

A Biotecnologia dos Jardins Filtrantes na Despoluição da Lagoa da Pampulha/ MG

Mariana Ferreira Rocha

mariana.ferreirarocho@hotmail.com

Bernadete Santos

Gilson Lemos de Carvalho

Coordenação de curso Engenharia Química

Resumo – No presente trabalho, os sistemas de Jardins Filtrantes são descritos como uma alternativa viável para o tratamento de efluentes líquidos utilizados na despoluição do rio Sena, na França, devido ao seu baixo custo de implantação e manutenção, por ser sustentável, pouca exigência de elementos construtivos, harmonização com o ambiente em que é inserido, e não necessita de compostos químicos para o tratamento da água, sendo que a planta realiza esse trabalho. Neste contexto, o estudo de caso propõe a utilização dos Jardins Filtrantes para a recuperação da Lagoa da Pampulha/MG.

Palavras-chaves: jardins filtrantes, despoluição, tratamento de esgoto.

I. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas das grandes cidades é a coleta e tratamento dos resíduos domésticos que são gerados. Estes possuem características específicas que expressam diferentes formas de coleta, tratamento e disposição. O resultado é uma crescente deterioração ambiental com o aumento visível dos níveis de poluição [1]. Um exemplo é a lagoa da Pampulha que foi criada em 1936 na administração do prefeito Otacílio Negrão de Lima, com a finalidade de amortecer enchentes, contribuir para ao abastecimento da capital, além de oferecer espaço de lazer. Foi modernizada em 1940 com o projeto proposto por Juscelino Kubitschek [1].

A inauguração do reservatório da Pampulha ocorreu em 1943, com a principal função de amortecer e contribuir para o abastecimento da capital [2].

Este local importante para a cidade de Belo Horizonte começou a sofrer com a degradação na década de 50, devido ao processo de ocupação desordenada das regiões vizinhas às margens dos córregos e rios que compõe a sua bacia hidrográfica, do recebimento de esgoto do centro industrial de Contagem, das áreas clandestinas e dos loteamentos residenciais, que geram uma grande movimentação de terra que acaba sendo levada para a represa, além da poluição por esgotos domésticos e lixos que são jogados na lagoa [1]. De certa forma, isso impactou na região da bacia hidrográfica da represa fazendo com que a Lagoa da Pampulha sofresse, desde a década de 70, um forte processo de eutrofização, assoreamento e florações de Cyanobactérias constantes [2].

Com esse processo acelerado, hoje a lagoa apresenta a metade do seu volume inicial. A qualidade da água é ruim devido ao esgoto doméstico e industrial que recebe. [2]

Infelizmente a lagoa da Pampulha com o decorrer das décadas, vem se tornando um grande impacto ambiental, pela falta de infraestrutura e de controle da vigilância. Somente na lagoa da Pampulha, é retirado diariamente, no período chuvoso, cerca de 20 toneladas de lixo das águas, 20% da população não tem atendimento regular da coleta de lixo e aproximadamente são gerados 750m³/mês de entulho clandestino [3].

Neste contexto, a consideração de soluções alternativas de tratamento de efluentes para casos específicos se torna relevante. Dentre os sistemas alternativos de tratamento de

efluentes, os Jardins Filtrantes são uma opção viável, pois, segundo a empresa francesa Phytorestore, responsável por essa tecnologia, são sistemas com baixo custo de implantação e operação, possuem eficiência na desinfecção dos esgotos, não há necessidade de aditivos químicos, existe a possibilidade de reuso do efluente tratado, e pelo apelo sustentável do sistema; beleza estética e harmonização com o ambiente em que é inserido.[4].

Inicialmente para este trabalho foi feito um estudo de caso sobre os dados de eficiência do jardim filtrante construído na França próximo ao Rio Sena pela empresa Phytorestore, com o intuito da remoção de sólidos e a redução da matéria orgânica para a melhoria da qualidade da água na Lagoa da Pampulha, para possíveis esportes náuticos, além de melhorar a fauna e a flora no local.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A excessiva poluição das águas dos mares, rios, represas e lagoas tem se tornado uma preocupação mundial. A poluição hídrica ocorre quando qualquer mistura altera as propriedades da água afetando a saúde de pessoas, animais e vegetais, sendo normalmente causada pelo lançamento inadequado de restos industriais, agrícolas e esgotos domésticos [5].

De acordo com os ambientalistas, a Lagoa da Pampulha possui atualmente a capacidade de retenção de água que varia entre 9 a 10 milhões de m³, contra 18 milhões no final dos anos 50 [6].

Nas últimas décadas, o fenômeno de assoreamento da lagoa e da eutrofização de suas águas acelerou-se chegando, em 1998, ao lamentável quadro de perda de 50% do seu volume de preservação e de 40% da área do espelho d'água. Além da deterioração da qualidade de suas águas, que apresentam elevados teores de matéria orgânica e baixas concentrações de oxigênio dissolvido [6].

Ao longo desses anos, a ocupação desordenada e os escassos investimentos em saneamento básico trouxeram

sérias consequências sócio-ambientais para a Bacia da Pampulha. [6].

Já foram realizados vários procedimentos para tentar melhorar a qualidade da água, porém poderá ser realizado através da biotecnologia dos jardins filtrantes, que é usar plantas que retêm matéria orgânica, sem interferência de produtos químicos, reduzindo as impurezas da água da lagoa [4]. Porém, a novidade não significa água limpa em um horizonte próximo [4]. O estudo de caso terá o intuito de reduzir a carga poluidora durante a estiagem, como aconteceu no rio Sena, na França, no período das cheias, a vazão excedente continuará a escoar pelo leito natural do córrego [4].

A. *Phytorestore*

É uma empresa de biotecnologia francesa, especializada no tratamento da água, solo e ar através de Jardins Filtrantes, que são ecossistemas que potencializam a capacidade da natureza de remoção dos poluentes de forma sustentável, ao mesmo tempo em que agrega valorização arquitetônica, paisagística e social [4]. Para a empresa os Jardins Filtrantes podem ser empregados no tratamento de qualquer forma de poluição biodegradável [4].

A Phytorestore foi fundada há 27 anos, pelo arquiteto paisagista Thierry Jacquet, um amante da natureza, que durante seus estudos percebeu que as plantas eram amplamente utilizadas por cientistas em pesquisas para o controle da poluição, assim aplicou a técnica de fitorremediação para desenvolver soluções sustentáveis. [4]. Está presente na Europa, América e Ásia, com mais de 150 projetos em operação pelo mundo [4].

B. *Jardins Filtrantes*

Os jardins filtrantes (ou fitorestauração) é uma tecnologia francesa que consiste no uso de plantas nativas para tratar esgotos domésticos e efluentes industriais [4].

Tem como principal objetivo a melhoria da qualidade da água. Quando aplicados no tratamento de efluentes, a

técnica pode ser utilizada como uma alternativa secundária ou terciária, realizando a remoção de nutrientes e reduzindo taxas de DQO e DBO do efluente [11]. A estação de tratamento é projetada sob critérios de engenharia e as técnicas de construção variam de acordo com a característica do efluente a ser tratado, da eficiência final desejada na remoção de poluentes, da área disponível e do interesse paisagístico [11].

O tratamento dos resíduos é feito por meio de uma série de jardins, formados por tipos de plantas aquáticas. Cada jardim tem plantas com raízes capazes de absorver e filtrar determinado tipo de resíduos promovendo, assim, uma etapa do processo de despoluição da água [4].

C. Tipos

• **Filtro vertical:** Sistema de fitorremediação em filtro construído de fluxo vertical com macrófitas emergentes, representado na figura 1.

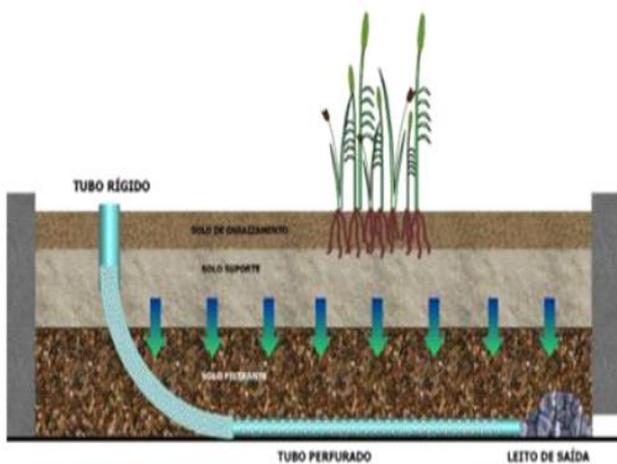


Figura 1 – Sistema de fluxo vertical

Suas características são maior oxigenação no sistema radicular no meio aeróbico, maior condutividade hidráulica isso quando o substrato não retém efluente entre bateladas. Obtêm a remoção de sólidos, carga orgânica e nutrientes, como: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Amônia e Fósforo. Ocorre também a o processo de nitrificação e desinfecção [4].

Nessa etapa de operação, são utilizados três filtros de uso alternado semanalmente.

• **Filtro horizontal:** Sistema de fitorremediação em filtro construído de fluxo horizontal sub-superficial com macrófitas emergentes, mostrada na figura 2.

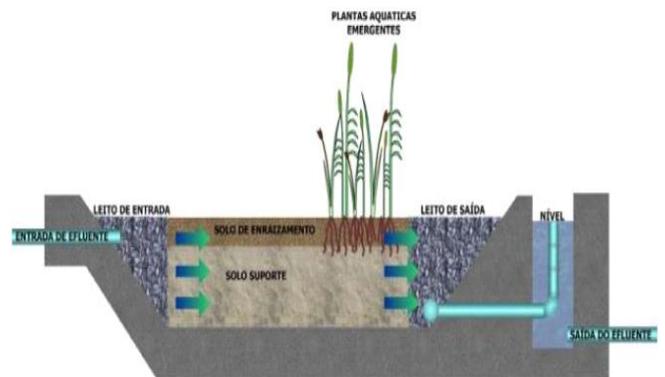


Figura 2 – Sistema de fluxo horizontal

Caracteriza-se por apresentar menor oxigenação no sistema radicular, por bactérias facultativas e anaeróbicas, possui maior estabilidade hidráulica, neste caso o substrato retém efluente entre bateladas. Obtêm a remoção de micro sólidos, DBO, Nitrogênio e Fósforo [4].

Ocorre o processo de desnitrificação e também desinfecção [4]. Nessa operação são utilizados dois filtros de uso alternado semanalmente [9].

• **Lagoa plantada:** Sistema de fitorremediação em filtro construído de fluxo superficial com macrófitas emergentes. A lagoa é caracterizada pelo polimento da remoção de carga orgânica e sólido. Obtendo maior oxigenação na água.

Operação: uma lagoa de nível constante, saída por vasos comunicantes (Tempo de detenção hidráulica (TDH): até 5 dias) para reuso e lançamento para o local desejado [9].

D. Fitorremediação

Fitorremediação consiste em utilizar vegetais para eliminar os contaminantes [4].

Diversas técnicas como a fitodegradação, fitoacumulação, fitolixiviação e fitofixação, são combinadas para alterar a

forma físico-química dos poluentes, transformando-os em elementos que serão absorvidos e retidos pelas plantas [4].

Esses mecanismos agem juntos: a fitodegradação dos contaminantes orgânicos pelo consumo de oxigênio, a fitoacumulação de poluentes necessários para a vida das plantas como, cobre, zinco, fósforo, nitrogênio, cálcio, etc., a mudança da forma físico-química dos contaminantes que os tornam não biodisponíveis, a fitolixiviação que permite tornar alguns contaminantes líquidos a fim de reterlos nos filtros vegetativos (fitofixação) [8].

Os elementos resultantes são necessários para a vida das plantas [4].

A fitorremediação elimina os poluentes dos meios contaminados. Exemplos de rejeitos:

- Efluentes sanitários e industriais;
- Águas fluviais;
- Reabilitação progressiva do solo;
- Tratamento de ar;
- Rejeitos urbanos;
- Lodos provenientes de ETE's;
- Despoluição dos rios.

E. As plantas

A escolha das plantas dos jardins é baseada em sua capacidade de “fitoextração” dos micropoluentes e nutrientes presentes na água, com a capacidade de autodepuração do meio úmido plantado [9].

Com isso, as plantas são escolhidas de acordo com o seu potencial de tolerância, devendo seguir os seguintes fatores [10]:

- Rusticidade: capacidade de resistir às diversas variações do meio (secas, inundações, acidez, etc.);
- Consumo de oxigênio;
- Tolerância a diversos tipos de poluentes;
- Grandes sistemas de raiz, rastejando e ramificada (volume da rizosfera e produtividade biológica) [4];
- Adaptações às condições de inundação local e de seca [4].

Elas não acumulam elementos tóxicos, são selecionadas de forma que as atividades microbianas, a biodegradação, a transformação e a lixiviação dos poluentes sejam favorecidas. Essas plantas exigem podas assim como qualquer outro jardim e a biomassa resultante do corte pode ser utilizada como composto, biocombustível ou pode ser descartada normalmente [4].

As plantas fazem o tratamento basicamente por quatro processos: fitovolatilização (remoção dos poluentes e subsequentes lançamentos para a atmosfera), fitodegradação (quebra dos poluentes pelo metabolismo da planta), fitoextração (extração dos contaminantes do solo pela planta) e rizodegradação (degradação dos contaminantes por microorganismos da rizosfera), como mostra a Figura 3

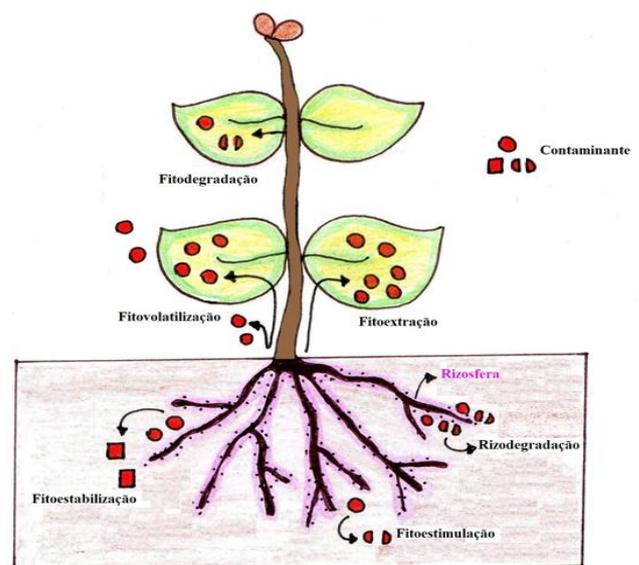


Figura 3 – Processo de fitorremediação

Elas transferem oxigênio às raízes de onde é conduzido para a zona de raiz (rizosfera). A respiração é a oxidação do carbono orgânico e é executada por todo organismo vivo, conduzindo à formação de gás carbônico e água. Os microorganismos comuns são bactérias, fungos e protozoários. Assim, a manutenção de condições adequadas no sistema é requerida pelo próprio metabolismo dos organismos que colonizam os jardins[11].

A sua capacidade de transporte interno e liberação de O₂ através das raízes (1 – 45 g/m²/ dia) na rizosfera [4].

A Phytorestore utilizam algumas plantas Nos Jardins Filtrantes, devido ao seu potencial de tratamento, que são elas: papiro (*Cyperus papyrus*), heliconia (*Heliconia latispatha*), Taboa (*Typha domingensis*), Thalia (*Thalia dealbata*), inhame-preto (*Colocasia negra*) e a ninfeia (*Nymphaeaceae*).

Algumas dessas plantas são verdadeiras “usinas de tratamento”, degradando ou acumulando em seus tecidos os nitratos, fosfatos, microorganismos, hidrocarbonetos e matéria orgânica [9].

III.METODOLOGIA

O estudo de caso deste trabalho é analisar de forma qualitativa o método que foi adotado na reabilitação do Rio Sena (banha a capital de Paris) em 2006, pela empresa francesa Phytorestore[4]. O intuito é utilizar essa mesma tecnologia aplicada para a despoluição da lagoa da Pampulha, situada na região da Pampulha, no município de Belo Horizonte, um dos cartões postais da cidade.

O principio do parque é um estoque de água limpa e quando vem uma crise, depois de tempestades violentas, é imediatamente liberamos 30mil m³ de água limpa para salvar os peixes, para que não morram asfixiados [4].

A.Dimensionamento do sistema

Para o dimensionamento da área requerida para a construção do sistema utiliza-se a equação (1) [12]:

$$A = \frac{Q (lnC_o - lnC_e)}{Kt \times p \times n} \quad (1)$$

Onde:

A: área superficial requerida (m²);

Q: vazão afluente (m³/d);

C_o: concentração afluente em termos de DBO_{5,20} (mg/L);

C_e: concentração efluente em termos de DBO_{5,20} (mg/L);

Kt: constante de reação da cinética de primeira ordem (dependente da temperatura);

n: porosidade do substrato (m³ vazios por m³ material);

p: profundidade do maciço filtrante

Para calcular o volume total do jardim de área alagada pode ser calculada pela equação 2 [8]:

$$V = A \times p \quad (2)$$

Onde:

V: volume (m³);

A: área superficial requerida (m²);

p: profundidade (m)

Por ser tratar de um tratamento de material filtrante, deve-se conhecer as propriedades físicas (granulometria, diâmetro efetivo, coeficiente de uniformidade, condutividade hidráulica, etc) e químicas (teores de Fe, Ca, Mg, capacidade de troca catiônica – CTC) deste material de recheio, além das plantas adaptadas ao clima da região [12].

B.Etapas construtivas

A obra para a construção de um jardim filtrante é simples, pode ser feita por uma empresa de engenharia e pequeno porte. Suas etapas consiste basicamente como mostra na Figura 4 [4].



Figura 4 – Fases da construção

- Terraplenagem: amoldar os terrenos para a construção da obra;
- Impermeabilização e tubos hidráulicos;
- Substratos (britas e areia) e hidráulica;
- Plantação de espécies e acabamentos;
- Fase de crescimento (já em funcionamento);
- Finalização do Jardim Filtrante completo.

C. Pré-tratamento

Processo composto por um gradeamento , calha parshall e tanque de aeração, mostrado na Figura 5. Nessa primeira etapa, o objetivo é barrar sólidos grosseiros para o sistema, medir a vazão de entrada de efluentes e promover a sua mistura, oxigenação, aumento da massa microbológica, além de promover a suspensão de micro partículas [8].

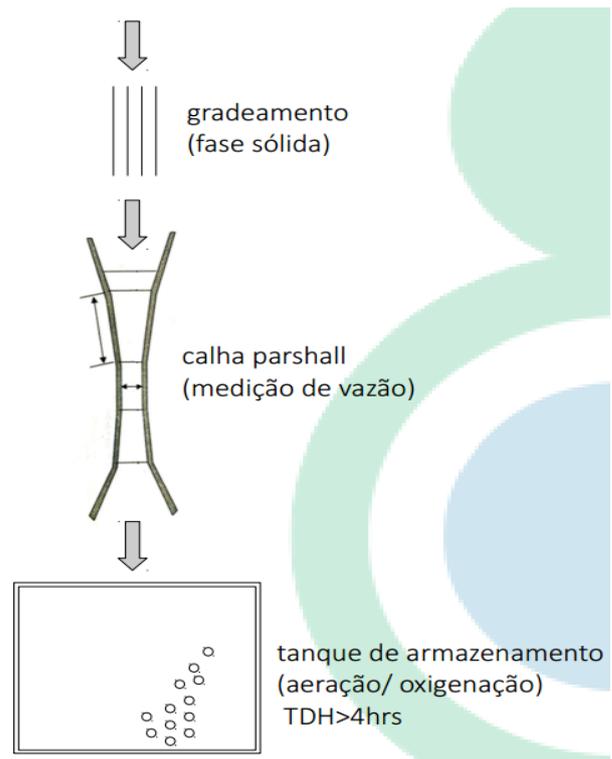


Figura 5 – Pré-tratamento

Esse processo ocorre automaticamente através de boias de nível mínimo e máximo, quando no tanque de aeração, o efluente fica acumulado até atingir o volume de projeto para uma batelada [8].

D.Funcionamento dos jardins no Rio Sena

Os Jardins Filtrantes permitem tratar tanto os esgotos de um município como os efluentes industriais. Os reservatórios são impermeabilizados com uma geomembrana. O efluente passa por uma série de filtros plantados onde várias reações se produzem, estimuladas pela atividade das plantas e dos micro-organismos da rizosfera. O efluente passa por um filtro vertical, depois

por um filtro horizontal e segue para um reservatório plantado [4]

É um sistema constituído por três jardins filtrantes, conforme figura 6, de aproximadamente 4,5 hectares que recebe água do rio que chega de Paris extremamente poluída [2].

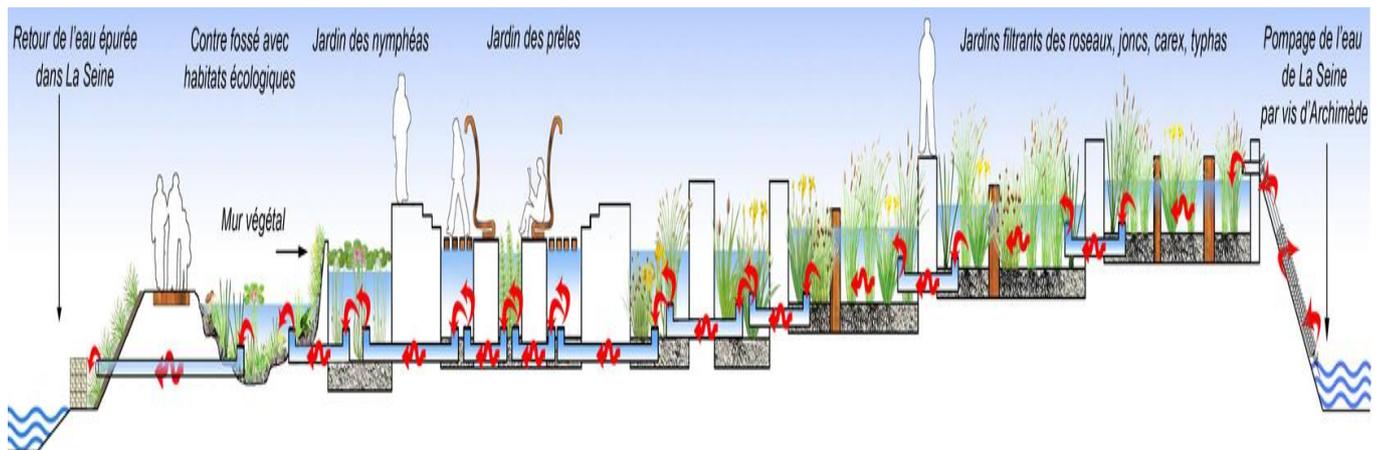


Figura 6 – Esquema do funcionamento dos jardins filtrante

A água é levada por um parafuso de arquimédia, projeto mecânico que não consome muita energia, sendo dispositivo de rosca embutido em um tudo, observado na figura. 7. A partir desse ponto a água entra nos jardins para ser filtrada e sair do outro lado limpa. A água chega bem escura, com vários resíduos, como hidrocarbonetos e gorduras, de matéria orgânica, que forma flocos aglomerando-se e formando pequenas bolinhas de gordura [2].

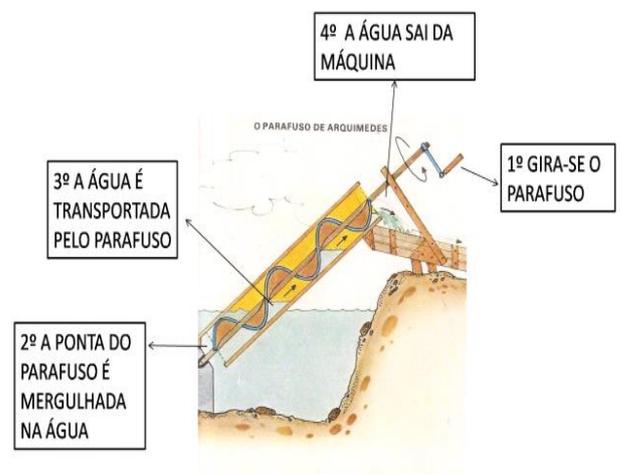


Figura 7 – Funcionamento do parafuso de arquimédia

Inicialmente, as águas passam em um filtro vegetal vertical onde a matéria orgânica e o nitrogênio são degradados. Nesse processo a água é mais turva e passa pela filtração, fisicamente, vão se depositar no fundo no nível das raízes das plantas, e as plantas vão biodegradar este material

orgânico. O objetivo é ter uma água bem mais transparente [4].

Em seguida, na passagem para o filtro vegetal horizontal, um tratamento complementar é feito para os contaminantes que só podem ser tratados em meio anóxico (ausente de oxigênio) [7]. Nesse tratamento bacteriológico acontece a retirada dos germes patogênicos, todos os organismos que são perigosos para a saúde humana, que são os vírus, os germes e bactérias [4].

As plantas utilizadas são as ninfeias que tem filtros naturais, que biodegradam as matérias orgânicas. Todas as matérias são depositadas nas raízes, onde são tratadas. Em

seguida o líquido está despoluído, livre de germes perigosos para os humanos, vírus e hidrocarbonetos. [4]

No caso da despoluição do rio Sena, foi utilizada as ninfeias como mostra a Figura 8, porque, elas tem a particularidade de ser uma bomba de aeração de água, responsável por elevar o nível de oxigênio do líquido e assim diminuir o nível de poluição de rios e lagos. As ninfeias durante 8h/ dia, introduzem de 8L a 10L de ar por hora na região onde se encontram. É uma etapa muito importante, já que o objetivo é tornar o nível de oxigênio o mais elevado possível, para devolver uma água muito rica em oxigênio [4].



Figura 8 – Parc Du Chemin de L'île – França

Nessa etapa a água passa de 3mg/L para em média, 9mg/L de oxigênio da água do Sena, que é poluída ao limite da asfixia dos peixes. Em torno de 3mg/L, abaixo disso, todos os peixes morrem. Segundo a empresa Phytoestore com essa tecnologia, se devolve cerca de 9mg/L de oxigênio na água, podendo ver peixes nadando no rio [4].

Por fim segue até o último filtro (lagoa terminal) para o término do processo de restauração da água [7], onde terá evaporação total ou parcial pelo processo de evapotranspiração através das plantas e infiltração no solo.

À partir de então, a água do rio Sena pode ser utilizada para variados fins, inclusive na irrigação das áreas verdes [4].

A lagoa plantada é uma estocagem da água. Uma água mais limpa, quase potável, chega transparente, limpa como água de nascente. A água é estocada em um grande rio, de cerca de um hectare e meio. Tudo que foi filtrado, estocado, é armazenado 30 mil m³ de água, e essa água armazenada pode ser devolvida ao Sena quando houver uma crise [4].

E.Manutenção

A operação para manutenção da lagoa com plantas aquáticas consiste na remoção periódica das plantas ou da parte aérea com poda, de modo a manter uma população controlada e a manutenção do crescimento permanente, impedindo que a morte delas aumente a carga poluente na lagoa. Depois da coleta manual ou mecânica do excesso de plantas são misturadas com outros materiais após secagem ou compostagem e/ou introduzida diretamente no campo agrícola [8].

Monitorar o efluente destes sistemas através dos seguintes parâmetros físico-químicos e bacteriológicos: pH (Potencial Hidrogeniônico), alcalinidade, acidez, turbidez, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio), Nitrogênio Total, NH₄-N (Nitrogênio Amoniaco), NO₂-N (Nitrito), NO₃-N (Nitrato), PO₄-P (Fósforo Ortofosfato), sólidos totais (ST), sólidos suspensos (SS), coliformes totais (CT) e E. Coli no período de 12 meses [11].

IV.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os jardins filtrantes são sistemas considerados adequados por apresentarem um custo bem inferior a de uma estação tradicional, exige pouca manutenção, é limpo e se aproveita de plantas do ecossistema da própria região. Esse processo somente exige uma área maior para a sua instalação, e pode ser aberta para a população como uma área de lazer ou para a prática de esportes[4].

Esse processo desenvolvido pela Phytoestore apresenta muitas vantagens com relação aos processos tradicionais de tratamento de efluentes, como mostra na figura 9.



Figura 9. Comparação dos tratamentos

O sistema é bem eficaz em seu tratamento, atingindo resultados de eliminação de poluentes superior aos de outras soluções, na qual é representado na Tabela 1. [9]

Tabela 1 - Remoção média dos diversos parâmetros de tratamento de águas residuais

Parâmetros	Jardins Filtrantes
DBO5	96%
DCO	91%
MÊS	93%
NK	83%
PT	78%
NGL	80%
BACTÉRIAS	2 à 4 log

Existem hoje no Brasil e em outros países, várias implantações de estações de tratamento de efluente utilizando sistemas de jardins filtrantes que foram projetadas pela Phytorestore, citando alguns [4]:

- PARC DU CHEMIN DE L'ILE – Nature/ Paris – França (2006);
- RECUPERAÇÃO DOS RIOS OUED – Baía de Argel (2006);
- NATARULIZAÇÃO DOS 3 RIOS – Shanghai, China (2009);
- CENTRO DE P&D L'oreal – Shanghai/ China (2009);
- MERCK SHARP&DOHME – Sousas / SP (2012);
- NATURA ECOPARQUE – Benevides/ PA (2013);
- RECUPERAÇÃO DO RIACHO URBANO – Capital do nordeste/BR (2015).

Com bases nesses projetos, em especial, o Parc Du Chemin de L'ine que foi construído para a despoluição do rio Sena, foi comprovado seus resultados satisfatórios mostrada na Tabela 2[9].

Tabela 2 – Resultados obtidos no PARC DU CHEMIN DE L'ILE

Parâmetros	Fluxo de entrada	Água tratada pelos jardins filtrantes
DCO(mg/L)	>100	<=20
DBO(5mg/L)	>50	<=3
Oxigênio Dissolvido(mg/L)	<1.5	>=7
Oxigênio Saturado(mg/L)	<=50	>=90
NH4+(mg/L)	>10	<1.5
NHCl(mg/L)	>200	<30
SS(mg/L)	>40	<10
Turbidade	>100	<10
Temperatura(°C)	>23	22/23

O rio Sena, que chegou a ser considerado biologicamente morto no início da década de 60, hoje tem águas limpas por onde nadam diversas espécies de peixes. A melhoria foi resultado da utilização da tecnologia dos jardins filtrantes, além de altos investimentos do Governo Francês em estações de tratamento e recuperação do ecossistema. O sucesso do processo de despoluição do Rio Sena também ocorreu graças à fiscalização rigorosa dos órgãos ambientais franceses. O modelo utilizado é considerado referência para outros países do mundo [13].

Diante do exposto, os jardins filtrantes tem eficiência comprovada e podem ser utilizados na lagoa da Pampulha, principalmente porque seu tamanho de área (47,13m²) é bem inferior ao do rio Sena (78.560 Km²), obtendo assim, uma otimização maior na despoluição de suas águas.

V. CONCLUSÃO

Visando a melhoria de ótimos resultados do rio Sena, a modernização de processos biotecnológicos na utilização de jardins filtrantes mostra sua eficiência na despoluição de vários rios, além de ser uma alternativa sustentável e econômica.

A implementação desse sistema deverá ser feita através por um projeto na qual deverá ser definido o tipo de planta a ser utilizada nos jardins. A maior dificuldade encontrada é a área para sua construção, provavelmente a desocupação de alguns locais mais perto da lagoa deverá ser realizado para sua instalação.

Acredito que essa técnica aplicada na lagoa da Pampulha será eficaz, atingindo um resultado desejado para a população e para a cidade de Belo Horizonte na sua recuperação e preservação permanente. Com isso, a lagoa ganhará uma paisagem mais atrativa, mais lucros para a cidade com o aumento de turistas, além de poder proporcionar esportes náuticos futuros.

AGRADECIMENTO

“Eu tentei 99 vezes e falhei, mas na centésima tentativa eu consegui, nunca desista de seus objetivos mesmo que esses pareçam impossíveis, a próxima tentativa pode ser a vitoriosa.” Albert Einstein

REFERÊNCIAS

- [1] BORGES,M.S – “Tratamento de água e efluentes industriais”. (Apostila do Curso Técnico de Petróleo) UFPR.
- [2]R.A.A BATISTA. “Ações ambientais que visam à revitalização e preservação da lagoa da Pampulha”. (Monografia em engenharia civil) Faculdade Kennedy, 2013.
- [3] Programa de recuperação e desenvolvimento ambiental da bacia da Pampulha. Dezembro, 2014.
- [4]<http://www.phytorestore.com/fr/les-jardins-filtrants.html>. Em 11/05/2016, 10h. CITAÇÃO COMPLETA
- [5] J.Cândido, et al. “Qualidade de água da lagoa da Pampulha”. Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- [6] www.portalpbh.gov.br. Em 20/04/2016, 15:50h.
- [7]Manual de Tratamento de água e efluentes industriais. UFPR, 2014.
- [8] <http://www.phytorestore.com/fr/plaquettes.html>. Em 13/05/2016, 15:30h.
- [9]Manual sobre o 2º Simpósio brasileiro sobre Wetlands construídos. Phytorestore.
- [10]E.C. ALBIZZATTI. “Comparativo entre estações de tratamento de efluentes convencionais e jardins filtrantes”. (Monografia Engenharia Ambiental). UNICAMP, 2012.
- [11]F.L. DORNELAS. “Avaliação do desempenho de wetlands horizontais subsuperficiais como pós-tratamento de efluentes de reatores USBA”. (Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambientes e Recursos Hídricos). UFMG, 2008.
- [12]A.P COSTA. “Estudo de Tecnologias Sociais visando o Tratamento do Esgoto Doméstico de Unidade Unifamiliar – Assentamento Nova São Carlos – São Carlos/ SP”. (Monografia). Universidade de São Paulo,2014.
- [13]<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral/rio-tiete-tera-plano-de-despoluicao-igual-ao-do-rio-sena,172534e> . Em 23/05/2016, 20h.

