

ESCOLA LOURENÇO CASTANHO
PROJETO CIENTÍFICO

O potencial da macrófita *Pistia stratiotes* como filtradora de águas residuárias

Felipe Keutenedjian Zimmermann

Andrea Vasconcellos Crespo (orientadora)

Sérgio Tadeu Meirelles (co-orientador)

São Paulo

Novembro de 2020

RESUMO

Este projeto tem como objetivo principal verificar o potencial filtrador da macrófita *Pistia stratiotes*, como uma possibilidade de contribuição para a despoluição de águas residuárias de córregos urbanos degradados pela atividade humana. Macrófitas são plantas cujas raízes estão dispersas na superfície do corpo d'água e essa propriedade filtradora já é reconhecida para algumas espécies, mas poucos são os estudos que relacionam a *P. stratiotes* a essa possibilidade. No Brasil, mais de 50% da população ainda não tem acesso aos serviços de saneamento básico, segundo a maior o Instituto Trata Brasil; em São Paulo o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) mostrou que, em 2018, apesar de 99,3% da população do município ter acesso ao abastecimento de água potável, 95% dos córregos da cidade encontram-se poluídos, o que motivou o percurso desse estudo. De acordo com a Cetesb (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), entre 48 córregos avaliados na capital, 32 estão com nível de oxigênio por litro de água abaixo do estabelecido por lei, o que evidencia a necessidade de uma solução ecologicamente viável para tentar mitigar o problema da poluição hídrica da cidade de São Paulo decorrente do processo de crescimento intenso, desordenado e de industrialização do último século. O objetivo do projeto se deu através da realização de um experimento que consistiu na coleta de organismos da espécie *Pistia stratiotes*, que contou com um período de aclimatação de 15 dias em duas bacias com água corrente para a recuperação de seus indivíduos. Foram coletados 40 litros de água residuária, que passou apenas pela etapa de gradeamento, obtidos na Estação de Tratamento de Esgoto da Sabesp (ETE - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) de Campos do Jordão e separadas em duas bacias com 20 litros cada uma e a acomodação dessas plantas, além da alíquota sem a presença de plantas utilizada como grupo controle. Foram coletados os valores iniciais de potencial hidrogeniônico (pH), sólidos totais dissolvidos (TDS), turbidez e odor da água residuária logo após sua coleta. Após a acomodação das plantas, os mesmos parâmetros foram retirados das duas bacias diariamente. Os dados foram coletados durante aproximadamente 60 dias e pôde-se observar uma diminuição dos valores de pH, TDS, turbidez e odor, verificando-se uma melhora em relação aos parâmetros iniciais. Diante do potencial filtrador apresentado pela *Pistia stratiotes*, acredita-se que essa pesquisa poderia contribuir em projetos de recuperação de corpos d'água urbanos poluídos, como por exemplo o Programa Córrego Limpo da cidade de São Paulo que prevê a despoluição de córregos que compõem as bacias dos Rios Tietê e Pinheiros, através da realização de ilhas de macrófita. O córrego escolhido para o estudo foi o da Água Podre, pertencente à bacia hidrográfica do córrego do Jaguaré, localizado na zona Oeste da cidade de São Paulo e que apresentou o pior índice dentre todos os córregos da cidade, de acordo com o Índice de Qualidade Água (IQA), segundo avaliação do Instituto SOS Mata Atlântica.

Palavras-chave: Macrófitas. Águas Residuárias. Serviços Ecossistêmicos.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
1.1 Industrialização de São Paulo	5
1.2 Saneamento básico	5
1.2.1 Água residuária	6
1.3 Programa Córrego Limpo	6
1.4. Hidrografia de São Paulo	6
1.4.1 Córrego do Jaguaré	7
1.4.2 Córrego da Água Podre	7
1.5 Serviços ecossistêmicos	8
1.5.2. Macrófitas aquáticas	9
1.5.3. <i>Pistia stratiotes</i>	10
2 METODOLOGIA	12
3 RESULTADOS	13
3.1 Análise do pH	15
3.2 TDS	16
3.3 Odor e turbidez	16
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	18
5 CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida na Terra. Segundo a agência nacional de águas e de saneamento básico (ANA), o Brasil é o país com maior volume de água doce possuindo 12% das reservas mundiais. Porém, ao mesmo tempo, também é um dos países com os maiores índices de poluição aquática no mundo inteiro. O jornal *correio Braziliense*, publicou em março de 2019, uma matéria de um estudo da Fundação SOS Mata Atlântica que concluiu que apenas 6,5% dos rios brasileiros têm boa qualidade da água. Ainda de acordo com esse estudo, em São Paulo, a situação é ainda mais alarmante, com apenas 3% dos rios são limpos, sendo que o IBGE aponta o rio Tietê como o mais poluído do Brasil. Esse descaso com a hidrografia do país traz consequências não apenas ambientais, mas também sociais, uma vez que esses corpos d'água poluídos estão próximos às comunidades locais.

Esses baixos índices ocorrem pela falta de saneamento básico, agrotóxicos e o processo de industrialização. Segundo a maior plataforma virtual sobre saneamento básico, o Instituto Trata Brasil, no Brasil cerca de 100 milhões de brasileiros - o que corresponde a aproximadamente metade da população brasileira - não tem acesso a esse direito, mesmo com a aprovação de uma Lei do Senado, sobre o Projeto de Lei 3.261/2019 que atualiza o marco regulatório de saneamento do país. De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2019, os moradores dos entornos desses locais são pessoas de baixa renda com um menor acesso aos serviços de saneamento básico. Estima-se que esses moradores ganhem salários até 85% menores do que a população com acesso a água, tratamento de esgotos, estando também mais vulneráveis a doenças. Essa falta de saneamento resulta na permanência desse esgoto a céu aberto, contribuindo com a degradação ambiental e social dos habitantes que vivem em torno dessas áreas.

Os córregos poluídos podem se tornar inviáveis à manutenção dos ecossistemas aquáticos, pois com a alta atividade microbiana que utiliza o oxigênio dissolvido na água em seus processos respiratórios, diminui sua concentração e atua como um fator de limitação de crescimento, podendo levar à mortandade dos outros componentes de uma comunidade aquática, como peixes, plantas, invertebrados (CETESB, 2020). Além então, dos danos ecológicos, a poluição dos córregos também pode aumentar o desenvolvimento de substâncias tóxicas causadas pela

1. Lei nº11.445, de 5 de Janeiro de 2007.

decomposição orgânica bacteriana, além da proliferação de agentes patogênicos, ou seja, capazes de causar doenças principalmente à população que mora nos entornos e que estão mais sujeitas à contaminação, expostas por conta do contato frequente com essa água não tratada.

A água contaminada e deixada exposta a céu aberto atrai e permite a proliferação de muitos patógenos como bactérias, transmissoras de doenças como a cólera e diarreia, insetos e animais que transmitem diversas doenças infecto-parasitárias, tais como a dengue, leptospirose, hepatite, febre amarela e etc. Essas enfermidades geram um gasto de mais de R\$2,2 milhões de reais por ano ao Estado em questões de saúde relacionadas à falta de saneamento. Pode-se dizer que, a exposição das comunidades que vivem nos entornos de corpos d'água poluídos pode gerar uma desigualdade sanitária, visto que essas pessoas que são afetadas pela desigualdade social, são as que acabam também impactadas pela falta estrutural e dificuldade de acesso ao sistema de saúde.

Outra questão relacionada aos impactos urbanos é que a limpeza dos córregos, além de lidar diretamente com a saúde lida também com a parte social e de lazer e privação do acesso à cidade, já que os córregos poderiam ser utilizados pelos moradores do seu entorno, como áreas verdes de lazer, promovendo concomitantemente a educação ambiental e conscientização sobre a preservação dos ecossistemas aquáticos na cidade.

Dessa maneira, o Programa Córrego Limpo da cidade de São Paulo nos motivou a procurar uma solução que pude viabilizar a limpeza dos córregos municipais de maneira eficiente com baixa infra-estrutura. Esse programa é uma parceria entre a Sabesp e a Prefeitura de São Paulo que promove a limpeza de diversos córregos pela grande São Paulo. Nosso trabalho poderia contribuir como uma ferramenta de complementação para a colaboração com o programa.

A partir desses problemas, iniciamos um estudo sobre possibilidades para despoluição de corpos d'água, mais especificamente através do uso de macrófitas aquáticas (plantas que vivem em ambientes aquáticos) como possível solução para filtrar as águas residuárias dessas regiões. A partir de estudos feitos previamente descobriu-se a capacidade desse grupo de plantas em filtrar resíduos de água contaminada

Com esse trabalho ansiamos que as macrófitas são boas filtradoras e que desempenham um papel importante na despoluição de córrego de pequeno porte,

1. Lei nº11.445, de 5 de Janeiro de 2007.

promovendo a melhoria da qualidade de vida dos que habitam ao seu entorno. Podendo em caso de sucesso nessa aplicação ser replicada em outros córregos da cidade.

1.1 Industrialização de São Paulo

O Desenvolvimento industrial no Estado de São Paulo se iniciou nas décadas de 1880-1890, por meio dos capitais do café. A partir dessa época a cidade de São Paulo começou a se desenvolver e aumentar seu tamanho e densidade. Começou-se a necessidade de mais espaço. A partir dessa necessidade, os rios foram cobertos cada vez mais. Desde O início do processo de expansão da cidade até hoje, já foram cobertos mais de 300 rios na cidade de São Paulo.

1.2 Saneamento básico

O saneamento básico é a junção dos 4 serviços básicos relacionados às águas: distribuição de água potável, coleta e tratamento de esgoto, drenagem urbana e coleta de resíduos. Esses serviços são essenciais para a manutenção da qualidade dos corpos d'água, da vida e saúde da saúde e são de responsabilidade do Estado de fornecer plenamente. Mesmo assim, no Brasil cerca de mais de 50% da população não tem acesso a esse serviço.

De acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, o objetivo de número 6, que corresponde à água potável e saneamento busca: “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”. Em 2016, a Assembleia Geral da ONU reconheceu o saneamento básico como um direito humano distinto do direito à água potável, buscando chamar a atenção para os mais de 2,5 bilhões de pessoas sem acesso a banheiros e sistemas de esgoto adequados no mundo todo.

A Lei do Saneamento Básico no Brasil foi promulgada em 2007 e estabeleceu as diretrizes de que a União e os Estados são responsáveis por fornecer os recursos necessários para que pudesse ser acessível à toda população.

Mais de uma década depois, entretanto, houve um incremento de apenas 8% na infraestrutura brasileira de coleta de esgoto, tornando o objetivo estabelecido pela ONU e pela própria legislação brasileira mais difícil de ser alcançado.

1.2.1 Água residuária

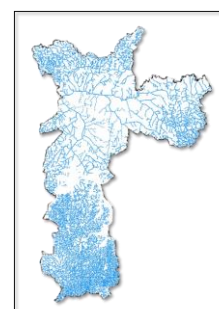
As águas residuárias (ou águas servidas) são o conjunto de águas descartadas resultantes de sua utilização em diferentes processos como resultantes do processo industrial, comercial, urbano (como as chuvas, lavagem de pavimentos) e residencial (HOEK *et al*, 2002). Dessa maneira, as águas residuárias são muito ricas em, matéria orgânica e mineral, assim como alta quantidade de bactérias e outros organismos patogênicos e não patogênicos.

1.3 Programa Córrego Limpo

A cidade de São Paulo tem grande parte de suas áreas úmidas drenadas e aterradas como consequência do processo rápido e desordenado da urbanização e industrialização da cidade, além da poluição que afeta tanto os córregos aterrados quanto aos de céu aberto. O Programa Córrego Limpo é uma parceria entre a Prefeitura de São Paulo junto a Sabesp com o objetivo de limpar vários corpos d'água poluídos espalhados pela cidade de São Paulo. Enquanto a Sabesp é responsável pela execução das obras de prolongamento de redes, coletores e receptores, a Prefeitura é responsável pela realocação das famílias que vivem em áreas de risco, implementa os parques lineares e fiscaliza as ligações de esgotos. Foram limpos mais de 151 cursos de água entre 2007 e 2017, numa cidade que possui mais de 186 bacias hidrográficas. Estima-se que essa iniciativa tenha sido responsável pela interrupção 1600 litros de esgoto por segundo, beneficiando mais de 2,5 milhões de pessoas.

1.4. Hidrografia de São Paulo

No município de São Paulo, há as Bacias Hidrográficas do Paraná e do Atlântico Sudeste, onde existem 287 rios, riachos e pelo menos 300 rios cobertos ou soterrados. Principais rios:



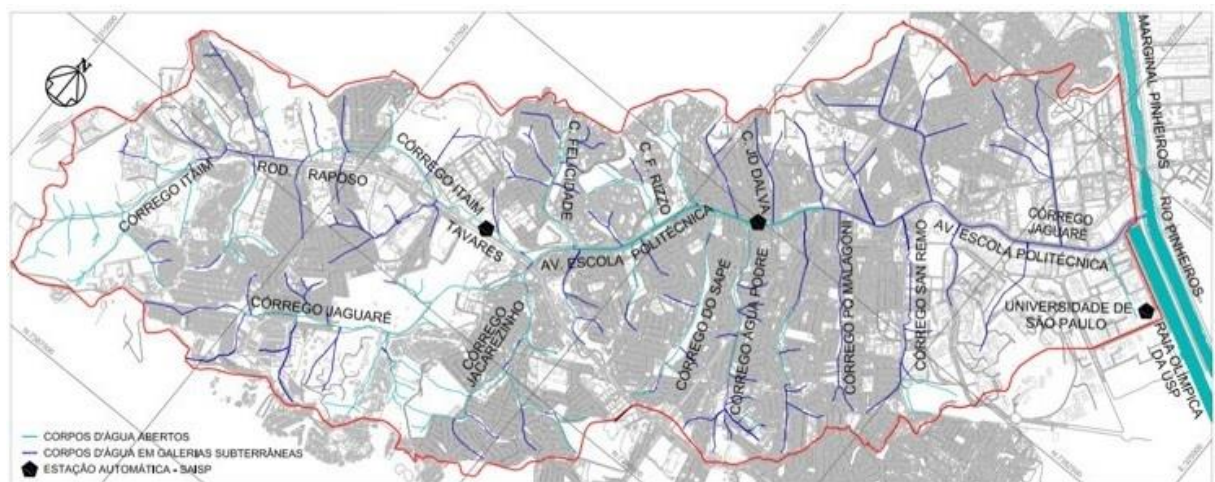
1. Lei nº11.445, de 5 de Janeiro de 2007.

Tietê, Pinheiros, Tamanduateí, Claro, Paraitinga, Jundiaí, Biritiba-Mirim e Taiaçupeba.

Fonte: <https://www.cidadeecultura.com/hidrografia-sao-paulo/>

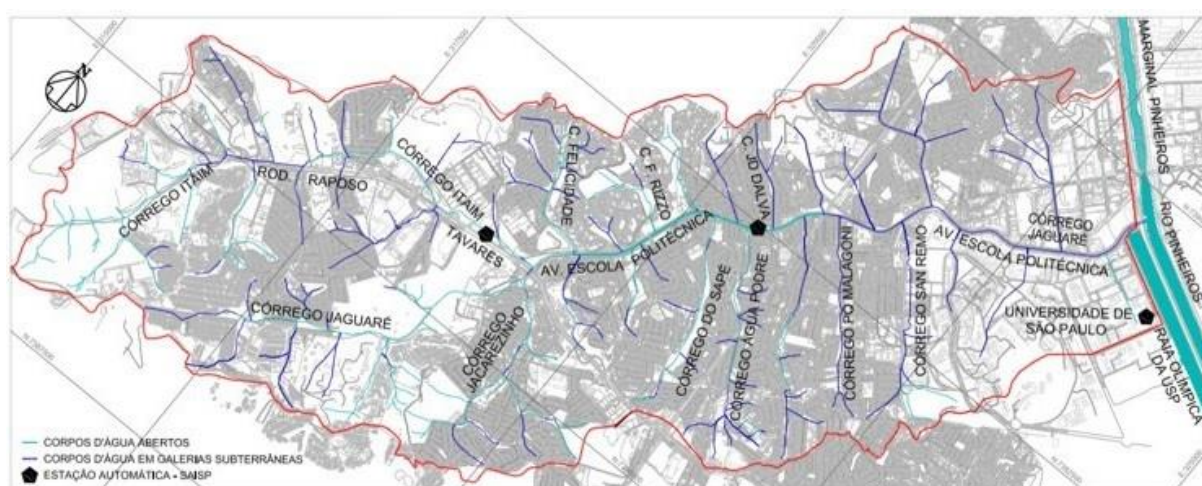
1.4.1 Córrego do Jaguaré

O córrego do Jaguaré, na Zona Oeste da capital, se estende do limite dos municípios de taboão da serra e são paulo até a avenida politécnica, sendo quase que inteiramente canalizado e soterrado. Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), a qualidade do córrego é apontada como péssima.



1.4.2 Córrego da Água Podre

O córrego água podre é um corpo de água poluída afluente do córrego jaguaré. Ele se localiza na avenida escola politécnica e passa por debaixo do ceu butantã. Dos 56 cursos de água avaliados pela fundação SOS Mata Atlântica, quase a metade recebeu a classificação "ruim". O Água Podre foi o único considerado "péssimo", característica a qual nos incentivou a sua escolha como corpo de água a ser limpo.



1.5 Serviços ecossistêmicos

Os serviços ecossistêmicos são os bens e serviços que nós obtemos dos ecossistemas direta ou indiretamente. Eles podem ser de provisão, por fornecerem materiais que podem ser consumidos como por exemplo a água de um rio, óleos, madeira ou uma árvore frutífera. Os serviços de regulação atuam nas condições ambientais naturais a partir das funções regulatórias do clima, qualidade do ar ou absorção de gás carbônico pelas árvores. Também existem os serviços de suporte, ou seja, que são necessários para a formação de outro. Por último, existem os serviços culturais, que podem não serem diretamente lucrativos, mas que são os benefícios resultantes da interação com a natureza e que possuem contribuição social e cultural, como o lazer provenientes dos parques. Nós dependemos inteiramente dos serviços ecossistêmicos, de modo que as tomadas de decisão deveriam considerar o valor de um serviço ambiental como base na preservação dos serviços ecossistêmicos.

É essencial também que não tratemos esses serviços como produtos, eles devem permanecer nas mãos de todos e devemos prezar por sua preservação. Deve-se ressaltar também que cidade é um ecossistema artificial que foi resultado do ecossistema original, e que geralmente foi muito danificado, porém há uma vasta extensão de rios e até algumas florestas. Desse modo, a água é um serviço ecossistêmico que pode ser considerado de todos os tipos, de provisão, suporte, regulação e cultural e que deve ser preservado para que possa promover o

desenvolvimento de outros serviços, como o fornecido pela planta estudada no presente projeto.

1.5.2. Macrófitas aquáticas

As macrófitas consistem em plantas aquáticas que vivem em rios, brejos e outros ambientes aquáticos. São vegetais terrestres que através do processo de seleção natural retornaram do ambiente terrestre ao aquático. Existem cinco tipos principais desse vegetal. O primeiro são as macrófitas flutuantes, em que os vegetais permanecem flutuando sobre a água com as folhas emersas e suas raízes (Figura 3.

Pistia



stratiotes. Fontes: Google imagens)

submersas não enraizadas no sedimento, um exemplo dessa planta e a *Pistia stratiotes* ou alface da água, planta escolhida para o experimento e segundo diversos estudos, como uma da universidade da unesp que nos incentivou a iniciarmos nosso trabalho, estudam potencial de filtragem dessas plantas. O segundo tipo são as emersas, em que suas folhas estão emersas, suas raízes submersas porém enraizadas no sedimento a *Eleocharis calva* e um exemplo desse biotipo.



(<https://swbiodiversity.org/seinet/taxa/index.php?taxon=1904&clid=303900>)

O terceiro são as macrófitas aquáticas com folhas flutuantes, onde as folhas e as raízes estão superficiais contêm espécies como a *nymphaea*. O quarto grupo são as macrófitas aquáticas submersas, que possuem toda sua estrutura e ciclo de vida submersos. O último grupo são as submersas livres, em que estão submersas porém flutuam se prendendo nas outras.

1.5.3. *Pistia stratiotes*

Pistia é uma planta pertencente à família Araceae. No Brasil ela é chamada de erva de santa luzia, repolho da água e alface d'água. Essa planta, muitas vezes torna-

se até uma planta daninha, devido à sua rápida multiplicação. Essa planta é muito utilizada no paisagismo em aquários fontes e lagos. Suas folhas são verde claras e tem uma textura aveludada. Essa alta multiplicação é de grande benefício ao objetivo do trabalho, e por causa desse motivo que a escolhemos como material de pesquisa. A rápida multiplicação auxilia na redução da adaptação da planta.

2 METODOLOGIA

Nosso trabalho envolve o estudo do potencial uso das macrófitas, plantas aquáticas, para filtragem de corpos d'água poluídos. Esse projeto busca contribuir para a melhoria da questão do saneamento básico em São Paulo. Para o desenvolvimento dessa pesquisa realizamos um experimento baseado em um trabalho realizado pela da Universidade Estadual de São Paulo (Unesp), que trata a eficiência de filtragem de macrófitas em águas residuárias.

O experimento foi composto de duas fases, a primeira consistiu em uma aclimação das macrófitas após terem sido coletadas e a segunda no tratamento da água residuária utilizando essa espécie. A aclimação consiste no repouso das plantas em um recipiente durante um período de 15 dias. A segunda fase consiste na alocação das plantas com a água residuária. Primeiramente foram divididas em 2 bacias as plantas e introduzidas com água residuária. A medida que as bacias perdem água por conta da evaporação e transpiração das plantas são cheias com água corrente.

Enquanto as plantas permanecem nas unidades de tratamento são medidos diariamente parâmetros tais como o pH, o TDS, a turbidez e o odor.

Foram coletados aproximadamente 40 litros de água na Estação de tratamento de Esgoto da Sabesp (ETE) da cidade de Campos do Jordão. A amostra foi coletada após a primeira grande filtragem para a retirada dos sólidos. O trabalho vem andando de forma muito aproximada a descrita e com coletas de dados quase todos os dias, apenas não coletamos naqueles que estão chovendo. Ressaltamos também que houveram alguns imprevistos referentes às plantas, na fase de aclimação houve a morte de algumas delas.

3 RESULTADOS

Os dados do potencial hidrogeniônico (pH), sólidos totais dissolvidos (TDS), odor e turbidez foram coletados ao longo de 45 dias e dispostos na tabela abaixo.

Data	Bacia 1				Bacia 2				Controle
	pH	TDS	Turbidez	Odor	pH	TDS	Turbidez	Odor	
16/08/2020	8,8	264	4	4	9,3	252	4	4	PH=10 TDS=260
17/08/2020	8	342	4	4	8,6	298	4	4	
18/08/2020	8,3	317	3	4	9	281	3	4	
19/08/2020	9,3	298	3	3	10,3	210	3	3	
20/08/2020									
21/08/2020									
22/08/2020	8,2	251	2	0	9,6	202	2	0	
23/08/2020	9,2	268	2	0	10,6	262	2	0	
24/08/2020	10,5	304	1	0	10,6	340	1	0	
25/08/2020	10,9	326	1	0	11	347	1	0	
26/08/2020	11,1	342	1	0	11,1	314	1	0	
27/08/2020									
28/08/2020									
29/08/2020	10,2	206	1	0	10,5	171	1	0	
30/08/2020	10,6	252	1	0	10,9	239	1	0	

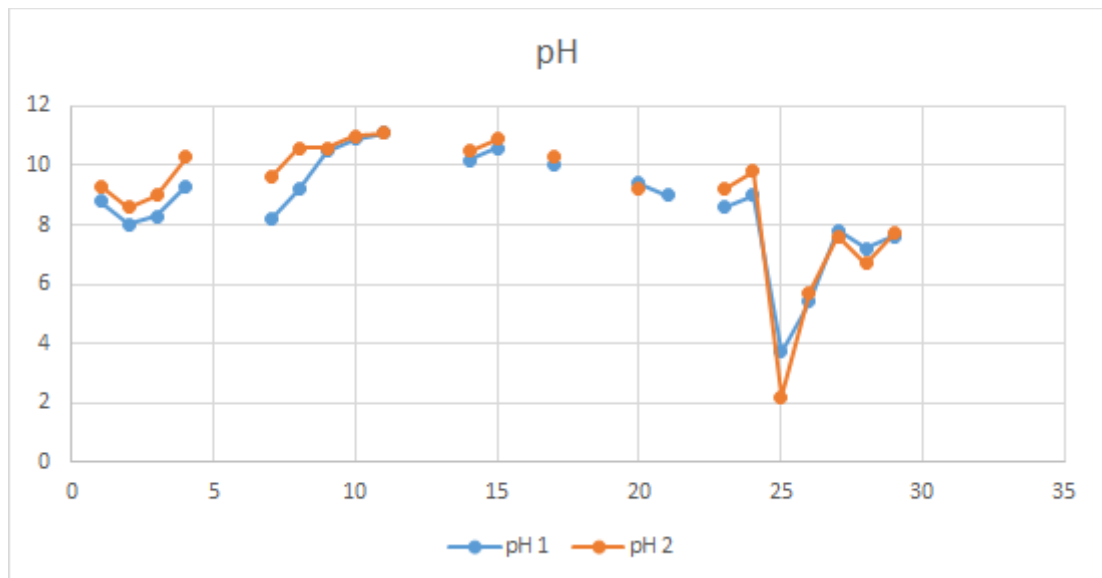
31/09/2020									
01/09/2020	10	241	1	0	10,3	223	1	0	
02/09/2020									
03/09/2020									
04/09/2020	9,4	232	1	0	9,2	218	1	0	
05/09/2020	9								
06/09/2020									
08/09/2020	8,6	272	1	0	9,2	150	1	0	
09/09/2020	9	150	1	0	9,8	218	1	0	
10/09/2020	3,7	227	1	0	2,2	171	1	0	
11/09/2020	5,4	160	1	0	5,7	230	1	0	
12/09/2020	7,8	215	1	0	7,6	215	1	0	
13/09/2020	7,2	181	1	0	6,7	238	1	0	
14/09/2020	7,6	215	1	0	7,7	261	1	0	PH=10 TDS=200

Primeiramente é importante relembrarmos sobre o que é PH e TDS. O PH é uma escala que tem o objetivo de medir o nível de acidez de uma solução aquosa. O nível 0 na escala seria muito ácido, 7 seria neutro (o valor de uma água alcalina) e 14 muito básico. O TDS total de sólidos dissolvidos tem o intuito de analisar a quantidade de minerais e sais que uma solução aquosa contém. Valores que se aproximam de zero se aproximam de uma água alcalina, os valores mais distantes de zero de uma água tóxica. Ao longo do período de experimentação o pH e o TDS sofreram alterações significativas, além da cor, composição sólida e odor que mudaram

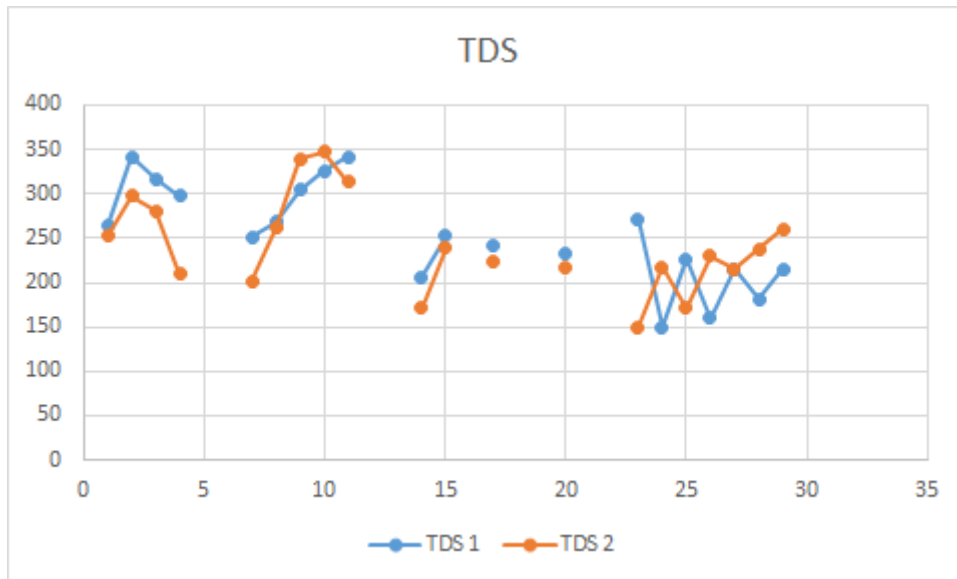
completamente. No começo houve um aumento no valor de ambos os primeiros parâmetros, porém no decorrer das últimas coletas observa-se uma redução de seus valores. A cor da água perdeu sua coloração cinza, mas recebeu uma acumulação fina de sólidos na superfície de tom esverdeado, que acreditamos ter sido resultante da atividade de algas e uma leve eutrofização da água. Após três semanas a camada verde superficial reduziu.

O odor e a turbidez foram medidos arbitrariamente numa escala de 0 a 5 em ambas as bacias. Os resultados obtidos mostram que eles mudaram completamente, antes ele era muito forte e azedo. decorridos os 45 dias se tornou quase imperceptível. A composição da água foi o que mais mudou, antes percebia-se um acúmulo de dejetos de cor amarronzada no fundo das bacias, e com o decorrer do tempo esse material sumiu completamente.

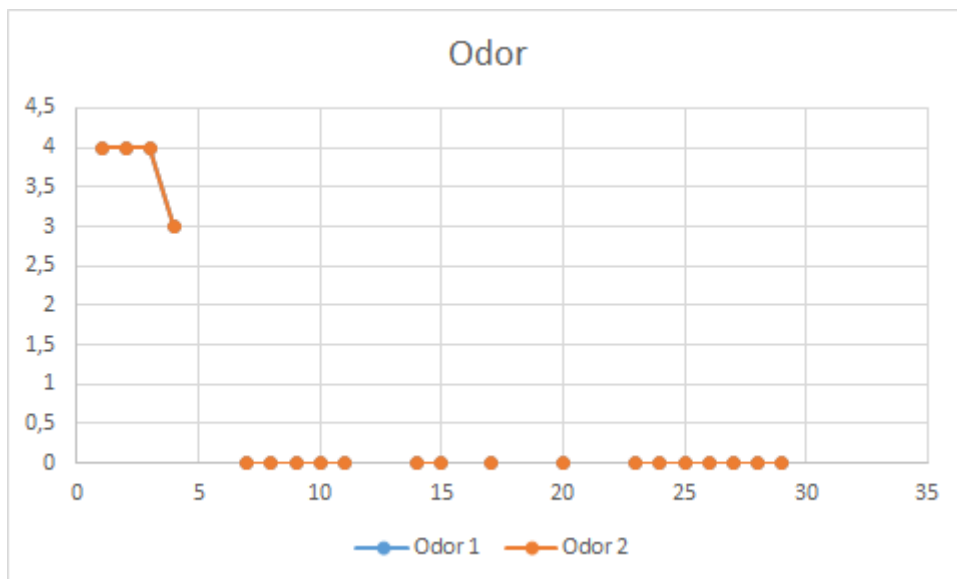
3.1 Análise do pH

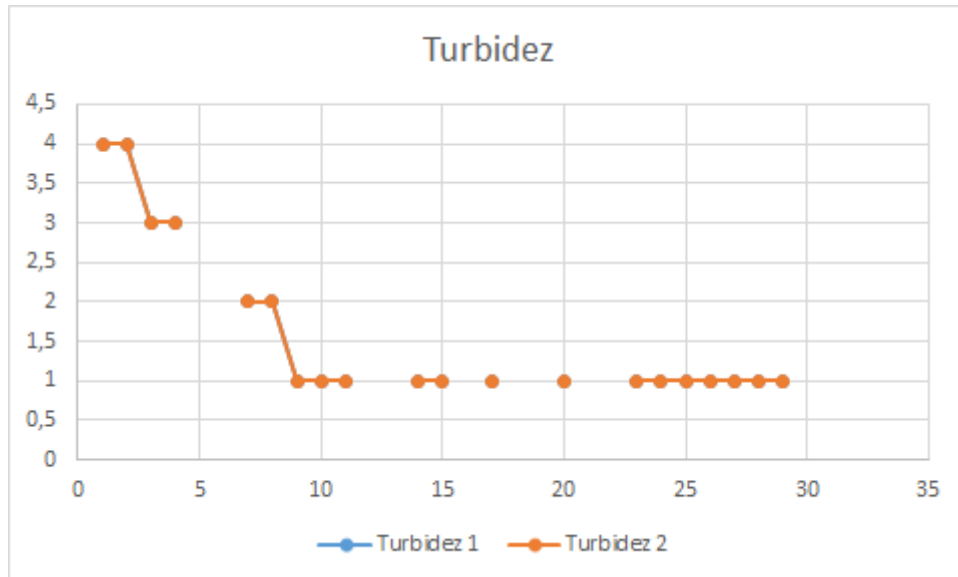


3.2 TDS



3.3 Odor e turbidez





Primeiramente deve-se analisar o primeiro gráfico, que se refere ao PH das bacias. De início, no primeiro dia, ambas as bacias registraram valores altos de PH, entre 8,8 e 9,3, com uma variação entre as bacias de quase um ponto. Pelos próximos 15 dias os valores de PH sofreram de um crescente aumento de valores que em seu pico alcançou em ambas as bacias valores de 11,1. Esse aumento decorreu de uma aclimação das plantas no local. Logo após o aumento dos valores, após o décimo quinto dia, ambas as bacias iniciaram um processo de redução do valor de PH, chegando no final a valores de 7,6 e 7,7.

Seguidamente, analisa-se o segundo gráfico, que se refere aos valores de TDS. De início no primeiro dia as bacias apresentavam valores altos de TDS sendo uma de 252 e a outra de 264. Pelos próximos 12 dias ambas as bacias sofreram de um aumento em que chegaram a valores de 342 e 314. Nesse processo de ascensão dos valores houve uma recaída no dia 5 onde os valores chegaram a 206 e 171. Após o 12 dia, os valores começaram a descer chegando no final a valores de 215 e 261.

Finalmente analisa-se o terceiro e quarto gráficos, que são referentes a odor e turbidez da água. Ambos tiveram uma trajetória muito parecida e tiveram valores iguais nas bacias. De início ambos tiveram valores altos de 4. Pelos próximos 10 dias ambos os gráficos sofreram uma drástica queda e tiveram valores de odor 0 e turbidez 1. Após atingirem esses valores permaneceram com estes até o final da coleta de dados.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir dos dados obtidos através do experimento realizado, acreditamos que as macrófitas apresentam sim um potencial filtrador. Houve grandes reduções dos valores de pH e TDS, conjuntamente com os níveis de odor e turbidez da água. Em relação aos valores de pH e TDS, é possível perceber que durante os primeiros dias houve um aumento, mas acreditamos que seja pelo período de aclimação das plantas. Dessa forma, devemos lembrar que esse potencial filtrador pode ser de grande benefício e contribuição para projetos de despoluição dos córregos já existentes. No processo de filtração executado pelas macrófitas retém muito da matéria filtrada em suas raízes e corpo o'que enfatiza que é necessário a retirada dessas plantas da água depois de um certo tempo. Há estudos que associam essa matéria que resta nas macrófitas com a produção de biogás, então, essas plantas além de terem um potencial filtrador há um possível potencial de produção de energia.

5 CONCLUSÃO

O sistema de saneamento no Brasil não cumpre sua função corretamente, e isso se reflete também na cidade de São Paulo. Este não cumpre seu papel de limpar e reutilizar as águas de maneira correta. Essa incompetência desse sistema causa o esgoto a céu aberto, e a poluição de milhares de rios. Na cidade de São paulo apenas 3% dos seus rios são limpos. Oque causa um grande problema a população e ecossistema da cidade. Visto esse grave problema é necessário que haja uma solução economicamente e ecológica para mitigar esse problema. Visto isso, esse trabalho é um estudo de uma possível solução para a recuperação do ecossistema aquático da cidade de são paulo. Durante todo esse estudo, analisamos a capacidade filtradora das raízes de uma macrófita chamada de *pistia stratiotes*. E a partir da análise dos resultados concluímos que esta apresenta uma notável capacidade filtradora, aproximando os valores de PH, TDS, odor e turbidez de uma água residuária ao de uma água alcalina, provando sua capacidade de filtrar resíduos da água. Nosso objetivo com o trabalho é utilizar esse potencial filtrador para a limpeza dos corpos d'água poluídos da cidade de São Paulo, mais especificamente de um chamado de água podre. As macrofitas ao filtrarem a água, retém muitos elementos tóxicos em seu corpo, o'que demanda sua retirada da água. Visto isso também há estudos que analisam a utilização dessas macrófitas com os materiais tóxicos para a produção de biogás, o'que se mostra como uma boa contribuição ecológica para o problema de energia

REFERÊNCIAS

ALENCAR, J.C. Bacias hidrográficas urbanizadas: renaturalização, revitalização e recuperação. Um estudo da bacia do Jaguaré. São Paulo, 2017.

ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em junho 2020

BOEHM, C. Água é considerada boa em apenas 6,5% dos rios da Mata Atlântica. Agência Brasil, São Paulo, 22 de março de 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-03/agua-e-considerada-boa-em-apenas-65-dos-rios-da-mata-atlantica>>. Acesso em agosto 2020

<https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/oxigenio-dissolvido/>

MAURICIO, Tales. Só 3% dos rios de São Paulo estão limpos. CBN, São Paulo, 30 de agosto de 2018. Disponível em: <<https://cbn.globoradio.globo.com/media/audio/209597/so-3-dos-rios-de-sao-paulo-estao-limos.htm>>. Acesso em setembro 2020

POTT, V.J; P. A. Potencial de uso de plantas aquáticas na despoluição da água. Embrapa. Campo Grande, MS. 2002.

ONU. Assembleia geral das Nações Unidas, janeiro de 2016. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/assembleia-geral-da-onu-reconhece-saneamento-como-direito-humano-distinto-do-direito-a-agua-potavel/>>. Acesso em 5 de setembro de 2020.

[http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm#:~:text=Estabelece%20diretrizes%20nacionais%20para%20o,1978%3B%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs.)

[2010/2007/lei/l11445.htm#:~:text=Estabelece%20diretrizes%20nacionais%20para%20o,1978%3B%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs.](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm#:~:text=Estabelece%20diretrizes%20nacionais%20para%20o,1978%3B%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs.)

SABESP. Programa Córrego Limpo. Prefeitura de São Paulo. 2007. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=116>> . Acesso em

VAN DER HOEK, W.; HASSAN, U.M.; ENSINK, J.H.J.; FEENSTRA, S.; RASCHID-SALLY, L.; MUNIR, S.; ASLAM, R.; ALIM, N.; HUSSAIN, R.; MATSUNO, Y. Urban wastewater: a valuable resource for agriculture. A case study from Horoonabad, Pakistan. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2002.