

Avaliação da planta de paisagismo *Spathiphyllum wallisii* em fitorremediação de águas residuárias

Luiza de Abreu Pereira Piermatei*, Ângela Leão Andrade, Vera Lúcia de Miranda Guarda

Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG
luiza.piermatei@gmail.com

Resumo

A água é considerada um Direito Humano, tanto para consumo como em nível de saneamento. Com o intuito de verificar o potencial de fitorremediação da planta usada em paisagismo *Spathiphyllum wallisii*, amostras de água foram coletadas no Córrego dos Contos, um manancial situado dentro do município de Ouro Preto – MG, o qual recebe lançamento de efluentes domésticos. No período entre maio e junho de 2018, duas campanhas de amostragem foram realizadas e as amostras de águas coletadas em três pontos do Córrego dos Contos passaram pelo procedimento de fitorremediação usando *S. wallisii*. O potencial fitorremediador foi avaliado por parâmetros físico-químicos como pH, turbidez, nitrito, nitrato, fosfatos, cloretos, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO). Também foi aplicado o Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em Trechos de Bacias Hidrográficas, o qual aborda determinadas variáveis relacionadas à degradação ambiental da região, e como é a situação geral nos pontos de aplicação. A relação DQO/DBO indicada pelos resultados teve valor obtido abaixo de 2,5, o que significa que um tratamento biológico tem grandes chances de obter sucesso, o que justifica o uso da fitorremediação. O estudo demonstrou que a planta *S. wallisii* apresenta potencial para fitorremediação e sugere que o trabalho seja continuado, utilizando a planta *in locus*, pois além do aspecto fitorremediador a mesma pode contribuir para uma melhoria da qualidade do entorno.

Palavras-chave: fitorremediação, águas residuárias, *Spathiphyllum wallisii*.

Evaluation of the landscape plant *Spathiphyllum wallisii* in residue water phytoremediation

Abstract

Water is considered a Human Right for both consumption and sanitation. In order to verify the phytoremediation potential of the plant used in *Spathiphyllum wallisii* landscaping, water samples were collected at Córrego dos Contos, a spring located within the municipality of Ouro Preto - MG, which receives domestic effluents. In the period between May and June 2018, two sampling campaigns were carried out and samples of water collected at three points in the Congos stream were submitted to phytoremediation using *S. wallisii*. The phytoremediation potential was evaluated by physico-chemical parameters such as pH, turbidity, nitrite, nitrate, phosphates, chlorides, biochemical oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD). The Protocol for the Rapid Assessment of Habitat Diversity in Watershed Areas has also been applied, which addresses certain variables related to environmental degradation in the region, and how the general situation is at the points of application. The COD / BOD ratio indicated by the results had a value obtained below 2.5, which means that a biological treatment has great chances of success, which justifies the use of phytoremediation. The study demonstrated that the *S. wallisii* plant presents potential

for phytoremediation and suggests that the work be continued using the plant in locus, because in addition to the phytoremediation aspect it can contribute to an improvement of the quality of the environment.

Key words: phytoremediation, wastewater, *Spathiphyllum wallisii*.

Evaluación de la planta de paisajismo *Spathiphyllum wallisii* en fitorremediación de aguas residuarias

Resumen

El agua se considera un Derecho Humano, tanto para el consumo como a nivel de saneamiento. Con el fin de verificar el potencial de fitorremediación de la planta usada en paisajismo *Spathiphyllum wallisii*, muestras de agua fueron recolectadas en el Corriente de los Cuentos, un manantial situado dentro del municipio de Ouro Preto - MG, el cual recibe el lanzamiento de efluentes domésticos. En el período entre mayo y junio de 2018, se realizaron dos campañas de muestreo y las muestras de aguas recogidas en tres puntos del Corriente de los Cuentos pasaron por el procedimiento de fitorremediación usando *S. wallisii*. El potencial fitorremediador fue evaluado por parámetros físico-químicos como pH, turbidez, nitrito, nitrato, fosfatos, cloruros, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO). También se aplicó el Protocolo de Evaluación Rápida de la Diversidad de Hábitats en extractos de cuencas hidrográficas, que aborda determinadas variables relacionadas con la degradación ambiental de la región, y cómo es la situación general en los puntos de aplicación. La relación DQO / DBO indicada por los resultados tuvo valor obtenido por debajo de 2,5, lo que significa que un tratamiento biológico tiene grandes posibilidades de éxito, lo que justifica el uso de la fitorremediación. El estudio demostró que la planta *S. wallisii* presenta potencial para fitorremediación y sugiere que el trabajo sea continuado, utilizando la planta in locus, pues además del aspecto fitorremediador la misma puede contribuir para una mejora de la calidad del entorno.

Palabras clave: fitorremediación, aguas residuales, *Spathiphyllum wallisii*.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de grande relevância, uma vez que é necessária a todos os seres vivos, assim como para a maioria dos meios de produção. Sua disponibilidade indica que ela deverá estar presente não só em quantidade, mas também que sua qualidade seja apropriada para prover as necessidades de todo indivíduo (MEYBECK et al, 1996).

Apesar de ser um bem importantíssimo, o crescimento populacional levou a uma crescente contaminação dos recursos hídricos. Essa contaminação é causada por diversas fontes, dentre as quais se destacam os efluentes domésticos e industriais, e a carga difusa urbana e agrícola, que vem comprometendo o uso desses recursos para os seus diversos fins. De todas essas fontes, a poluição por efluentes domésticos e industriais é uma das maiores causas da redução na qualidade da água, aumentando os custos de tratamento para consumo humano (FIGUEIRÊDO, 2008).

Em uma tentativa de melhorar esse cenário, o governo tem sancionado leis, como a resolução CONAMA 357/2005, que estabelece as condições que os cursos d'água devem apresentar para serem considerados de boa qualidade, apresentando os parâmetros de qualidade e seus limites. Esses dados são utilizados para enquadrar-los em classes variadas (BRASIL, 2005).

O Índice de Qualidade das Águas – IQA, também é utilizado para observar e estudar a qualidade da água. Segundo Sperling (2005), o IQA é único e global. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), a elaboração deste índice surgiu para avaliar a qualidade da água bruta tendo em vista o seu uso para o abastecimento público, após a realização do devido tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são, em sua maioria, indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. Tal índice trata de nove parâmetros biológicos e físico-químicos, como oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrato, fosfato, temperatura, turbidez e sólidos totais (Portal da Qualidade das Águas, ANA, 2018).

Várias técnicas têm sido testadas para diminuir a poluição das águas. Uma delas é a remediação, que consiste em abolir a contaminação por meio de uma atividade de custo aceitável, de modo que pondere os impactos ambientais, econômicos, sociais e culturais na retirada, neutralização ou diminuição dos níveis de contaminantes, sem que esta prática perturbe o modo de vida de organismos vivos. A biorremediação é baseada em um processo tecnológico de remoção da poluição e restauração da qualidade ambiental através da degradação dos poluentes utilizando organismos, tais como plantas, bactérias e fungos (SPÓSITO, 2004). Quando plantas e algas são utilizadas, esta técnica é denominada fitorremediação, que corresponde a uma das tecnologias de baixo custo para tratamento em cursos d'água e solos contaminados. Essa tecnologia se adapta melhor em ambientes cuja contaminação se caracterize como dispersa e com baixas concentrações de seus poluentes.

Esse trabalho teve por objetivo principal verificar o emprego de *Spathiphyllum wallisii* em fitorremediação na água do Córrego dos Contos, que se situa na cidade de Ouro Preto, MG. Para isso, amostras da água do Córrego foram coletadas e analisadas, antes e após as mesmas serem colocadas em presença de mudas dessa planta. As plantas ficaram dentro da água por sete dias, em condições naturais, ou seja, ao ar livre e à sombra. Os parâmetros avaliados foram: pH, turbidez, cloretos, fosfatos, nitrito, nitrato, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO).

METODOLOGIA

Material e Métodos

A água foi coletada entre maio e junho de 2018, em duas campanhas de amostragem. Nessas campanhas, as amostras foram retiradas em três pontos do Córrego dos Contos, um, dentro do Horto Parque dos Contos, e as outras duas, após o Parque, sendo que, o segundo ponto se localizou sob uma pequena ponte próxima ao Centro de Convenções, situado próximo às repúblicas estudantis, e, o último, situa-se em frente ao Centro de Convenções. Neste local é possível visualizar, inclusive, canos de metal para lançamento de efluente sanitário no Córrego em questão. Foram recolhidos 3 litros de amostras por ponto selecionado, coletadas em frascos de polietileno de aproximadamente 1000 mL. Logo após a coleta, os frascos foram fechados e etiquetados com identificações, e armazenados em caixa térmicas até serem transportados para o Laboratório de Qualidade de Águas – LaQuA, Escola de Farmácia, Centro Histórico. Na água retirada de cada ponto de coleta foram colocadas mudas de *Spathifillum wallisii*. Elas foram mantidas a temperatura ambiente, em local com luz indireta. As análises na água foram feitas antes de se colocar a planta, e após 7 dias após as plantas serem colocadas, em triplicata. Todos os dias a água foi oxigenada por cerca de 10 minutos.

A planta utilizada foi a paisagística, *Spatiphyllum wallisii* Regel. Uma amostra dela foi herborizada, com auxílio de prensa e jornal, levado a estufa com temperatura e tempo de secagem apropriados, seguindo-se a montagem da exsicata. Ela foi identificada como sendo da família Aracae, da espécie *Spatiphyllum wallisii* Regel. Após a identificação, as exsicatas foram incorporadas ao herbário professor José Badini, localizado na Universidade Federal de Ouro Preto.

Foram aplicados dois protocolos para avaliar a situação em que se encontravam os pontos de coleta deste trabalho. Ambos os protocolos se baseam no “Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em Trechos de Bacias Hidrográficas”, sendo o primeiro modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S. EPA, 1987) e, o segundo, modificado de Hannaford et. al (1997).

Desta forma, foram analisados diversos fatores, como erosão nas margens, odor, transparência da água, dentre outros. A pontuação para o primeiro protocolo pode ser explicada da seguinte forma: para um determinado parâmetro, se a pontuação obtida for de 4 pontos, significa que a situação do corpo d’água se encontra mais próxima da

natural. Caso a pontuação dada seja equivalente a 2 ou 0, a situação daquele ponto corresponde a leve ou rigorosamente alterada, respectivamente.

No segundo protocolo, uma pontuação de 5 pontos significa que a situação do corpo d'água se encontra mais próxima da natural. Caso a pontuação dada seja de 3, 2 ou 0 pontos, a situação daquele ponto corresponde a leve ou rigorosamente alterada.

Caracterização físico-química

Os parâmetros DBO, DQO, pH, turbidez, nitrito, nitrato, fósforo e cloretos foram determinados de acordo com os procedimentos operacionais padrão. O procedimento da determinação da DQO foi validado também de acordo com MEDEIROS, M. A. C. et al., (2006), Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP e os demais procedimentos foram padronizados no Laboratório de Qualidade de Águas – LaQuA, Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, e descritos em PEREIRA, SILVA, GUARDA, 2003.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No caso do município de Ouro Preto, a carência de um planejamento urbano adequado, de políticas de gestão e de estação de tratamento do esgoto faz com que o lançamento de efluentes sem tratamento seja realizado diretamente nos rios e córregos, tornando-os poluídos. Um exemplo disso é o Córrego dos Contos, localizado no Centro Histórico de Ouro Preto-MG. Uma parte do Córrego situa-se dentro do Parque Vale dos Contos, local que já foi Horto Botânico de Vila Rica. Em determinados pontos, o curso d'água possui algumas particularidades, como mudança na cor e odor marcante, sendo que o lançamento do esgoto é observado em toda a sua extensão. Nesse contexto, os recursos hídricos tornam-se impróprios para o consumo humano e para várias outras atividades, além de sujeitar a população ao risco de doenças transmitidas pela água, intervindo na qualidade de vida da população ouropretana.

Como uma opção viável para minimizar esse problema, nesse trabalho foi proposto colocar a planta *Spathiphyllum wallisii* em contato com amostra de água, de três pontos diferentes do Córrego dos Contos, em uma tentativa tornar a água menos poluída. Esse tratamento biológico de fitorremediação foi proposto por ter uma metodologia de tratamento de águas mais naturais, de simples execução e valor acessível. A escolha dessa planta foi por ela ser conhecida como capaz de limpar o ar de muitos contaminantes ambientais, como benzeno, formaldeído e outros poluentes; viver

melhor na sombra e precisar de pouca luz solar para prosperar (KAKOEI e SALEHI, 2013).

Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats

Com o intuito de obter uma visão geral sobre a qualidade das águas do Córrego dos Contos aplicou-se o protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats nos três pontos de amostragem do trabalho (Quadro 1).

Quadro 1: Protocolo de Trecho de Bacia – Córrego dos Contos

Parâmetros	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
1	4	0	0
2	2	4	4
3	2	2	2
4	4	4	4
5	4	2	2
6	4	4	4
7	4	4	2
8	4	4	4
9	4	4	4
10	4	4	2
11	5	5	3
12	2	3	0
13	2	3	0
14	0	2	0
15	3	5	2
16	3	3	0
17	3	3	3
18	3	3	2
19	5	0	0
20	3	3	3
21	3	0	0
22	5	2	0
Total	73	64	41

Para um determinado parâmetro, a menor pontuação significa que a condição naquele ponto está rigorosamente alterada, ou seja, mais distante da situação natural. É importante enfatizar a localização dos pontos amostrados, dos quais apenas o ponto 1 situa-se do Parque do Horto dos Contos, enquanto que os demais se localizam fora do mesmo.

Portanto, o ponto de amostragem que se enquadra como situação alterada, por apresentar a menor somatória de pontos, é o ponto 3, situado fora do Parque Horto dos

Contos. Isso era esperado porque esse ponto recebe diretamente efluentes domésticos. Por sua vez, o ponto de coleta que se encontra em situação natural, por apresentar maior somatória de pontos, é o ponto 1, localizado dentro do Parque Horto dos Contos.

Desenvolvimento da *Spatiphyllum wallisii*

No dia da amostragem foram feitas análises físico-químicas na água, para saber como ela estava antes do contato com a planta *S. wallisii*.

No dia seguinte à primeira amostragem, em 19/05, retirou-se a *S. wallisii* dos vasos em que foi cultivada, separou-a da terra e a colocou em frascos de vidro contendo 500 mL da água dos pontos de coleta. Depois de decorridos sete dias, retirou-se esta água para as análises físico-químicas e para que a planta não sofresse consequências, completou-se o volume para 500 mL com água retirada da torneira.

A segunda amostragem foi realizada em 11/06, seguindo a mesma metodologia da primeira. O desenvolvimento da planta, desde 19/05, está mostrado nas Figuras 1 e 2.

Figura 1: *S. wallisii* na água coletada na primeira amostragem, nos tempos 0, 5, 10 e 17 dias, após a imersão da planta



Figura 2: *S. wallisii* com água coletada na segunda amostragem, nos tempos 0, 2, 7 e 9 dias após a imersão da planta

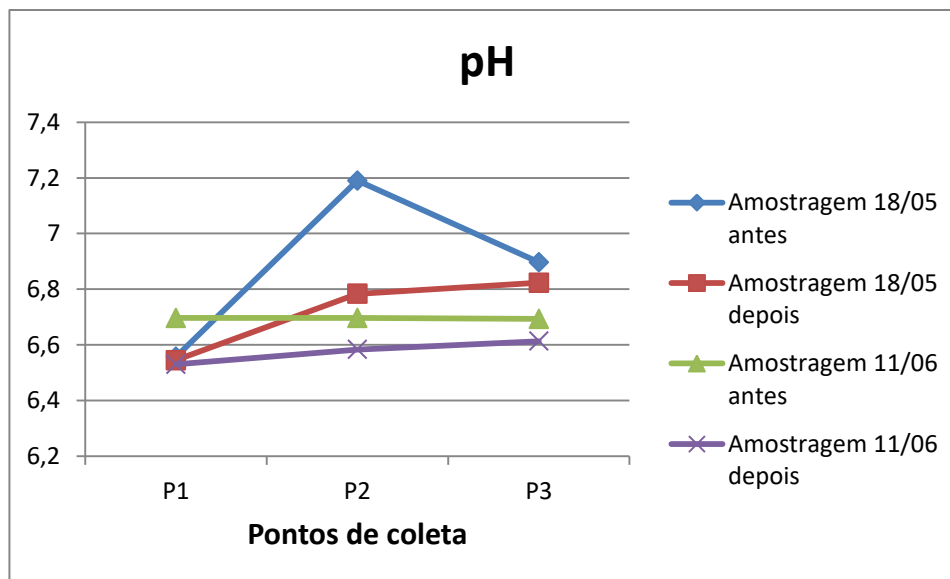


Resultados comparativos dos parâmetros químicos de Qualidade da Água, antes e após o processo de fitorremediação por *S. wallisii*

Potencial Hidrogeniônico (pH)

Segundo a Resolução CONAMA n° 357/2005, os valores de pH devem estar inseridos no intervalo correspondente entre 6,0 a 9,0. Os valores médios encontrados, conforme é apresentado no Gráfico 1, indicam que mesmo após a realização do procedimento de fitorremediação, o pH não sofreu variações expressivas. Os valores de pH estão dentro dos valores esperados.

Gráfico 1: Valores médios de pH, em duas amostragens

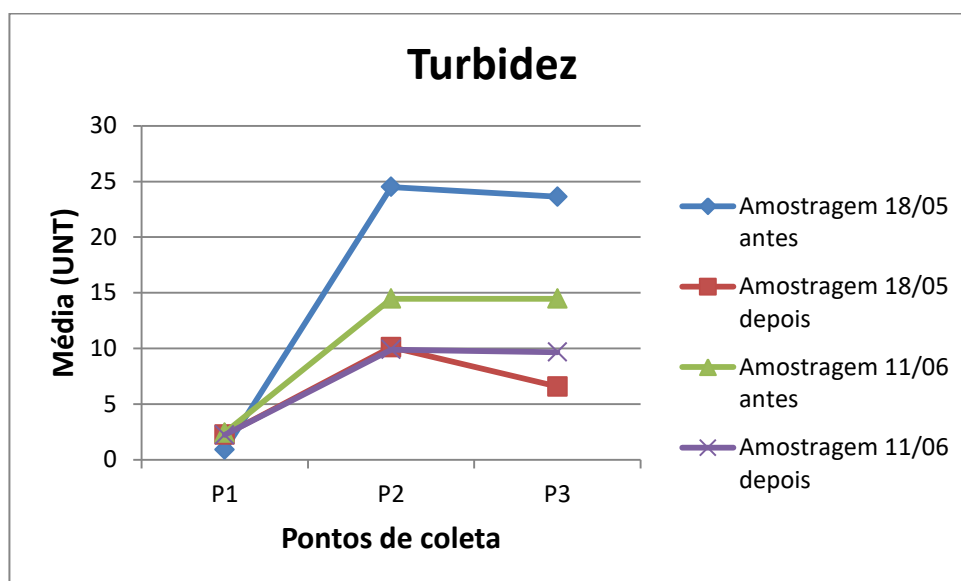


Turbidez

Os valores médios de turbidez variaram entre 2,23 a 14,44 UNT (unidade nefelométrica de turbidez) dependendo do ponto de coleta, na primeira amostragem, e de 0,90 no ponto 1 a 24,50 no ponto 3 na segunda amostragem, antes e após passar pelo processo de fitorremediação, como pode ser observado no Gráfico 2. Pode-se afirmar que estes dados obedecem aos limites especificados pela Resolução CONAMA 357/2005, o qual equivale a 100 UNT. No entanto, o ponto 1 apresentou uma turbidez menor, quando comparada à turbidez do ponto 3. Vale lembrar que no ponto de amostragem 1, o córrego se encontra dentro do Horto dos Contos, enquanto que os outros dois pontos se localizam fora deste, e dentro do Horto há uma rede coletora de esgoto.

A diminuição deste parâmetro após a fitorremediação, evidenciada acima, após o período de sete dias em que a *S. wallisii* permaneceu dentro da água demonstra o potencial desta planta na redução da turbidez. Como a poluição é aparentemente originária de esgoto *in natura*, a planta retira do mesmo o seu nutriente.

Gráfico 2: Valores médios de turbidez em UNT



Nitrogênios de Nitrato e Nitrito

Os resultados obtidos para a determinação de nitrogênio de nitrato e de nitrito estão apresentados nos Gráficos 3 e 4, respectivamente, antes e após passar pelo processo de fitorremediação.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, os valores permitidos para estes parâmetros são 10,0 mg/L e 1,0 mg/L de nitrogênios nitrato e de nitrito, respectivamente. Os valores médios para os dois parâmetros apresentam-se abaixo de seus limites especificados pela CONAMA 357/2005, (Gráficos 3 e 4).

Analisando por pontos de amostragem, é notória a diferença de concentrações médias entre o primeiro ponto e os demais, antes da fitorremediação. Uma justificativa para tal resultado se baseia no fato de que são lançados efluentes domésticos próximos aos pontos 2 e 3.

Gráfico 3: Valores de Nitrogênio de nitrato (mg/L)

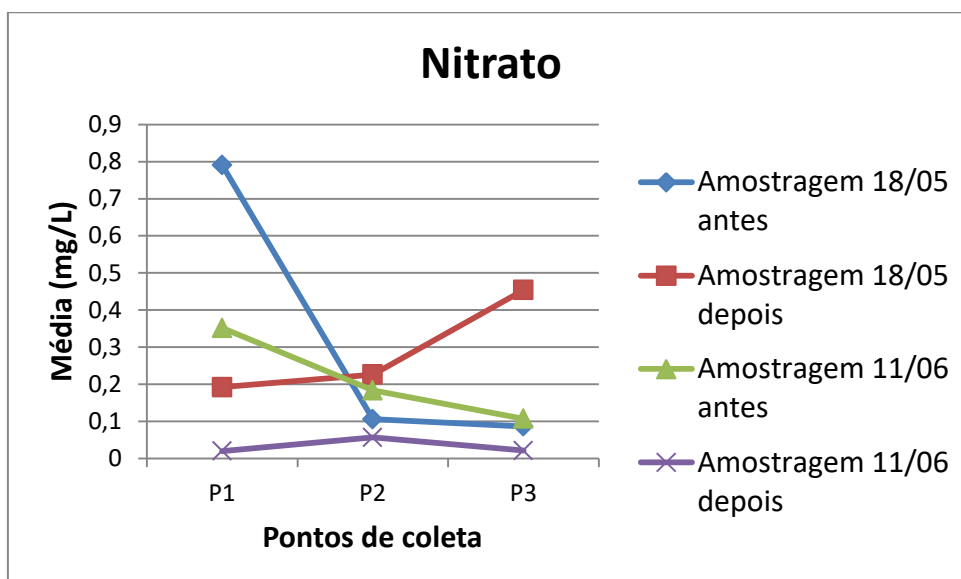
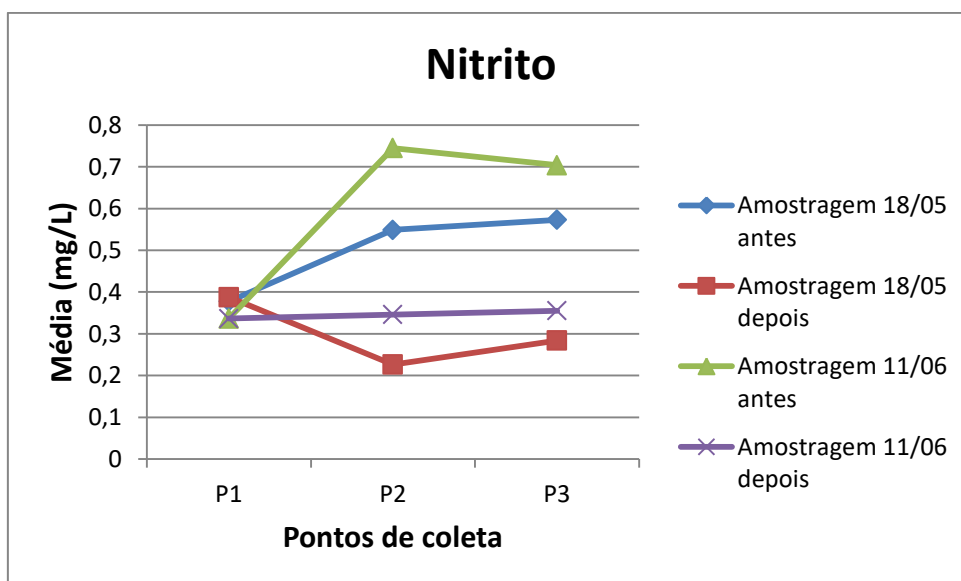


Gráfico 4: Valores de Nitrogênio de nitrito (mg/L)



Nota-se que as concentrações médias de nitrato na água nas duas amostragens (em maio e junho), eram mais altas antes do processo de fitorremediação, em comparação com os valores médios de concentrações do mesmo parâmetro após passar pelo período de sete dias em contato com a planta.

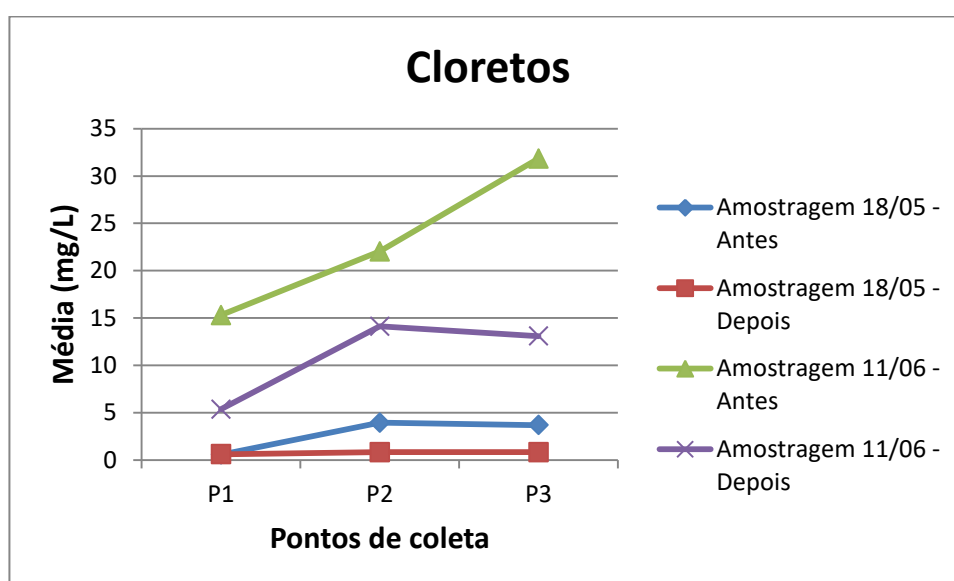
Tratando-se de valores médios de concentrações, quando estes são acima de 0,2 mg/L de NO_3^- , ocorre o processo de proliferação de plantas. Em lagos, isto afeta o nível de oxigênio dissolvido, a temperatura e a passagem de luz. Além disto, o aumento de cargas e nutrientes nas águas, ocasionado pela urbanização e remoção de florestas, favorece o processo de eutrofização, cuja principal consequência é floração de algas

tóxicas. A quantidade natural de nitrato em águas superficiais de modo geral é baixa (<1mg/L) (Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2018).

Cloretos

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, os valores limites da concentração de cloretos é de 250 mg/L. Os valores médios para este parâmetro, no presente estudo, apresentam-se dentro do permitido, uma vez que o valor máximo encontrado é em torno de 35 mg/L, segundo dados apresentados no Gráfico 5.

Gráfico 5: Valores médios de Cloretos, em ambas as campanhas (mg/L)



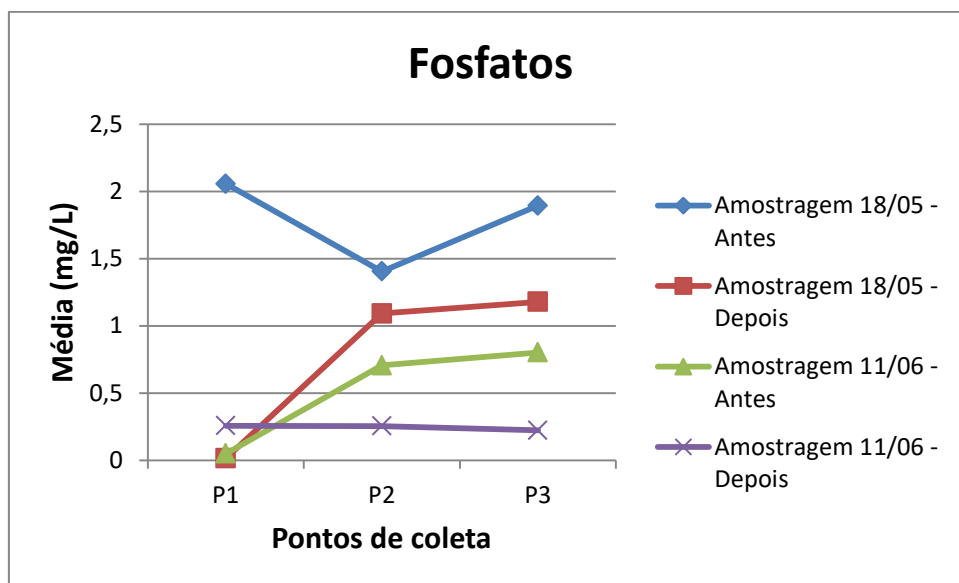
Existe uma diferença notória entre a concentração de cloretos nos pontos de amostragem assim como para as datas de coleta. Isto possivelmente foi devido ao fato de haver lançamento de efluentes industriais ou domésticos. Como sintetiza a CETESB (2012), os efluentes também conduzem significativas quantidades de cloretos dependendo do tipo de beneficiamento industrial e até mesmo a proximidade do despejo de efluentes domésticos.

A respeito da diminuição deste parâmetro após o período de sete dias em que a planta utilizada permaneceu com a água das amostras ao longo dos dias, pode-se inferir pela importância dos cloretos para as plantas. Os cloretos se associam a outros elementos, formando compostos como cloreto de potássio, cloreto de sódio. Estes liberam os principais nutrientes para as plantas, os quais são essenciais para o seu desenvolvimento (Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2017).

Fosfatos

Os resultados obtidos na primeira data de amostragem e na segunda, tanto antes quanto depois da realização do procedimento de fitorremediação estão apresentados no Gráfico 6.

Gráfico 6: Valores médios de Fosfatos em ambas as campanhas (mg/L)

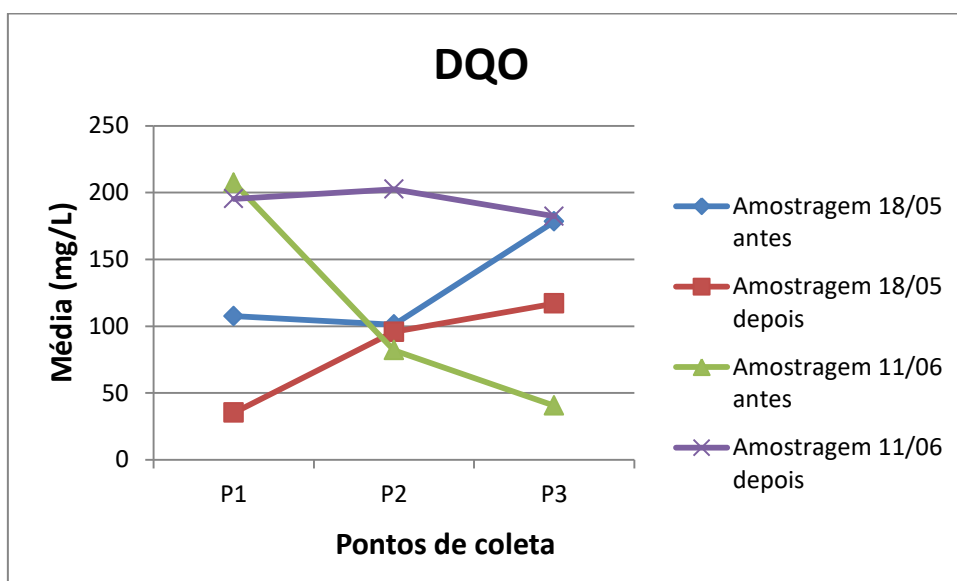


Pode-se inferir que o fosfato encontrado na água de coleta apresenta uma redução considerada devido, inicialmente, ao fato de esta forma de fósforo (P) ser solúvel principalmente em água e, conseqüentemente, como já foi abordado anteriormente, por ser um nutriente essencial para o desenvolvimento de plantas e animais. Logo, ao passar pelo processo de fitorremediação por um período de sete dias, observa-se que a planta absorveu os íons fosfatos dissolvidos na água, o que provavelmente favoreceu ao seu crescimento, o qual será abordado mais adiante.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Os resultados da determinação da Demanda Química de Oxigênio estão apresentados no Gráfico 7, antes e após passar pelo processo de fitorremediação.

Gráfico 7: Valores de DQO em mg/L de Oxigênio



Com base na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 01 de 05 de Maio de 2008, no Capítulo V: Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes a remoção da Demanda Química de Oxigênio (DQO) é apresentada, a qual deverá ter eficiência de no mínimo 55%. A respeito de valores da DQO, seu limite permitido perante esta Deliberação é equivalente a 180 mg/L.

Como é possível visualizar no gráfico acima, ainda após o processo de fitorremediação pela *S. walisii*, alguns valores de concentrações médias se encontram acima do estabelecido pela DN COPAM/CERH-MG N° 01/2008.

Os resultados alcançados neste trabalho (tabela 1) foram submetidos ao cálculo de eficiência de remoção, utilizando a Equação 1:

$$E = \frac{Ca - Cd}{Ca} * 100 \quad [1]$$

em que:

E = eficiência de remoção (%); Ca = concentração antes; Cd = concentração depois.

Tabela 1: Eficiência de Remoção da Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Amostragem 1 (18/05)	% Remoção	Amostragem 2 (11/06)	% Remoção
P1	67,224	P1	5,763
P2	5,333	P2	
P3	34,352	P3	

Nos pontos 2 e 3 (P2 e P3, respectivamente), não houve remoção.

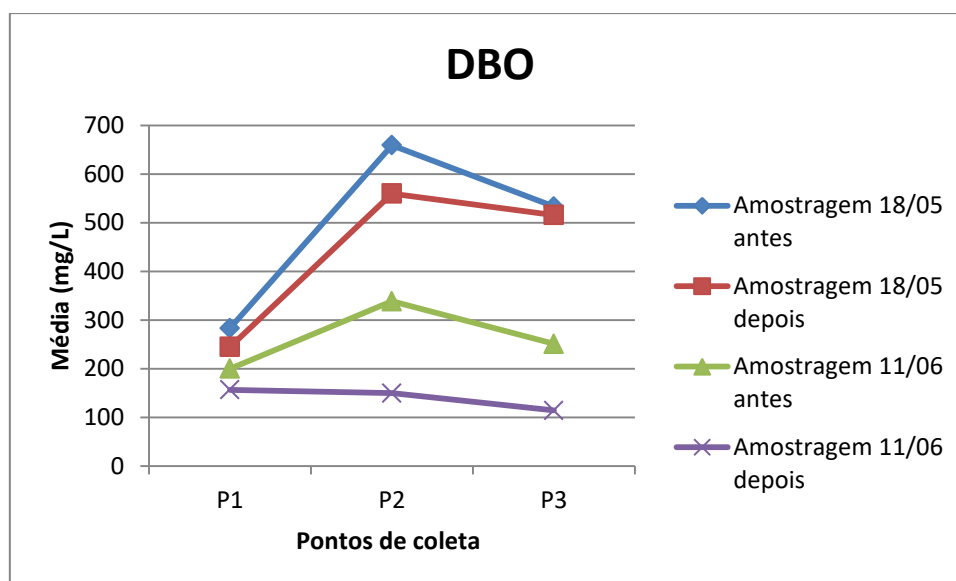
Uma possível justificativa para este comportamento após o procedimento de fitorremediação poderia ser a maior quantidade de efluente no meio, uma vez que o mesmo apresenta carga orgânica, aumentando a DQO (SPÓSITO, 2012).

Um segundo ponto a se destacar é a planta poderia ter adsorvido na primeira amostragem e na segunda coleta, desorvido, uma vez que existem duas maneiras de remediar: por absorção e adsorção.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

O limite de concentração estabelecido para DBO pela Resolução CONAMA 430/11 é de 120 mg/L de Oxigênio. Como pode ser evidenciado pelo Gráfico 8, os valores médios das concentrações estão acima do que é determinado pela mesma resolução.

Gráfico 8: Valores Médios de DBO (mg/L de O₂)



Ao calcular a eficiência de remoção da DBO, usou-se a mesma fórmula para obter a porcentagem de remoção do parâmetro DQO (Equação 1). Os percentuais de remoção estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Eficiência de Remoção da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Amostragem 1 (18/05)	% Remoção	Amostragem 2 (11/06)	% Remoção
P1	13,59	P1	21,71
P2	15,10	P2	55,84
P3	3,25	P3	54,54

A Resolução CONAMA 430/11 apresenta como o mínimo de redução deste parâmetro um valor igual a 60%. Analisando os valores de remoção obtidos, (Tabela 3), nota-se que a porcentagem de remoção obtida nas duas amostragens não alcançou esse valor, mas que a segunda amostragem melhorou o nível de remoção, obtendo-se uma eficiência de redução da DBO bem próxima do valor requerido.

Na mesma resolução é instituído o valor limite de concentração de DBO para 120 mg/L. Ao observar os valores encontrados depois da realização do procedimento de fitorremediação, foi determinado que no último ponto de coleta (P3) da segunda amostragem, em 11/06, a concentração média de DBO de 114,0 mg/L, se encontra em acordo com a CONAMA 430/11.

Uma provável justificativa sobre porque não se atingiu em nenhuma etapa da pesquisa o valor de redução mínima da DBO é devido à variação do inóculo, ou neste caso, da amostra em questão, contendo assim, menor quantidade de microrganismos naturalmente presentes na água inicialmente.

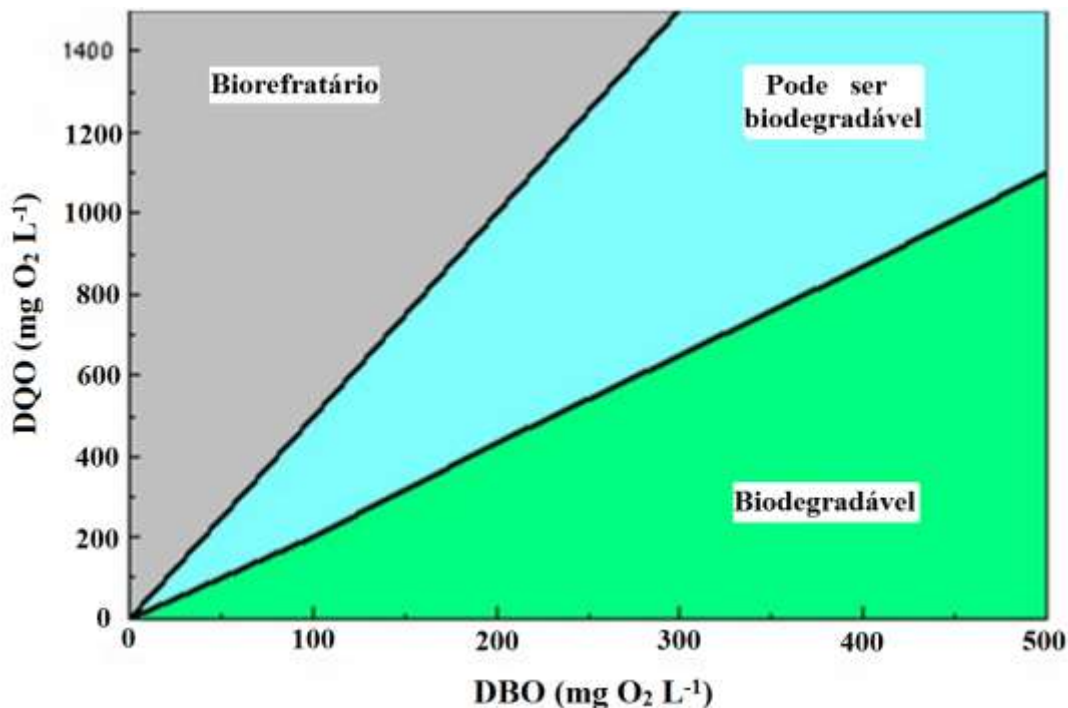
Relação DQO/DBO

A relação entre os parâmetros DQO/DBO é baseada, a princípio, no gráfico apresentado na Figura 3.

A tratabilidade biológica avalia a Demanda Bioquímica de Oxigênio e a razão DQO/DBO leva em conta, respectivamente, a instabilidade biológica dos compostos orgânicos e a persistência da carga orgânica por meio de oxidação da matéria orgânica. Deste modo, a razão entre essas duas variáveis apresenta um grande significado sobre o potencial da oxidação da matéria orgânica em vista da degradação da matéria orgânica (JARDIM e CANELA, 2004).

Neste contexto, calculou-se a relação DQO/DBO para as duas amostragens utilizando os valores de concentrações médias em mg/L. A Tabela 3 exhibe os resultados determinados para esta proporção antes e após passar pelo processo de fitorremediação.

Figura 3: Relação entre DQO/DBO



Fonte: Jardim e Canela, Unicamp, 2004.

Tabela 3: Relação DQO/DBO

Amostragem 1 (18/05)	Relação DQO/DBO		Amostragem 2 (11/06)	Relação DQO/DBO	
	Antes	Depois		Antes	Depois
P1	0,380	0,144	P1	1,04	1,25
P2	0,154	0,171	P2	0,24	1,36
P3	0,335	0,227	P3	0,16	1,60

Antes – Amostra inatura. Depois – Amostra que sofreu processo de fitorremediação por 7 dias

De acordo com Jardim e Canela (2004), a razão DQO/DBO sugere o tipo de tratamento que pode ser mais bem empregado, em razão das faixas de valores: se $DQO/DBO < 2,5$, o efluente é facilmente biodegradável, ou seja, o tratamento biológico apresentará grandes chances de sucesso. Se $5,0 < DQO/DBO < 2,5$, é necessário escolher as opções de tratamento biológico para ter uma boa eficiência na remoção da carga orgânica. Se $DQO/DBO > 5,0$, isto significa que a opção por um tratamento químico é melhor do que um tratamento biológico, uma vez que, por obter maiores

valores de DQO, a oxidação química apresenta um maior potencial de remoção da carga orgânica.

Os dados encontrados para a relação DQO/DBO situam-se abaixo de 2,5. Dessa forma, pode-se afirmar com base em análise conjunta da Tabela 4 e da Figura 6 que o efluente apresenta a característica de ser biodegradável. Isto indica que para o amostrado, a escolha de um tratamento biológico é ideal.

CONCLUSÕES

Este trabalho se destinou a estudar o processo de fitorremediação utilizando *S. wallisii* com água coletada do Córrego dos Contos, o qual percorre boa parte do centro da cidade histórica de Ouro Preto-MG, situado em uma região de lazer e turismo o parque Horto dos Contos. Através da realização deste trabalho, foi possível detectar pontos críticos, como o último local de coleta que recebe lançamento de efluentes domésticos frequentemente.

Pode-se inferir que a *S. wallisii* apresenta boa capacidade fitorremediadora, visto que esta foi eficiente na remoção de alguns parâmetros analisados, além do fato extra de fornecer um bom cenário estético com as suas florações.

Além disto, as análises do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em Trechos de bacias hidrográficas, modificado do Protocolo de Hannaford, podem ser importantes para a determinação de como está a situação dos três pontos de coleta (situação natural, leve ou severamente alterada).

Este estudo identificou a fitorremediação com *S. wallisii* como uma boa proposta na melhoria da qualidade da água no Córrego dos Contos. É válido apresentar que este método de tratamento pode, futuramente, ser exposto aos representantes de um Comitê de Bacias Hidrográficas, tendo em vista a sua interferência no gerenciamento e fiscalização de ações voltadas para a melhoria da qualidade da água na bacia. Porém, é fundamental que, para que haja uma melhoria significativa na qualidade da água, as autoridades sanitárias suprimissem o lançamento de dejetos diretamente nesse corpo d'água.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cenoura/arvore/CONT000gnhfy7ha02wx5ok0edacxlc3wvowi.html>>. Acesso em 25 de junho de 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). INDICADORES DE QUALIDADE - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA). Disponível em: <portalpnqa.ana.gov.br>. Acesso em 18 de maio de 2018.

ARAÚJO, J. Carlos de. SANTAELLA, S. Tédde. Gestão das águas princípios e práticas. 2 edição, Porto Alegre, ABRH, 2003.

BRASIL. Lei N° 6938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

BRASIL, Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional.

BRASIL, Resolução CONAMA 430, de 13 de maio de 2011. Ministério do Meio Ambiente. Condições e padrões de lançamento de efluentes.

CARNEIRO. D.A e GARIGLIO. L.P. A biorremediação como ferramenta para a descontaminação de ambientes terrestres e aquáticos. Revista Tecer - Belo Horizonte – vol. 3, n° 4, maio 2010.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL – COPAM. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 01, de 05 de maio de 2008. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguasinteriores/variaveis/aguas/variaveis_quimicas/demanda_quimica_de_o_xigenio.pdf>. Acesso em: 23 de abril de 2018.

FIGUEIRÊDO, A. C. Avaliação e diagnóstico da qualidade da água do açude de apipucos, Recife-PE. 2008. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE.

JARDIM, W. F., CANELA, M. C. Fundamentos da oxidação química no tratamento de efluentes e remediação de solos. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas, 2004.

KAKOEI, F.; SALEHI, H. Effects of Different Pot Mixtures on *spathiphyllum* (*Spathiphyllum wallisii* Regel) Growth and Development. European Agriculture, 2013, 14(2), p.140-148.

MANCERA-LÓPEZ, M. E. Bioremediation of an aged hydrocarboncontaminated soil by a combined system of biostimulation- bioaugmentation with filamentous fungi. International Biodeterioration & Biodegradation, 2007.

MEDEIROS, M. A. C, VENDEMIATTI, J. A. S, SOBRINHO, G. D, ALBUQUERQUE, A. F. Apostila de laboratório QUÍMICA SANITÁRIA E LABORATÓRIO DE SANEAMENTO II. Limeira, 2006, UNICAMP, 49 p.

MEYBECK M. et al. Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes. UNEP/WHO, 1996, 383p.

Organização das Nações Unidas no Brasil/ ONU-BR. Conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>>. Acesso em 30 de junho de 2018.

PEREIRA, D. SILVA, F. C. GUARDA, V. L. M. Apostila de Qualidade de Águas, Laboratório de Qualidade de Águas-LaQua. Universidade Federal de Ouro Preto, 2003. Portal Prefeitura de Ouro Preto.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SPERLING, Marcos von. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Volume 1, 3ª Edição. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

Spósito, T. H. N.; Pinaffi, C. D.; Scandelai, A. P. J.; Santos, C. H. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE EFLUENTE DE ETE DOMÉSTICA MANEJADO COM *Eichhornia crassipes*. *Colloquium Agrariae*, vol. 12, n. Especial, Jul-Dez, 2016, p. 61-67. ISSN: 1809-8215. DOI: 10.5747/ca.2016.v12.nesp.000172.

TAVARES, S. R. L. FITORREMEDIAÇÃO EM SOLO E ÁGUA DE ÁREAS CONTAMINADAS POR METAIS PESADOS PROVENIENTES DA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS PERIGOSOS. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2009, 77 p.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency - USEPA. Secondary maximum contaminant levels: a strategy for drinking water quality and consumer acceptability. 2015. Disponível em: <http://www.waterrf.org/PublicReportLibrary/4537.pdf>. Acesso em: 26 de junho de 2018.

VILAÇA, J. Plantas tropicais: guia prático para o novo paisagismo. Editora Nobel, São Paulo, 2005.