

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

ECOLOGICAL SEWAGE TREATMENT STATION WITH APPROPRIATION FOR AN URBAN PARK IN BARRA DO BUGRES-MT

Gisele Carignani (carignani@hotmail.com); Jassiellyne Marchetto
(jassiellynemarchetto@gmail.com)

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) - Brazil

Palavras chave: Tratamento de Esgoto; Wetlands; Parque Urbano.

Este trabalho se atém ao quão importante o saneamento básico e as áreas verdes são para a população, e garantem a dignidade e qualidade de vida do ser humano. Porém, não fugindo da realidade nacional, Barra do Bugres-MT apresenta problemas no que tange ao esgotamento sanitário, seja relacionado à coleta ou disposição, implicando ocasionalmente no uso dos caminhões limpa-fossas para recolher o esgoto gerado por algumas residências ou estabelecimentos. Visto a problemática o trabalho busca como solução a iniciativa de mimetizar os ciclos naturais e ofertar uma solução alternativa para tratar os efluentes coletados pelo caminhão limpa-fossa. A fim de solucionar tal adversidade e ainda proporcionar um espaço público aos moradores de um bairro desprovido de áreas de lazer é apresentado um projeto de Estação Ecológica de Tratamento de Esgoto e tal é apropriada para ser um Parque Urbano. Isso só é possível devido ao sistema adotado: os wetlands. Tais utilizam basicamente a vegetação para tratar os efluentes garantindo assim grande apelo paisagístico. O resultado do trabalho é um equipamento de infraestrutura verde, pois concilia natureza e infraestrutura urbana, e um equipamento social que estimula o convívio entre cidadãos e oferta espaços de apreciação e lazer.

1. INTRODUCTION

Rogers (2001) diz que os núcleos urbanos nunca abrigaram tão grande concentração da raça humana. Por tal fato, o futuro da humanidade será determinado pelas cidades e dentro das cidades:

As cidades são o centro da produção e do consumo da maior parte dos bens industriais e acabaram se transformando em parasitas da paisagem, em enormes organismos drenando o mundo para seu sustento e energia: inexoráveis consumidores e causadores de poluição. (Rogers, 2001).

Com a urbanização crescente e avanço de tecnologia a quantidade de água doce indispensável para suprir as necessidades humanas aumentou significativamente assim como os efluentes gerados.

A água destinada para utilizações antrópicas resulta em efluentes domésticos, industriais, agrários, hospitalares, entre outros. Pertinente ao presente trabalho, o efluente doméstico é constituído basicamente de água, porém contém uma pequena porcentagem de matéria orgânica e organismos vivos, dos quais alguns deles podem ser nocivos para a saúde humana. A falta de rede coletora de esgoto e estações de tratamento acarreta no lançamento dos efluentes brutos em lençóis freáticos, córregos, lagos e rios. Tal procedimento resulta em graves problemas como a poluição do solo e cursos d'água causando prejuízos à vida aquática e à saúde dos seres humanos.

Neste escopo o saneamento básico é o conjunto de atividades e medidas que promove a qualidade de vida, o desenvolvimento socioeconômico e a proteção ambiental através de sistemas de infraestrutura e gestão integrada.

A FUNASA realizou em 2013 o 4º Seminário Internacional de Engenharia de Saúde Pública, onde foi anunciado que para cada um real investido pelo governo em saneamento básico é economizado quatro reais em custos no sistema de saúde. Soluções preventivas são muito mais viáveis e eficazes do que medidas corretivas, por isso a questão do esgotamento sanitário é substancial para minimizar os gastos da saúde pública e também proteger o meio ambiente. Investir em infraestrutura urbana, mecanismos de coleta, tratamento e disposição final do esgotamento sanitário é de mesma relevância que programas de prevenção de saúde como as vacinações e de suma importância para a sustentabilidade do planeta.

Saneamento básico é um dos indicadores de qualidade de vida e desenvolvimento, todavia a presença de áreas verdes e equipamentos urbanos comunitários são de mesmo valor. A ausência destes espaços é outro problema dos núcleos urbanos, que pode ser solucionada com a implantação de parques urbanos. A criação de parques é uma demanda constante, pois tais espaços promovem melhorias no meio ambiente local e contribuem diretamente para a humanização da cidade ofertando locais de convívio, atividades físicas e recreação.

Neste contexto o urbanismo surge como instrumento de qualificação e melhoria do ambiente urbano. O urbanista enquanto mediador e promovedor da manutenção e aperfeiçoamento das cidades deve se atentar sobre as redes de infraestrutura urbana e qualidade de vida dos cidadãos. O amparo dos recursos naturais aliados a uma rede de infraestrutura eficiente é extremamente pertinente à nossa realidade, seja como cidadão ou profissional. Após o exposto, este trabalho visa esclarecer e ofertar conhecimento sobre esgotamento sanitário, infraestrutura verde e parques urbanos, e principalmente sanar dúvidas e até mesmo preconceitos relacionados ao esgoto.

2. OBJETIVOS

O enfoque do trabalho é abordar sobre o sistema de fitorremediação e como ela trata os efluentes através de vegetação. A partir disso o objetivo final é desenvolver o projeto tratamento de esgoto alternativo, ou seja, uma Estação Ecológica de Tratamento de Esgoto incluindo o referido sistema de recuperação de efluentes oriundos da coleta dos caminhões limpa-fossas em Barra do Bugres-MT. E através do apelo paisagístico das plantas do sistema de tratamento, propor a apropriação da paisagem para um Parque Urbano.

3. METODOLOGIA

Do ponto de vista de sua natureza segundo Silva e Menezes (2005) este trabalho é caracterizado como pesquisa aplicada porque envolve verdades e interesses locais, tem como finalidade proporcionar conhecimento para aplicação prática e resoluções de problemas específicos, no caso o destino final da coleta de esgoto por caminhões limpa-fossas. Do ponto de vista da forma de abordagem do problema de acordo com Silva e Menezes (2005) a pesquisa deste trabalho é qualitativa e quantitativa: qualitativa, pois considera que há uma relação dinâmica entre o ambiente e o sujeito, o meio é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave; quantitativa, pois considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números e fatos em informações para classificá-las e analisá-las, para que através dos resultados seja possível realizar um projeto adequado. Para Gil (1991) o procedimento metodológico do trabalho aponta o delineamento da mesma, neste caso recorreu-se à pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, e levantamento. Assim o trabalho se processará na seguinte forma desde a revisão da bibliografia existente ao projeto: Definição de Saneamento Básico → Definição e Conceituação de Esgoto Sanitário → Tipos de Esgoto e Tratamentos → Gestão dos Efluentes → Destinação Final (caminhão Limpa Fossa → Fitorremediação → Caracterização da

Área em estudo(Barra do Bugres-MT)→Proposta de Projeto(Parque/Estação de Tratamento de Esgoto- fitorremediação).

4. SANEAMENTO BÁSICO ESGOTO SANITÁRIO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) saneamento pode ser entendido como o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social.

- Mais especificamente, o saneamento básico é entendido como:

O conjunto de ações, entendidas fundamentalmente como de saúde pública, compreendendo o abastecimento de água em quantidade suficiente para assegurar a higiene adequada e o conforto, com qualidade compatível com os padrões de potabilidade; coleta, tratamento e disposição adequada dos esgotos e dos resíduos sólidos; drenagem urbana de águas pluviais e controle ambiental de roedores, insetos, helmintos e outros vetores e reservatórios de doenças” (Borja e Moraes, 2006).

- É sabido que para o consumo humano a água deve ser potável e obedecer a determinados parâmetros físico-químicos e biológicos. Sua potabilidade está atrelada ao saneamento básico, pois pelo ciclo hidrológico as águas residuais voltam para os cursos d’água. A falta de saneamento básico é responsável por contaminar a água doce e inviabiliza-la para consumo humano.

- (...) a matéria orgânica presente nos dejetos ao entrar em um sistema aquático, leva a uma grande proliferação de bactérias aeróbicas provocando o consumo de oxigênio dissolvido que pode reduzir a valores muito baixos, ou mesmo extinguir, gerando impactos na vida aquática aeróbica. Têm-se como outros exemplos de impactos a eutrofização, a disseminação de doenças de veiculação hídrica, agravamento do problema de escassez de água de boa qualidade, desequilíbrio ecológico, entre outros. (SETTI, 1996)

A ausência da rede de saneamento básico desequilibra o ecossistema aquática, ameaça a integridade da saúde do ser humano. Neste sentido, diversas instituições nacionais e internacionais como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) corroboram a estreita relação entre a falta de coleta e tratamento de esgoto com a incidência de doenças de veiculação hídrica, as quais são causadoras de 65% das internações hospitalares de crianças com até 10 anos de idade. Dentre elas as mais comuns são: amebíase, ascaridíase, cólera, diarreias infecciosas, leptospirose, giardíase, esquistossomose, hepatite A e febre tifoide.

O próprio termo já valida sua finalidade, básico. O saneamento básico evita transtornos maiores, como problemas de saúde pública e um possível colapso do meio ambiente e, por conseguinte das futuras gerações.

4.1. Definição e distinção entre os tipos de esgoto

No Brasil, quando destinado ao tratamento o esgoto é encaminhado para estações de tratamentos de esgotos, as ETARs (Estações de Tratamento de Águas Residuais) ou ETE (Estação de Tratamento de Esgoto). O nome varia de acordo com legislação específica de órgãos governamentais locais que regulamentam sobre a coleta e o tratamento dos efluentes.

Segundo Von Sperling (1996) os aspectos importantes para a seleção de um sistema de tratamento de esgotos são: eficiência, confiabilidade, disposição do lodo, área onde a estação de tratamento será implantada, impactos ambientais, custos de operação, custos de implantação, sustentabilidade e simplicidade.

Os métodos de tratamento dividem-se em processos físicos, químicos e biológicos.

- Físicos: Aplicação de forças ou mecanismos físicos (gradeamento, sedimentação, filtração, floculação, etc).
- Químicos: Remoção ou conversão de contaminantes por meio de adição de produtos químicos ou reações químicas (precipitação, adsorção, desinfecção).
- Biológicos: Remoção de contaminantes por meio de atividade biológica (bactérias, algas, plantas).

O tratamento de esgotos é desenvolvido, essencialmente, por processos biológicos, associados à operações físicas de concentração e separação de sólidos. Processos químicos (...) normalmente não são empregados por resultarem em maiores custos operacionais e menor eficiência na remoção de matéria orgânica biodegradável. (PIVELI, 2006).

Von Sperling (1996) classifica o tratamento de esgotos em nível preliminar, primário, secundário e terciário.

Preliminar: Remoção dos sólidos grosseiros

No tratamento preliminar os efluentes chegam em forma bruta com sólidos grosseiros (lixo), para isso são utilizados meios de barrar os mesmos, como o gradeamento. Podem ser grades grossas, médias ou finas, sua finalidade é basicamente na proteção de todas as unidades que compõem o sistema de tratamento de esgoto e o corpo receptor (Von Sperling, 1996).

Em relação à areia, utiliza-se a técnica de sedimentação em caixas e sua retirada é feita por desarenadores ou mão de obra humana. Há também uma unidade para a medição de vazão, ou seja, uma calha com dimensão padrão denominada Calha Parshall.

- **Primário:** Remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica.

As conhecidas fossas sépticas quando construídas dentro do padrão adequado são sistemas de tratamento primário individuais. A estabilização ocorre com um determinado tempo porque os sólidos sedimentáveis se acumulam no fundo. Entretanto os elementos patogênicos ainda estão contidos no efluente, por isso a necessidade de tratamento posterior.

Von Sperling (1996) afirma que uma ETE tem tratamento preliminar, mas pode ou não ter tratamento primário, pois depende do sistema adotado e do nível a ser atingido.

- **Secundário:** Remoção de matéria orgânica (dissolvida e em suspensão) e eventualmente nutrientes (fósforo e nitrogênio).

Segundo Von Sperling (1996) a essência do tratamento secundário é a inclusão da etapa biológica, ou seja, por reações bioquímicas de microrganismos, sol, ou vegetação. Após o tratamento secundário a eliminação de DBO pode alcançar 90%.

No nível secundário a gama de opções de tratamento abre. Dentre tantas as principais são:

- Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente - RAFA ou UASB: esta tecnologia promove a decomposição da matéria orgânica pela ação de bactérias anaeróbias contidas num reator. Neste processo a carga orgânica é consumida pelos microrganismos gerando gás metano entre outros. Os gases exalados podem ser queimados ou reutilizados para abastecimento de energia elétrica. Esse processo é complementado com uma unidade de pós-tratamento.
- Lodos Ativados: É um processo de tratamento por biológico e aeróbio, no qual o esgoto bruto do afluente e o lodo ativado (microrganismos em flocos) são misturados intimamente, agitados e aerados por bombas, e após este procedimento o lodo formado é enviado para o

decantador secundário, onde a parte sólida é separada do esgoto tratado, que é direcionado para o curso d'água.

- Lagoas de Estabilização: estas lagoas retêm os esgotos por um intervalo de tempo suficiente para que a matéria orgânica se estabilize por meio da ação de algas e bactérias. As lagoas de estabilização podem ser: facultativas, anaeróbias, de sedimentação ou aeradas. A associação entre os distintos modelos, em série, ou sua utilização como pós-tratamento de outros sistemas é muito vantajosa e altamente profícua em termos de redução de carga orgânica poluente.

Para Medeiros (2009), o processo de tratamento através de lagoas de estabilização é uma ótima opção para o tratamento de lodos sépticos no Brasil. Este tratamento é indicado para locais com disponibilidade de área e temperaturas elevadas, além de ter operação simples, pouca necessidade de equipamentos e redução do custo final.

- Wetlands ou alagados construídos: Consiste no uso da vegetação em sistemas de alagados construídos. Exerce poder de purificação através do processo denominado fitorremediação. Esse sistema tem origem nos ecossistemas naturais que são inundados o ano todo ou sazonalmente, como as várzeas dos rios, os igapós na Amazônia, os pântanos, os manguezais, entre outros.

Segundo a empresa NaturalTec nas raízes de plantas existe população microbiana benéfica que digerem a poluição decompondo-a em produtos assimiláveis e sem odor. As plantas levam oxigênio às raízes e às bactérias ali existentes o que acelera o processo. Os wetlands podem consistir na técnica adotada para tratamento secundário e terciário.

Esta técnica apresentada será conciliada com outras etapas de tratamento prévias e dará partido ao projeto, portanto será abordada posteriormente.

Terciário: Remoção de poluentes específicos e remanescente carga orgânica (serve para maior polidez do efluente).

No tratamento terciário, ou também chamado pós tratamento, os poluentes tóxicos, não biodegradáveis e aqueles restantes do tratamento secundário são removidos. Esta etapa pode ser realizada por:

- Lagoas de Maturação: são lagoas com menor profundidade onde a penetração da radiação solar ultravioleta e as condições ambientais causam uma elevada mortalidade dos organismos patogênicos, bem como a remoção de sólidos em suspensão e nutrientes. Geralmente a profundidade não é maior que 1,0m.

- Filtro Anaeróbio: neste sistema o esgoto escoar através de um leito preenchido com material inerte grosseiro como seixos, ripas ou material plástico. As bactérias existentes no esgoto aderem-se a estes materiais, formando uma película fixa. É no contato do esgoto com a película que ocorre o tratamento.

- Escoamento Superficial: este processo funciona por meios naturais, no qual o esgoto lançado na parte alta do solo percorre toda a extensão do terreno, criando condições para o desenvolvimento de uma microfauna que promove a remoção da matéria orgânica e a retenção dos sólidos em suspensão. Durante a percolação uma parte do esgoto evapora-se, outra parte infiltra-se no solo; e a restante é coletada em canais situados na parte inferior do terreno.

Existem diversas formas de tratamento para o esgoto: elas podem ser individuais ou conjuntas. A escolha cabe, portanto a compatibilidade do local, tipo de efluente, padrão do corpo receptor, viabilidade e objetivo.

4.2. Gestão dos Efluentes: a terceirização do serviço de coleta de esgotamento sanitário e sua disposição final

Como o panorama atual do esgotamento sanitário aponta a maioria das cidades brasileiras não está servida por rede coletora de esgoto e tão pouco tratamento para seu destino final.

Assim o sistema de esgotamento sanitário adotado pela população onde a rede coletora de esgoto não está implantada se restringe a sumidouros ou fossas sépticas (raro). Entretanto tais sistemas possuem limite de capacidade para os efluentes gerados nas residências, comércios, instituições ou indústrias. Quando esses sistemas ficam saturados a população é obrigada a recorrer a serviços terceirizados de remoção, mais comumente conhecidos como caminhões limpa-fossas.

4.3. Legalidade dos Caminhões limpa fossas

Para as empresas que realizam a remoção dos efluentes domésticos dos sumidouros ou fossas sépticas é necessário apresentar documentação legal como licitação e alvará emitido pelos órgãos competentes, tais variam de acordo com o município ou estado.

Em Mato Grosso, segundo a Resolução CONSEMA N° 85 DE (2014) os serviços de coleta e transporte de efluentes de fossas sépticas (limpa fossa) possui potencial poluidor alto. Portanto devem apresentar três licenças: prévia, instalação e operação. Ambas estão disponíveis para download no site da referida secretaria.

Porém, a maioria das empresas limpa fossas atua à margem da ilegalidade seja por desconhecimento, por não atender os requisitos exigidos ou até mesmo pela morosidade do sistema. Geralmente estas empresas responsáveis pela coleta de esgoto não dispõe de nenhum tipo de sistema de tratamento, o efluente coletado é lançado em ETE municipal, em casos graves, diretamente nos cursos d'água.

Identificar o destino final da remoção dos caminhões limpa-fossas e ofertar um tratamento adequado, visto que é uma atividade recorrente, é de suma importância para a qualidade de vida da população e do planeta.

5. INFRAESTRUTURA VERDE: RESILIÊNCIA PARA O AMBIENTE URBANO

No cenário atual mundial está disseminada a preocupação da sobrevivência do ser humano e a manutenção do meio ambiente, bem como a conscientização global referente às condições de ocupação e utilização do nosso planeta. Nessa perspectiva surge o conceito de desenvolvimento sustentável.

O Relatório Brundtland (1987) publicado em 1987 pela World Commission on Environment and Development definia desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações vindouras satisfazerem as suas próprias necessidades. desenvolvimento com capacidade de suporte.

O conceito da infraestrutura verde vai ao encontro ao compromisso com a sustentabilidade. O conceito é coerente perante a contribuição para a resiliência das cidades e dos ecossistemas, pois busca serviços e usos através da paisagem urbana para mitigar os efeitos negativos do modelo de desenvolvimento urbano atual.

A infraestrutura verde emerge dos princípios da ecologia da paisagem, tendo em sua essência eixos como estrutura, função e mudança. Tal conceito consiste em redes multifuncionais com a presença de vegetação que se inter-relacionam com a paisagem urbana e tem como princípio fundamental reconstituir os processos naturais e culturais que certifiquem uma vida sustentável para os cidadãos.

5.1. Sistema de Espaços Verdes como Infraestrutura Urbana para Esgotamento Sanitário

A multifuncionalidade da paisagem nos oferece a possibilidade de infraestrutura verde, aliando paisagens urbanas com o propósito de tratamento dos efluentes domésticos. Esta associação -entre infraestrutura e áreas verdes- se torna altamente proficiente para a situação do esgotamento sanitário no Brasil e no mundo.

Consoante ao tratamento de esgoto aliado a áreas verdes o sistema comumente conhecido como wetland ou alagados construídos apresenta eficiência e viabilidade econômica. Segundo Bonzi (2014) tais são sistemas biomiméticos, isto é, sistemas sintéticos inspirado na natureza, e tais podem colaborar significativamente na constituição de uma infraestrutura verde urbana.

Sistemas de tratamento de efluentes através da vegetação e munidos de valores paisagísticos, são espaços multifuncionais onde a simbiose entre paisagem, sustentabilidade e infraestrutura urbana gera espaços configurados como importantes peças de infraestrutura verde. Sistemas construídos que utilizam a fitorremediação são capazes de ofertar ao espaço urbano serviços de infraestrutura (tratamento de esgoto), lazer, conservação da biodiversidade e principalmente fomentar a questão da educação ambiental em todos os cidadãos.

6. FITORREMEDIAÇÃO: A UTILIZAÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS PARA O TRATAMENTO DE ESGOTO

6.1. A fitorremediação

A fitorremediação é uma técnica de descontaminação em que se utilizam plantas para remover poluentes do ambiente ou transformá-los em formas menos perigosas para os seres vivos. (Salt et al, 1998 apud Divensi et al.).

Segundo a EMBRAPA (201-?) o uso do termo phytoremediation (phyto = vegetal + remediation = remediação) é recente, o mesmo foi apresentado no ano de 1991 para definir o uso de vegetais e dos microorganismos a eles associados como instrumento para contenção, isolamento, remoção ou redução das concentrações de substâncias contaminantes em meio sólido, líquido ou gasoso.

Procópio et. al (2009) divide a fitorremediação em oito processos: fitoextração, fitoacumulação, fitodegradação, fitovolatilização, fitoestimulação, rizodegradação, rizovolatilização e rizoestabilização. No que tange ao tratamento de efluentes domésticos ocorrem basicamente os processos de: Fitovolatilização ,Remoção dos poluentes e subsequente lançamento para a atmosfera, Fitodegradação ,Quebra dos poluentes pelo metabolismo da planta, Fitoextração ,Extração dos contaminantes do solo pela planta; Rizodegradação;Degradação dos contaminantes por microorganismos da rizosfera.

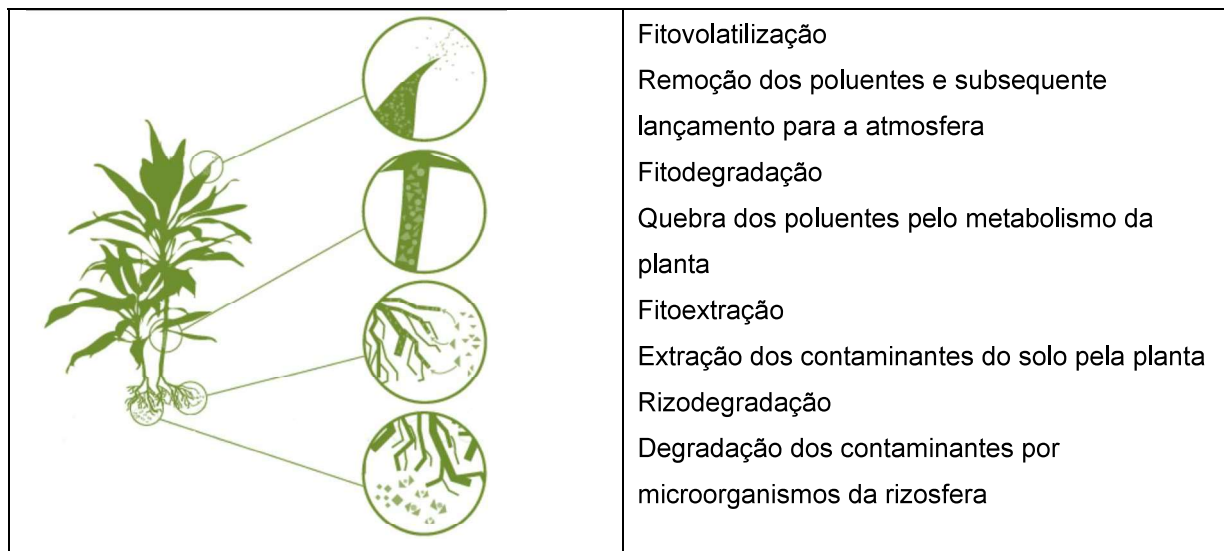


Figura 2 : Processos Fitorremediação

Segundo Procópio et al. (2009) as principais potencialidades na utilização da fitorremediação são:

- Menor custo em relação às técnicas tradicionalmente utilizadas;
- O emprego de plantas é mais favorável esteticamente do que qualquer outra técnica de tratamento;
- Utiliza energia solar (crescimento das plantas) para realizar os processos de descontaminação;

Apresenta alto índice de aceitação pública

Procópio et al. (2009) aponta as principais limitações: clima e condições edáficas que podem restringir o crescimento da vegetação –não é o caso do Mato Grosso-; necessidade de manejo intermitente e demanda de grande área para implantação.

6.2. Os Wetlands como forma de tratamento de esgoto sanitário

Segundo Zanella (2008) o sistema construído que possui este tipo de processo recebeu variadas denominações, como: terras úmidas, wetlands, zona de raízes, zonas úmidas, leitos cultivados, jardins filtrantes, entre outros.

Von Sperling (2005) aponta que essas estruturas consistem em lagoas, jardins ou canais rasos e podem ser caracterizados pelo tipo de fluxo, sendo eles:

- Fluxo vertical: consiste tipicamente em um filtro de areia ou cascalho, plantado com vegetação. Sua operação se assemelha a rotina de um filtro, com ciclos de dosagem e drenagem. Esse tipo de fluxo é o adotado para a proposta e melhor abordado no capítulo 5. (Von Sperling, 2005).
- Fluxo Horizontal Superficial: Nessa configuração os wetlands construídos assemelham-se aparentemente com áreas alagadas naturais, contendo plantas aquáticas enraizadas e/ou flutuantes. (Von Sperling, 2005).
- Fluxo horizontal subsuperficial: Nesta configuração a wetland não se assemelha a áreas alagadas naturais. O sistema contém um leito composto de pequenas pedras, cascalho, areia ou solo, dando suporte ao crescimento de plantas aquáticas. O nível da água permanece abaixo da superfície do leito, enquanto o efluente escoar entre as raízes das plantas aquáticas. (Von Sperling, 2005).

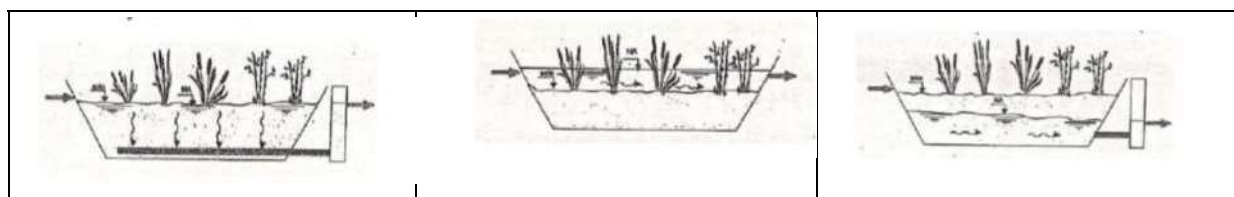


Figura 3 : Fluxo vertical

Fluxo horizontal superficial

Fluxo Horizontal Subsuperficial

6.3. Macrófitas Aquáticas

Para a fitorremediação é necessária a utilização de plantas que possuam determinadas características como: boa capacidade de sorção¹⁹; sistema radicular²⁰ profundo e denso; acelerada taxa de crescimento e produção de biomassa; fácil colheita; grande resistência ao poluente, pragas e doenças; adaptabilidade ao local a ser remediado; fácil controle ou erradicação posterior e, quando necessário, facilidade na remoção das plantas da área contaminada (Pilon-Smits, 2005 apud Procópio et al, 2009).

Essas espécies requerem altas concentrações de nutrientes como o nitrogênio e o fósforo (presentes no esgoto). As plantas macrófitas aquáticas constituem, em sua grande maioria, vegetais com grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de ambientes, e mesmo absorvendo cargas poluentes sobrevivem por não serem bioacumuladoras.

Dentro do sistema wetland, segundo Salati et. al (2009) são utilizadas:

-Macrófitas aquáticas emergentes (emersas): plantas enraizadas no solo com folhas que emergem para fora d'água. Ex.: Typha (taboa), Echinodorus, Eleocharis, etc.

- Macrófitas aquáticas flutuantes: plantas não enraizadas no solo com folhas flutuando na superfície da água. Esses canais podem conter apenas uma espécie ou um conjunto delas. Ex: Salvinia auriculata (salvinia/mururé carrapatinho) e Eicchornia crassipes (aguapé), que possui grande capacidade de crescimento vegetativo.

- Macrófitas aquáticas submersas: Estas espécies podem ser divididas em enraizadas (ex: Egeria densa (elódea), Mayaca sp.) e livres (submergidas livremente na água ou presas em outras macrófitas, ex: Utricularia sp.) (Probio, 2008). Estas macrófitas quando são expostas ao sol geralmente seus tecidos fotossinteticamente ativos são destruídos.

Para a fitorremediação eficaz dos efluentes domésticos a escolha ideal é a espécie que mais reúne características fisiológicas e morfológicas. Devido as particularidades de cada espécie é adequado que várias tipos de macrófitas sejam usadas em um mesmo local, ao mesmo tempo ou subsequentemente, para promoverem maior descontaminação (Procópio et. al, 2009).

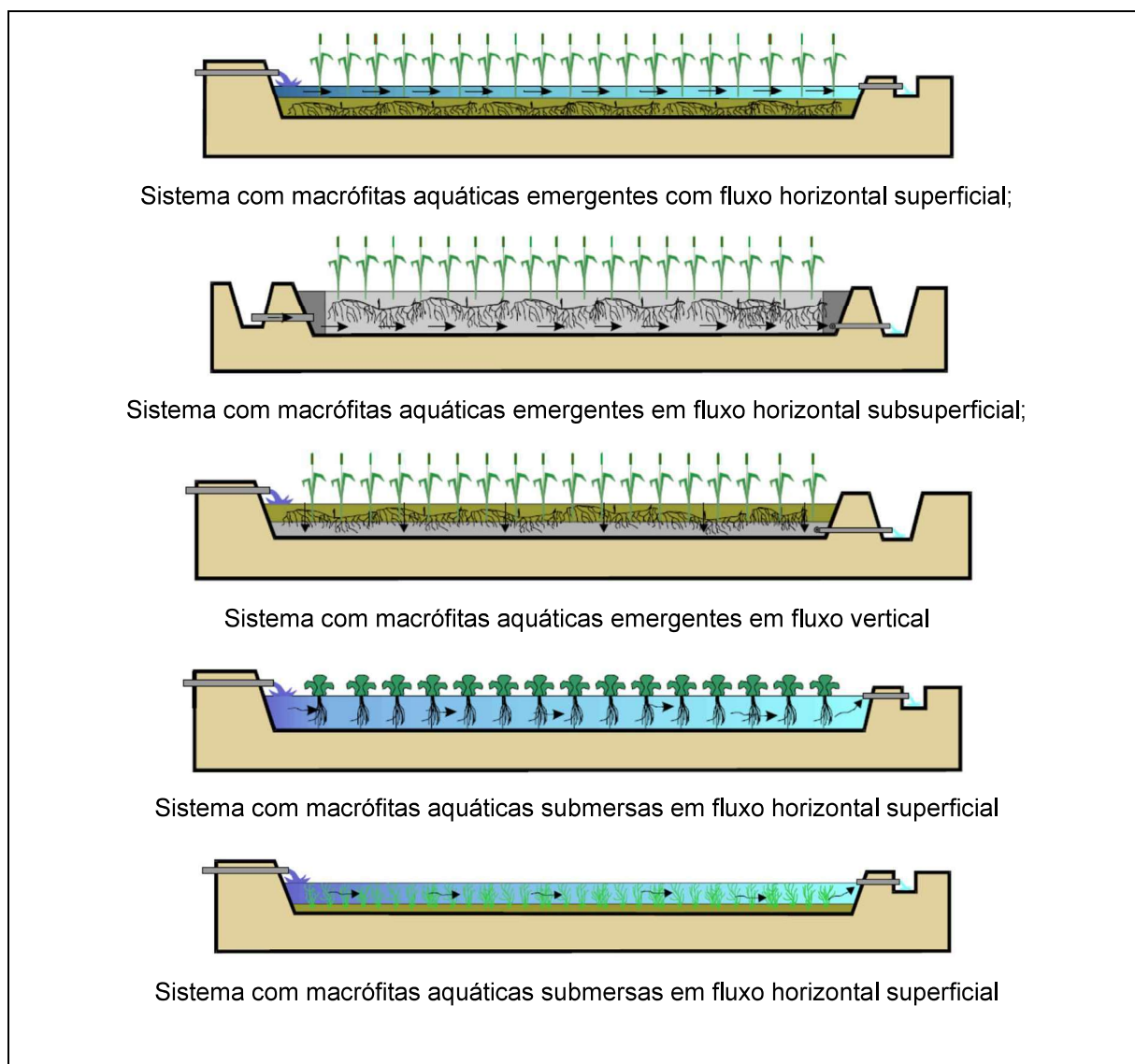


Figura 4 : Sistemas com as opções de uso de macrófitas

6.4. Destino final dos resíduos: Areia, Lodo e Biomassa

O primeiro princípio do design ecológico é que “resíduo é igual a alimento”. O maior conflito entre ecologia e economia, deriva-se do fato de que os ecossistemas naturais são cíclicos, não geram nenhum resíduo excedente, enquanto nossos sistemas industriais são lineares, descartam resíduos tanto na produção, como no consumo. (Capra, 2004).

O final do tratamento de esgoto gera grande quantidade de resíduos sólidos, como lodos, areias e materiais mais grosseiros (retidos no gradeamento). A frequência de remoção dos resíduos varia de acordo com condições climáticas e tipos de sistema de tratamento.

Para a areia retida nas caixas de areia, um destino alternativo e viável é sua recuperação para a construção civil, que através de processos de limpeza podem ser reutilizadas.

Quanto ao lodo Pegorini (1999) aborda que o reaproveitamento para uso agrícola e florestal demonstra ser a melhor opção de reuso do lodo, pois reduz a exploração de recursos naturais para fabricação de fertilizantes e proporciona melhores resultados econômicos, desde que a qualidade seja assegurada e obedecida as exigências da Resolução Conama 375/2006 (BRASIL, 2006)

No caso do tratamento de efluentes domésticos pelo sistema de wetlands o volume de biomassa (resíduos sólidos vegetais) gerado é grande devido ao manejo (poda/eliminação)

constante das macrófitas aquáticas utilizadas. Para este tipo de resíduo o uso para fertilização de culturas é da mesma forma válido, desde que sejam encaminhadas para compostagem.

A biomassa (vegetação removida) resultante do tratamento de esgoto contém vários dos macro e micronutrientes necessários às plantas e é rico em matéria orgânica, fazendo com que sua aplicabilidade se torne extremamente eficiente na produtividade das culturas reduzindo a utilização de fertilizantes industriais e diminuição dos custos de adubação. Este processo final é de responsabilidade da unidade geradora (ETE), que pode por conta própria processar e destinar os resíduos aos aterros sanitários, indústrias recicladoras ou plantações; ou contratar empresas do ramo terceirizadas.

Tal fato pode ser comprovado em uma das análises correlatas que será abordada no próximo capítulo, assim como outros bons exemplos e resultados da solução escolhida: fitorremediação.

7. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO PARA BARRA DO BUGRES

Barra do Bugres é um município do estado de Mato Grosso que dista 170 km da capital Cuiabá. Possui uma população com pouco mais de 32 mil habitantes. Parte da população não é servida com rede coletora de esgoto, acarretando assim na necessidade de serviço terceirizado quando seus reservatórios (sumidouros ou fossas) saturam. Em Barra do Bugres há somente uma empresa prestadora de serviço de coleta de efluentes.

A ETE Ecológica que se encarregará do tratamento desses efluentes será implantada no núcleo urbano, pois o sistema adotado não gera odores desagradáveis e será apropriada para um parque urbano, devendo assim ter localização de fácil acesso para os cidadãos. O parque será de extrema importância do tocante social, pois os moradores dos bairros próximos são em sua maioria de classe econômica média baixa ou baixa. Nesta região urbana a população é desprovida de equipamentos comunitários, e o Parque proporcionará a melhora da qualidade de vida da cidade e principalmente desses moradores.

A ETE municipal existente encontra-se desativada, mas perante ao projeto proposto ela se torna uma condicionante para a escolha do terreno pois caso ocorra futuramente aumento da demanda de capacidade do sistema a mesma poderia passar por intervenção e ser incorporada ao sistema proposto.

O entorno do terreno está na borda da área urbana de Barra do Bugres, que consiste basicamente em área residencial e lotes caracterizados como chácaras. O acesso ao terreno pode ser feito pela Rua Brilhante e a Rua Diacuí



Figura 5 : implantação geral do parque com estação de tratamento de esgoto em Barra do Bugres



Figura 6 : Perspectivas do parque com estação de tratamento de esgoto em Barra do Bugres

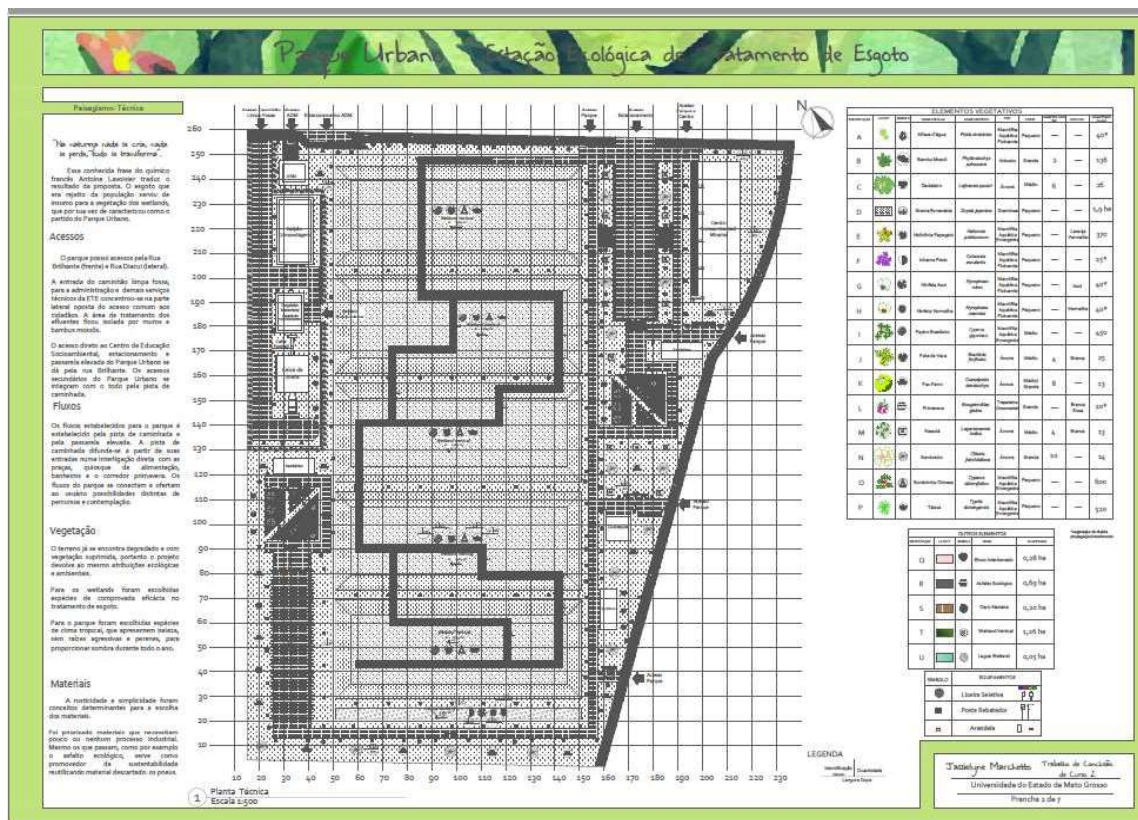


Figura 7 : Especificação paisagística do Parque da Estação de Tratamento

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se a importância de um destino final adequado para os efluentes, a importância dos espaços verdes públicos no ambiente urbano e como é possível integrar infraestrutura urbana às áreas verdes. Atendendo todas as legislações vigentes o projeto foi pensado de forma eficiente em sua capacidade de tratar o esgoto, possuir um partido paisagístico arrojado e, ser principalmente um equipamento urbano funcional para uma área deficitária de espaços públicos. O resultado é um projeto inovador, não agressivo ao meio ambiente e adequado para o convívio urbano, recreação e integração comunitária. Todos os elementos do parque, desde os de infraestrutura urbana (wetlands), os paisagísticos (ex: corredor primavera) e os arquitetônicos aproximam o usuário ao meio natural e visão do entorno, e resultado do parque é que para onde o cidadão lance o olhar a paisagem seja bela e desfrutável. O resultado é um equipamento público de infraestrutura verde funcional e social, onde a vida essencialmente urbana pode ser refugiada e ao cidadão ser proporcionado verdadeiros espaços democráticos, sem distinções de usuários. Portanto o Trabalho de Conclusão de Curso além de resultar num projeto profícuo, proporcionou ensinamentos tanto para a vida acadêmica, quanto para a profissional. E tem por final o intuito de servir como material de pesquisa para estudantes e profissionais que tiverem interesse à temática de infraestrutura verde.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONZI, Ramón Stock. *Emerald Necklace – Infraestrutura Urbana Projetada como Paisagem*. Revista LABVERDE n°9 – Artigo n°06. São Paulo: FAUUSP. 2014.
- BORJA, Patrícia; MORAES, Luiz Roberto Santos. *Revisitando o conceito de Saneamento Básico no Brasil e em Portugal*. *Politécnica – Revista do Instituto Politécnico da Bahia*, n.20-E, ano 7, p. 5-11, jun. 2014.

- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado / Fundação Nacional de Saúde – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2010.*
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Nº 375 , de 29 de agosto de 2006
- CAPRA, Fritjof. *A Teia da Vida: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. Tradução Newton Roberval Eicheberg. São Paulo: Cultrix, 1996. 256 p. Título Original: The Web of Life: A new scientific understanding of living systems. Tradução: Newton Roberval Eicheberg.*
- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Relatório Brundtland. Oxford University Press. 1987. 383 p.*
- Conselho Estadual de Meio Ambiente. Resolução CONSEMA Nº 85. 24 de setembro de 2014.
- DIVENSI, Helizabett Fernanda do; LIMA, Sônia Barbosa; SOUZA, Débora Cristina de. *Tratamento de efluentes com altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes utilizando macrófita aquática. V Encontro de Produção Científica e Tecnológica. 2010*
- EMBRAPA. *Fitorremediação de solos com resíduos de herbicidas. Disponível em; < <https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/1073/fitorremediacao-de-solos-com-residuos-de-herbicidas>>. Acesso em 14 de outubro de 2015.*
- GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1991*
- MEDEIROS, D. D. V. *Avaliação da Eficiência de lagoas de estabilização no tratamento de resíduos esgotados de fossas sépticas. Natal, 2009. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte*
- PEGORINI, E.S. et al. *Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura. Curitiba: SANEPAR, 1999. 92p.*
- PIVELI, R. P. . *Tratamento de Esgotos Sanitários. 2006. (Curso de curta duração ministrado/Extensão).*
- PROCÓPIO S.O.; PIRES, F.R., SANTOS, J.B., SILVA, A.A. *Fitorremediação de solos com resíduos de herbicidas. Aracaju: EMBRAPA. Tabuleiros Costeiros, 2009*
- ROGERS, Richard. *Cidades para um pequeno Planeta. 1.ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.*
- SALATI, Eneas; SALATI, Eneas Filho; SALATI, Eneida. *Utilização de Sistemas de Wetlands Construídas para Tratamento de Águas. Piracicaba.2009.*
- SETTI, A.A. *A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos. Brasília: IBAMA, 1996, p.57 – 64.*
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4. ed. Florianópolis, 2005.*
- VON SPERLING, M. *Princípios básicos do tratamento de esgotos – Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. V.2. 1996.*
- VON SPERLING, M. *Lodo de esgotos: tratamento e disposição final. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; Companhia de Saneamento do Paraná, 2001. 484p.*
- VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005*
- ZANELLA, L. *Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: Wetlands-construídos utilizando brita e bambu como suporte. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2008. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2008. 219 p.*