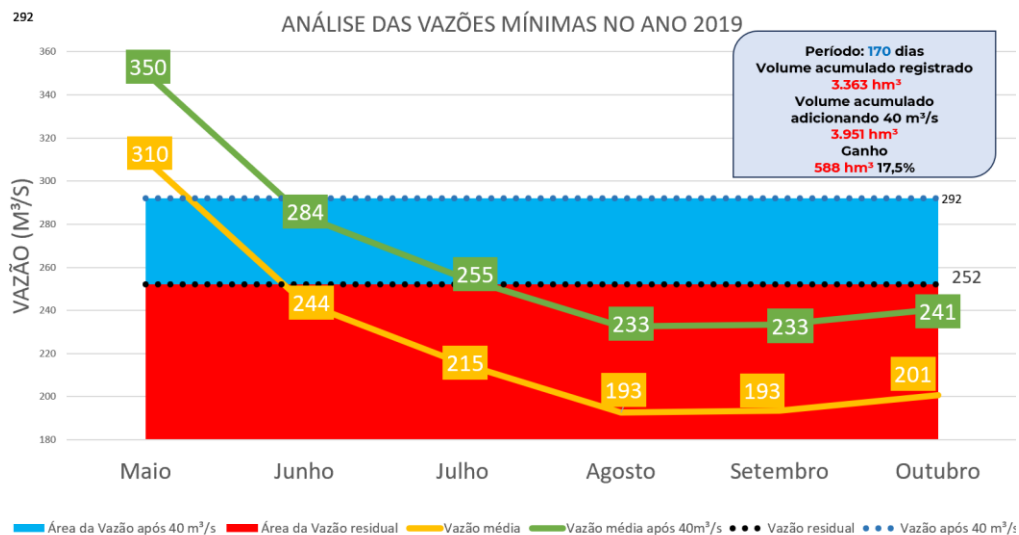
Tabela 3. Vazão mínima diária do rio Paraíba do Sul em Campos dos Goytacazes de maio a outubro de 2019.

2019												
DATA	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1					280	255	208	165	197			
2					267	259	212	169	186	210		
3					259	251	220	197	183	231		
4					263	259	255	176	212	231		
5					292	243	216	190	216	227		
6					263	247	220	212	212	216		
7					255	251	223	197	243	172		
8					280	247	183	201	212	183		
9					288	255	204	223	216	212		
10					292	259	251	267	169	190		
11					288	284	220	169	169	165		
12					363	231	212	165	172	208		
13					263	231	216	172	183	267		
14					255	259	220	172	204	247		
15					275	263	223	212	169	179		
16					251	263	220	179	172	186		
17					305	247	220	208	176	220		
18					372	220	223	208		176		
19					421	235	223	172		179		
20					463	235	197	176		212		
21					466	251	204	176		158		
22					592	231	212	190		158		
23					386	227	223	208		208		
24					301	231	204	172		165		
25					296	243	193	186		179		
26					305	223	216	179		190		
27					301	255	190	179		176		
28					263	231	190	212		216		
29					263	193	223	212		220		
30					231	231	227	216		216		
31					220		227	216		227		
Vazão média					310,2	243,6	215,3	192,7	193,4	200,7		

Finalmente para o ano de 2019, que foi calculado a partir do cenário mais crítico (vazão mínima diária), tivemos nesse período um volume acumulado de 3.363 hm³ no período (**gráfico 2**), em que, depois foi calculado quanto representaria o aumento da vazão de 40m³/s, assim, nessas condições teríamos um aumento de **17,5%** (588 hm³)



Gráfico 2. Análise das vazões mínimas de maio a outubro de 2019.



3.2 Ano de 2020

3.3.1 Vazão Média

No ano de 2020 foram observados no período de maio a outubro (**tabela 4**), em termos de vazão média, **40 dias** abaixo da vazão residual, representando **22%** do total dos registros analisados (184 dias).

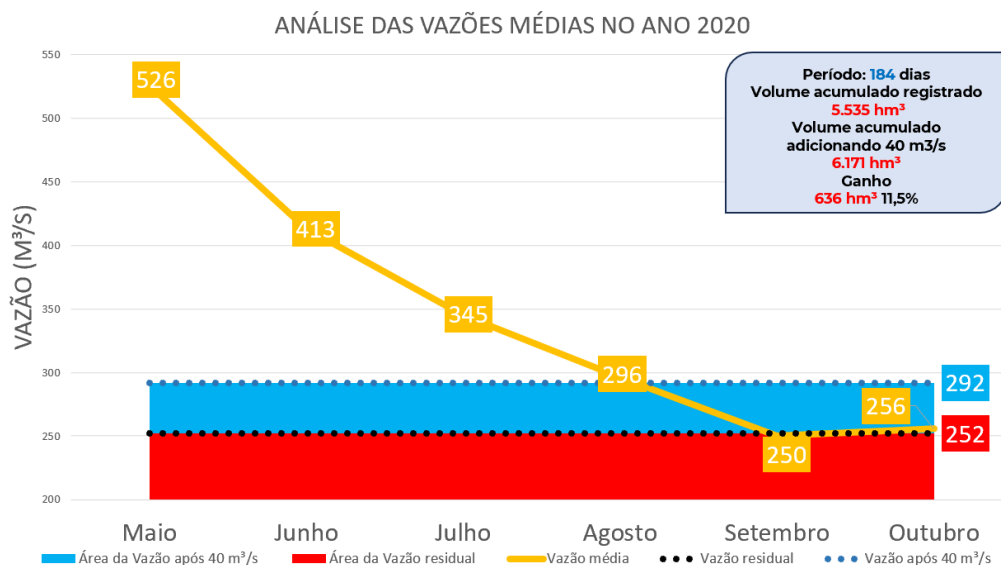
Tabela 4. Análise das vazões médias de maio a outubro de 2020.

2020												
DATA	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1					506	441	375	312	282	243		
2					519	395	375	315	267	210		
3					530	438	347	282	237	202		
4					510	439	401	326	259	229		
5					508	441	392	334	230	250		
6					506	411	375	299	257	178		
7					512	440	373	295	226	159		
8					530	408	364	286	225	181		
9					554	422	395	306	247	189		
10					572	472	340	256	233	187		
11					540	438	385	267	246	192		
12					501	430	349	307	286	195		
13					503	464	356	262	224	227		
14					502	402	333	335	193	323		
15					482	417	338	258	201	248		
16					540	416	369	301	236	210		
17					585	410	374	255	212	219		
18					596	418	333	312	164	284		
19					596	419	383	298	213	270		
20					559	435	328	250	206	270		
21					508	394	315	255	198	243		
22					500	401	341	265	186	217		
23					443	406	326	261	193	240		
24					461	402	309	262	238	248		
25					498	403	299	372	436	259		
26					514	383	314	407	423	316		
27					619	379	299	335	354	329		
28					594	353	287	312	255	404		
29					537	360	294	261	272	419		
30					518	354	312	304	314	382		
31					453		314	286		405		
Vazão média					525,6	413,0	344,9	295,9	250,4	255,7		

Considerando a vazão média mensal do ano de 2020 (**gráfico 3**), somente o mês de setembro esteve abaixo da vazão residual, com os meses maio, junho, julho, agosto e outubro acima da vazão limite. Nesse gráfico foi calculado a vazão em hm^3 do período que foi de 5.535 hm^3 e calculou-se também quanto seria o valor com o acréscimo de $40 \text{ m}^3/\text{s}$, que resultou no valor de vazão estimado em 6.171 hm^3 , aumentando **11,5%** (636 hm^3).



Gráfico 3. Análise das vazões médias de maio a outubro de 2020



3.2.2 Vazão Mínima

Quando analisado em termos de vazão mínima registrada em cada dia (tabela 5), o cenário fica mais crítico, com **31%** do tempo abaixo da vazão residual (58 dias).



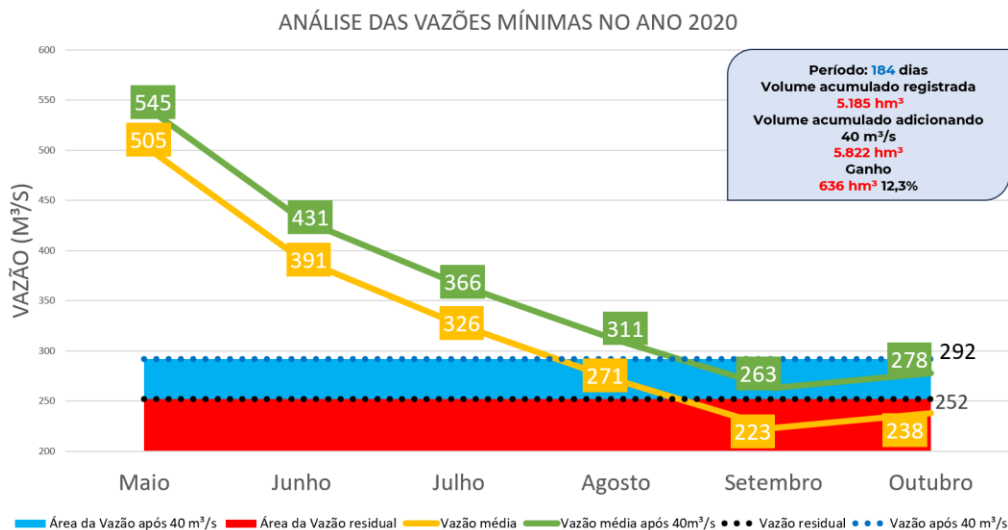
Tabela 5. Análise das vazões mínimas de maio a outubro de 2020.

2020												
DATA	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1					489	412	363	301	251	223		
2					506	382	345	301	251	204		
3					527	394	318	267	220	193		
4					489	427	377	305	216	208		
5					496	397	372	318	212	223		
6					493	377	349	288	212	158		
7					506	412	354	288	204	152		
8					520	400	354	284	208	172		
9					537	397	349	284	216	176		
10					555	440	318	243	216	179		
11					516	421	354	255	227	186		
12					496	409	331	267	263	186		
13					493	434	340	239	197	204		
14					489	382	327	280	186	255		
15					476	397	327	235	190	216		
16					479	409	323	271	190	204		
17					573	406	345	231	179	204		
18					584	406	327	292	155	247		
19					581	412	331	275	165	259		
20					530	391	314	223	183	267		
21					489	368	309	216	179	220		
22					489	391	323	247	179	208		
23					421	397	314	231	179	216		
24					430	386	305	243	220	243		
25					493	377	288	309	323	243		
26					489	372	301	354	386	284		
27					552	336	292	318	309	309		
28					534	331	280	288	231	372		
29					513	340	292	243	259	400		
30					453	336	296	251	288	359		
31					446		301	247		394		
azão média					505	391	326	271	223	238		

Para o ano de 2020, foi calculado a partir do cenário mais crítico (vazão mínima diária), nesse período tivemos o volume acumulado de 5.185 hm³ (**gráfico 4**), e considerando o aumento da vazão de 40m³s, teríamos um aumento de **12,3%**, atingindo o volume de 5.822 hm³, com um aumento de 636 hm³.



Gráfico 4. Análise das vazões mínimas de maio a outubro de 2020



3.3 Ano de 2021

3.3.1 Vazão média

No ano de 2021 repetindo-se a mesma metodologia observou-se que no período de maio a outubro (**tabela 6**), em termos de vazão média, o rio ficou com **96 dias** abaixo da vazão residual, representando **52%** do total dos registros analisados (184 dias). Nesse sentido, observa-se que o rio permanece a maior parte do tempo com padrões abaixo do mínimo estabelecido, neste ano.



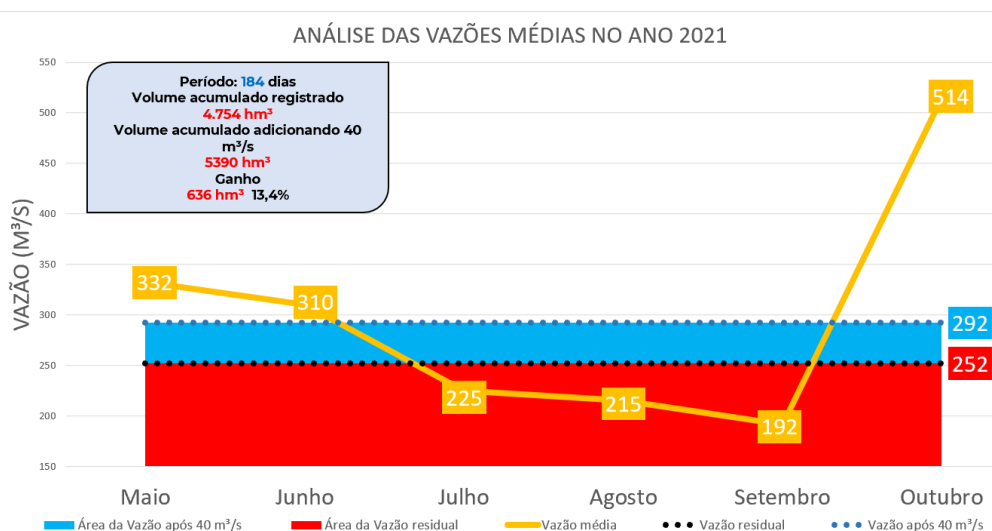
Tabela 6. Análise das vazões médias de maio a outubro de 2021.

2021												
DATA	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1					504	349	262	197	208	201		
2					463	432	252	208	231	203		
3					413	513	250	214	208	182		
4					390	458	247	197	222	193		
5					358	407	239	205	226	229		
6					357	359	217	210	221	498		
7					347	302	229	204	213	504		
8					303	311	237	220	197	471		
9					334	331	238	218	241	448		
10					356	314	237	197	172	366		
11					337	305	238	201	159	416		
12					321	296	220	205	176	477		
13					317	337	233	203	185	775		
14					296	268	247	203	191	1135		
15					316	285	210	201	197	952		
16					327	291	231	208	219	665		
17					334	282	223	214	193	479		
18					315	296	223	201	182	493		
19					293	297	208	223	182	440		
20					313	268	199	259	177	450		
21					340	271	208	320	184	552		
22					358	252	210	275	177	755		
23					312	258	220	235	171	899		
24					299	277	214	225	170	724		
25					295	276	206	234	168	477		
26					291	265	205	220	172	484		
27					288	254	196	206	178	400		
28					279	265	223	208	168	396		
29					274	251	227	197	173	429		
30					278	240	214	181	196	453		
31					292		212	193		789		
Vazão média					332	310	225	215	192	514		

Considerando a vazão média mensal do ano de 2021 (**gráfico 5**), o rio ficou 3 meses, julho, agosto e setembro, estiveram abaixo da vazão residual. Nesse gráfico foi registrado o acúmulo da vazão do período em hm^3 de 4.754 hm^3 e calculou-se também quanto seria o valor com o acréscimo de $40\text{m}^3/\text{s}$, com o valor de vazão estimado em 5.390 hm^3 , aumentando **13,4%** (636 hm^3).



Gráfico 5. Análise das vazões médias de maio a outubro de 2021



3.3.2 Vazão Mínima

O estudo de mínimas voltou a ser realizado para o ano de 2021, foi calculado a partir do cenário mais crítico (vazão mínima diária), na **tabela 7** está o resumo do período analisado, já dividido para uma melhor visualização. Nesse período foram registrados **56%** com vazão abaixo da residual em 103 dias dos 184 analisados.

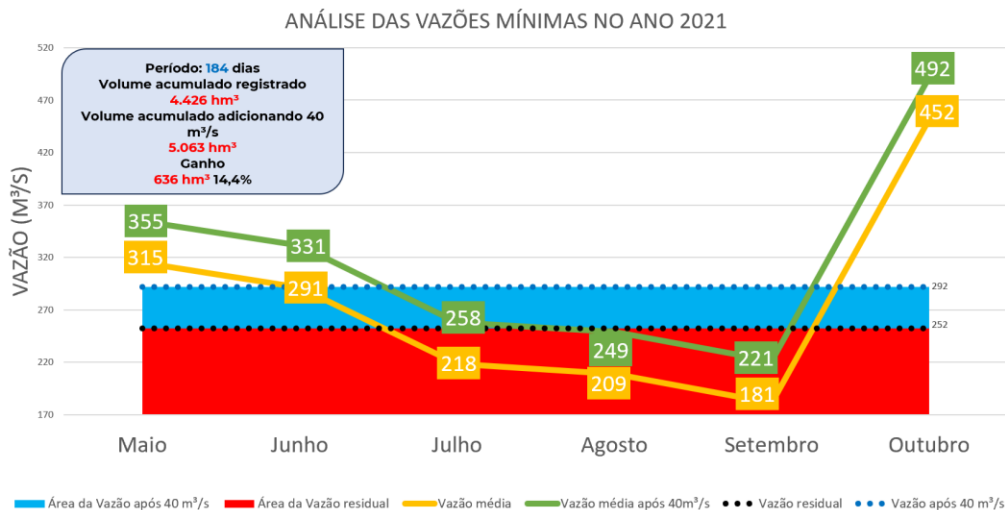
Tabela 7. Análise das vazões mínimas de maio a outubro de 2021.

2021												
DATA	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1					482	331	251	197	201	197		
2					427	349	247	204	223	190		
3					397	486	239	208	197	176		
4					359	418	235	197	216	176		
5					354	391	227	197	220	190		
6					354	309	204	208	216	349		
7					323	288	220	204	197	437		
8					292	309	231	212	190	427		
9					314	305	231	216	204	386		
10					323	309	227	190	152	354		
11					309	284	235	197	152	377		
12					296	275	216	197	169	453		
13					301	292	220	201	179	545		
14					284	251	235	201	183	1071		
15					309	271	204	197	190	820		
16					318	280	227	204	197	527		
17					318	271	223	208	172	453		
18					284	288	220	190	172	463		
19					275	288	204	220	165	424		
20					305	251	197	243	169	424		
21					309	251	204	314	176	482		
22					323	239	208	267	169	637		
23					296	251	216	223	165	864		
24					288	267	208	223	162	584		
25					288	263	204	220	162	412		
26					284	255	190	212	162	424		
27					280	243	176	197	172	372		
28					259	255	220	190	162	372		
29					263	243	227	183	165	406		
30					271	223	212	172	179	418		
31					271		204	186		599		
Vazão média					315	291	218	209	181	452		

Nesse mesmo estudo, apresentamos o **gráfico 6**, onde foram registrados as vazões mínimas com 3 meses abaixo da vazão residual (julho, agosto e setembro), e 4 meses acima da vazão residual (maio, junho e outubro).



Gráfico 6. Análise das vazões mínimas de maio a outubro de 2021



3.4 Ano de 2022

3.4.1 Vazão média

Em 2022, a análise das vazões médias diárias revela que houve apenas 6 dias (3%) nos quais a vazão esteve abaixo da vazão residual de 252 m³/s. Conforme pode ser visto na tabela 8.

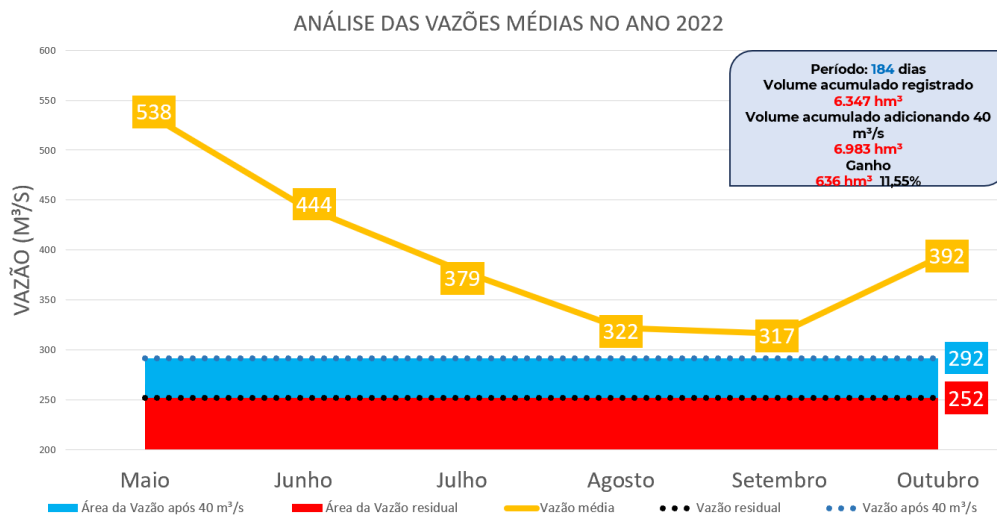
Tabela 8. Análise das vazões médias de maio a outubro de 2022.

2022												
DATA	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1					574	470	415	347	326	618		
2					574	471	427	361	360	552		
3					712	462	414	380	267	465		
4					704	469	412	323	254	421		
5					516	477	410	313	284	422		
6					583	481	410	368	274	410		
7					623	432	407	340	284	502		
8					592	472	403	330	316	494		
9					579	443	401	336	264	436		
10					571	431	388	366	251	423		
11					568	442	375	342	242	431		
12					550	460	372	309	262	367		
13					531	465	371	324	267	294		
14					554	461	368	348	245	297		
15					529	458	370	338	240	256		
16					510	454	377	296	239	240		
17					481	445	378	298	305	270		
18					518	454	372	318	279	269		
19					533	410	372	303	341	263		
20					537	417	361	335	391	273		
21					517	442	365	292	360	296		
22					493	432	373	282	380	356		
23					472	425	360	292	369	349		
24					488	440	399	346	400	469		
25					498	417	348	313	460	489		
26					488	414	333	320	369	443		
27					489	414	365	322	362	459		
28					488	417	346	332	328	461		
29					482	427	351	268	345	395		
30					470	410	356	262	434	361		
31					466		342	281		374		
Vazão média					538	444	379	322	317	392		

No período compreendido entre os meses de maio a outubro, que totaliza 184 dias, a vazão acumulada registrada no rio Paraíba do Sul foi de 6.347 hm³. A influência de um incremento na vazão diária de 40 m³/s, resultou em um aumento total de 636 hm³, o que corresponde a um incremento percentual de **11,55%** na vazão acumulada (**gráfico 7**).



Gráfico 7. Análise das vazões médias de maio a outubro de 2022



3.3.2 Vazão mínima

Durante o período de maio a outubro de 2022, a análise das vazões mínimas do rio Paraíba do Sul revelou que, dos 184 dias avaliados, 15 dias (8%) apresentaram vazões abaixo da vazão residual de 252 m³/s. Conforme a **tabela 9**.



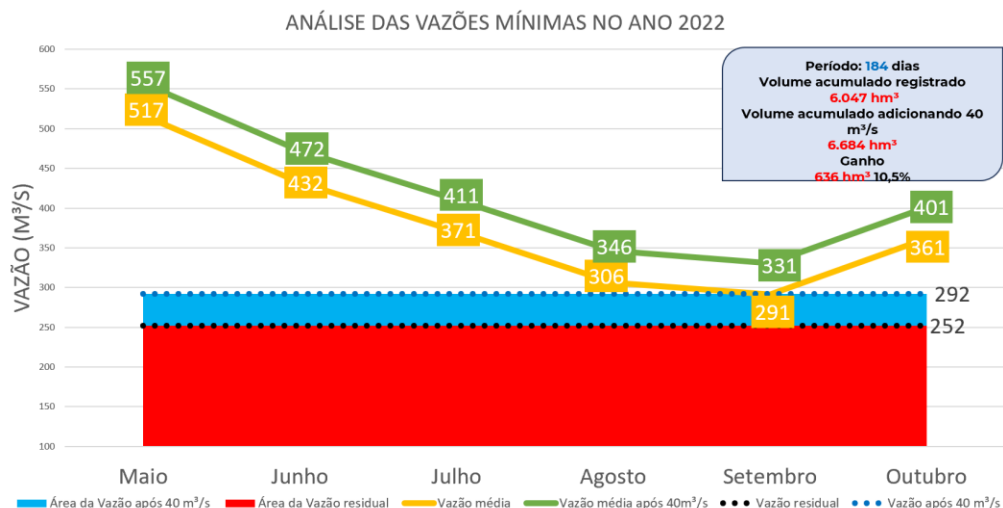
Tabela 9. Análise das vazões mínimas de maio a outubro de 2022.

2022												
DATA	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1					570	465	412	337	282	489		
2					563	465	412	343	298	493		
3					613	454	412	348	252	423		
4					585	465	409	315	242	416		
5					472	472	406	304	272	399		
6					475	461	406	315	267	381		
7					613	416	402	326	272	479		
8					581	444	399	320	288	475		
9					570	433	399	326	252	385		
10					567	423	378	348	242	378		
11					563	430	371	337	237	399		
12					535	444	368	293	252	354		
13					521	458	368	298	257	227		
14					538	454	364	337	232	227		
15					524	454	364	309	232	227		
16					489	451	371	288	232	222		
17					475	437	371	288	252	262		
18					493	409	364	309	267	262		
19					528	402	368	288	277	257		
20					528	409	354	315	385	262		
21					510	433	358	277	348	277		
22					475	406	371	272	343	331		
23					468	406	354	277	315	331		
24					472	423	358	326	309	378		
25					482	412	331	298	440	472		
26					479	406	326	304	326	419		
27					475	409	354	315	354	454		
28					468	412	331	293	309	433		
29					472	416	337	257	331	371		
30					465	406	348	252	368	354		
31					461		331	272		368		
Vazão média					517,1	432,3	370,9	305,9	291,0	361,4		

O cálculo do volume do período, registrou um total de 6.047 hm³ (**gráfico 8**). Já considerando o aumento diário de 40 m³/s, o volume acumulado aumentaria para 6.684 hm³, um ganho de 636 hm³, ou **10,5%**.



Gráfico 8. Análise das vazões mínimas de maio a outubro de 2022



3.4 Ano de 2023

No período de maio a outubro de 2023, totalizando 157 dias, a vazão do rio Paraíba do Sul foi analisada com os seguintes resultados: Apenas 1 dia esteve abaixo da vazão residual de 252 m³/s, representando uma ocorrência rara. (tabela 10).



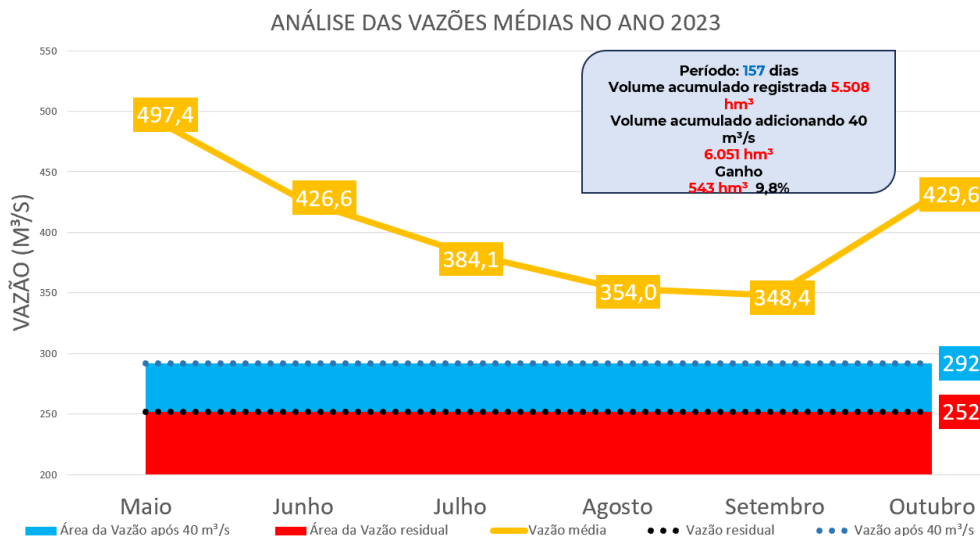
Tabela 10. Análise das vazões médias de maio a outubro de 2023

2023												
DATA	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1					606	445	399	388	525			
2					615	465	390	386	471			
3					573	461	370	375	432			
4					580	470	399	364	401			
5					574	469	395	361	363			
6					582	451	402	343	369			
7					507	455	391	343	372			
8					530	431	396	343	341			
9					496	422	378	356	340			
10					503	437	388	354	370			
11					518	428	389	343	354			
12					464	407	381	312	303			
13					512	399	385	288	311			
14					513	455	368	290	327			
15					479	392	370	309	312			
16					492	416	366	316	297			
17					487	423	368	345	366			
18					488	404	345	263	379			
19					469	410	391	287	336			
20					452	446	401	303	318			
21					449	442	356	320	307			
22					476	450	383	336	293			
23					461	415	394	346	319	260		
24					463	378	394	364	274	249		
25					447	402	390	372	229	293		
26					446	404	390	335		325		
27					443	402	390	360		347		
28					440	402	380	373		471		
29					456	412	396	401		645		
30					452	404	394	521		634		
31					447		367	577		643		
Vazão média					497,4	426,6	384,1	354,0	348,4	429,6		

No período de 157 dias, a vazão acumulada do rio Paraíba do Sul foi de 5.508 hm³. Considerando a possibilidade de um aumento de 40 m³/s na vazão diária, estimamos o ganho adicional na vazão acumulada de 543 hm³ e seu impacto percentual de **9,8%**. Conforme gráfico 9 abaixo.



Gráfico 9. Análise das vazões médias de maio a outubro de 2023



3.3.2 Vazão mínima

A análise das vazões mínimas do rio Paraíba do Sul no período de maio a outubro de 2023, revela que foi um ano com maiores acumulados em termos de vazão, somente 6 dias (4%) dos dias apresentaram vazões críticas abaixo de 252 m³/s. Conforme **tabela 11**.



Tabela 11. Análise das vazões mínimas de maio a outubro de 2023

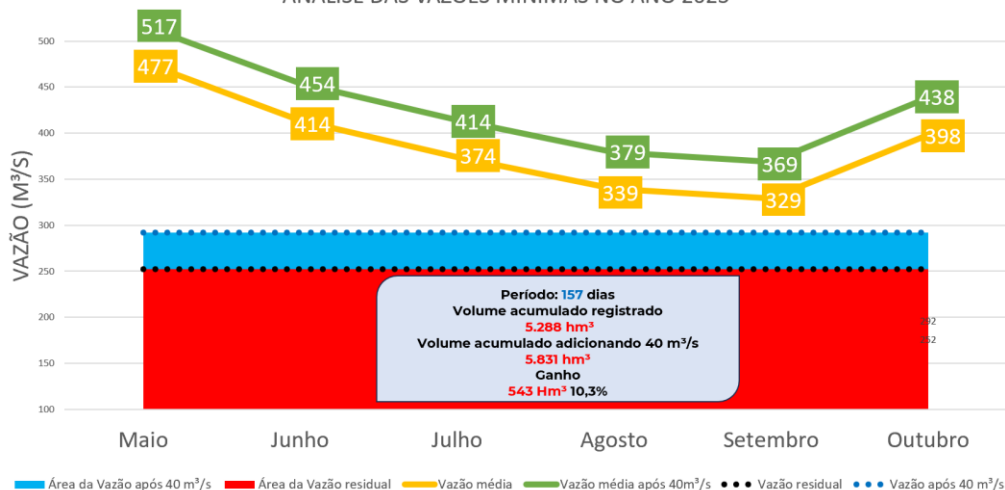
2023												
DATA	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1					570	433	395	371	493			
2					560	454	368	375	447			
3					545	458	348	371	423			
4					549	465	385	364	368			
5					553	461	388	358	348			
6					521	444	388	337	364			
7					496	451	385	337	364			
8					510	412	392	337	326			
9					493	412	371	354	326			
10					493	433	381	354	361			
11					500	412	385	326	320			
12					433	395	378	304	293			
13					447	392	375	282	298			
14					496	409	364	288	315			
15					468	381	368	309	272			
16					486	402	361	298	257			
17					479	406	364	288	343			
18					475	388	331	252	368			
19					458	385	354	257	315			
20					433	433	378	293	315			
21					433	430	343	309	293			
22					468	426	358	331	288			
23					444	402	388	337	288	252		
24					454	368	388	343	227	242		
25					433	378	388	354	218	252		
26					430	392	388	320		304		
27					430	395	385	343		298		
28					430	399	371	368		395		
29					433	402	392	385		602		
30					430	399	378	419		602		
31					430		361	560		638		
Vazão média					476,7	413,9	374,2	339,4	329,1	398,4		

Durante o período de 157 dias analisado, a volume acumulado foi de 5.288 hm³. Se adicionarmos 40 m³/s diariamente nesse mesmo período, o total acumulado aumentaria para 5.831 hm³, representando um ganho de 543 hm³, o que corresponde a um aumento percentual de **10,3%**, como pode ser observado no **gráfico 10**.



Gráfico 10. Análise das vazões mínimas de maio a outubro de 2023

ANÁLISE DAS VAZÕES MÍNIMAS NO ANO 2023



4. Cenários com aumento de 40 m³/s na vazão para a RH IX

A seguir será apresentada a tabela síntese do cenário de aumento da vazão em 40 m³/s, inicialmente foram utilizados os dados de vazões mínimas diárias, foi verificado o número de dias que vazão ficou abaixo da vazão residual (déficit), a partir desse valor, foi adicionado o incremento de 40 m³/s e verificado o impacto em termos de volume em hectômetros cúbicos. (**Tabela 12**).

No ano de 2019 para o período de maio a outubro, foram registrados 129 dias abaixo da vazão residual, após o acréscimo de 40 m³/s, ficaram ainda 73 dias abaixo da vazão residual (43%). Em termos de volume, havia um déficit de 514 hm³ nos 129 dias, após o incremento de 40 m³/s (446 hm³), o trecho analisado ainda ficou com um déficit de 68 hm³. A partir desses valores é possível concluir o nível crítico da vazão no trecho final, tendo em vista que mesmo após o acréscimo, o rio não recupera a vazão para níveis mínimos de quantidade.

No ano de 2020 para o período de maio a outubro, foram registrados 57 dias abaixo da vazão residual, após o acréscimo de 40 m³/s, ficaram ainda 29 dias abaixo da vazão residual (16%). Em termos de volume, houve um déficit de 209 hm³ nos 57 dias, após o incremento de 40 m³/s (197 hm³), o trecho analisado ainda ficou com um déficit de 12hm³. A partir desses valores é possível concluir o nível crítico da vazão no trecho final, tendo em vista que mesmo após o acréscimo, o rio não recupera a vazão para níveis mínimos de quantidade.

No ano de 2021 para o período de maio a outubro, foram registrados 103 dias abaixo da vazão residual, após o acréscimo de 40 m³/s, ficaram ainda 65 dias abaixo da vazão residual (35%). Em termos de volume, houve um déficit de 431 hm³ nos 103 dias, após o incremento de 40 m³/s (356 hm³), o trecho analisado ainda ficou com um déficit de 75 hm³. A partir desses valores é possível concluir o nível crítico da vazão no trecho final, tendo em vista que mesmo após o acréscimo, o rio não recupera a vazão para níveis mínimos de quantidade.

No ano de 2022 para o período de maio a outubro, foram registrados 15 dias abaixo da vazão residual, após o acréscimo de 40 m³/s, nenhum dia abaixo da vazão residual. Em termos de volume, houve um déficit de 18 hm³ nos 15 dias, após o incremento de 40 m³/s (52 hm³), o trecho analisado ficou com um superávit de 34 hm³. A partir desses valores é possível concluir o nível da vazão no trecho final, tendo em vista que após o acréscimo, o rio recuperou a vazão para níveis mínimos de quantidade.



No ano de 2023 para o período de maio a outubro, foram registrados 6 dias abaixo da vazão residual, após o acréscimo de 40 m³/s, nenhum dia abaixo da vazão residual. Em termos de volume, houve um déficit de 6 hm³ nos 6 dias, após o incremento de 40 m³/s (21 hm³), o trecho analisado ficou com um superávit de 15 hm³. A partir desses valores é possível concluir o nível da vazão no trecho final, tendo em vista que após o acréscimo, o rio recuperou a vazão para níveis mínimos de quantidade.

Tabela 12 Cenário aumento de vazão por período

ANO	Dias abaixo Vazão Residual	Dias abaixo VR com acréscimo de 40 m ³ /s	%	Diferença (hm ³) para atingir VR	Acréscimo 40 m ³ /s em hm ³	Saldo (hm ³)
2019	129	73	43%	514	446	-68
2020	57	29	16%	209	197	-12
2021	103	65	35%	431	356	-75
2022	15	0	0%	18	52	34
2023	6	0	0%	6	21	15

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde estudos anteriores, como o relatório síntese da etapa de prognóstico dos estudos do Plano de Integrado de Recursos Hídricos (COHIDRO, 2016), a situação de insegurança hídrica vem sendo apontado como um dos maiores desafios da RH IX, como pontuado na página 72 do referido documento:

Neste CBH residem as situações mais críticas de balanço hídrico da Bacia, sendo que mesmo a agregação de todas as UBs deste Comitê ainda mantém o Risco Total em nível 3, o que exige um sistema de gestão competente. (COHIDRO, 2016)

Essa situação define a RH IX como de zona de insegurança hídrica pela grande variação anual das condições climáticas e hídricas. A quantidade de água que chega na foz do Paraíba do Sul tem amplitude elevada ao longo do



ano. A vazão que chega na estação de Campos dos Goytacazes reflete diretamente a intensidade dos usos da bacia, sendo assim um retrato da “saúde” do rio como um todo.

Se foi prevista uma vazão residual específica, para cada ponto de entrega, em nosso Plano de Bacias, e isso foi pactuado com todos os gestores é um fator preponderante a ser considerado e respeitado, apesar de resoluções contrárias que não tenham observado, embora aprovação desse instrumento ser relativamente recente (dezembro de 2021), sua publicação o coloca em vigor desde então.

Por fim devemos conjecturar que a foz de um rio deve ser preservada, a exemplo também de todas as suas nascentes para que nunca se chegue a um desequilíbrio tal que se venha a perder a capacidade de manter a vida aquática, o abastecimento público das cidades e a preservação dos ecossistemas de um delta com a importância dessa bacia. Mesmo que os usos humanos tenham ultrapassado as disponibilidades hídricas desse rio, o que parece acontecer nesse caso, devemos levar em consideração as prioridades pelos usos múltiplos da água previstas na Lei 9433/1997.

Diante do exposto, solicitamos ao GAOPS que seja encaminhado o aumento da vazão para a calha principal do rio Paraíba do Sul, tendo em vista o quadro demonstrado de perda de vazão ao longo dos anos, sobretudo no período de julho a outubro, onde os efeitos da estiagem são mais severos.



EQUIPE
SALA DE MONITORAMENTO DO CBH-BPSI

Antônio Ednaldo Souza Oliveira (AE)
Engenheiro Florestal e mestre em Desenvolvimento Territorial e Políticas Públicas
Especialista em Recursos Hídrico da AGEVAP
(assinado eletronicamente)

João Gomes Siqueira (JG)
Diretor Administrativo CBHBPSI

João Victor França de Abreu Terra (JV)
Estagiário de Engenharia Ambiental da AGEVAP

Pablo Fernandes (PF)
Estagiário de Geografia da AGEVAP

Campos dos Goytacazes, 01 de setembro de 2024

