

**BARREIRAS VEGETAIS PARA A MITIGAÇÃO DE ODORES DEVEM ATENDER
TAMBÉM AOS OBJETIVOS DE REFORÇO DA SEGURANÇA ALIMENTAR E
SUPORTE À BIODIVERSIDADE**

Plant barriers for odour mitigation must also meet the objectives of improving food security and supporting biodiversity

Las barreras vegetales para la mitigación de olores también deben cumplir los objetivos de mejorar la seguridad alimentaria y apoyar la biodiversidad

Deleon da Silva Leandro
Acadêmico do Mestrado em Geografia da UFMT, campus de Rondonópolis
deleon_roo@hotmail.com

Fabio Angeoletto
Professor Permanente do Mestrado em Geografia da UFMT, campus de Rondonópolis
fabio_angeoletto@yahoo.es

Taise Ernestina Prestes Duarte
Gestora ambiental e Mestre em Geografia
taisepduarte@hotmail.com

Enrique Richard
Professor e Pesquisador da Universidad Mayor de San Andres
chelonos@gmail.com

João Fernando Copetti Bohrer
Acadêmico do Mestrado em Geografia da UFMT, campus de Rondonópolis
jf.bohrer@hotmail.com

Leandro Bernardo Leite
Acadêmico do Mestrado em Geografia da UFMT, campus de Rondonópolis
leandronago@hotmail.com

Simoni Loverde-Oliveira
Professora do Mestrado em Geografia da UFMT, câmpus de Rondonópolis
si.loverde@hotmail.com

Resumo: Os gases provenientes da decomposição microbológica são um dos principais impactos das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) sobre as populações contíguas. Idealmente, as estações devem ser edificadas fora do perímetro urbano, mas dada a baixa capacidade de planejamento e gestão das cidades brasileiras, é comum que essas estações estejam localizadas em áreas de grande densidade populacional. Esse é o caso da ETE de Rondonópolis, no Mato Grosso. Nesse artigo, descrevemos uma proposta de barreiras vegetais que prevê a introdução de árvores frutíferas nos quintais das residências afetadas pela ETE, além dos

tradicionais plantios arbustos e árvores em fileiras, comumente recomendados para a mitigação de odores. A barreira extra de frutíferas também têm os objetivos de dar suporte à fauna silvestre e reforçar a segurança alimentar das famílias.

Palavras-chave: estações de tratamento de esgoto; barreiras vegetais; ecologia urbana; biodiversidade urbana; segurança alimentar.

Abstract: Gases from microbiological decomposition are one of the main impacts of sewage treatment plants on contiguous populations. Ideally, stations should be built outside the urban perimeter, but given the poor planning and management capacity of Brazilian cities, it is common for such stations to be located in densely populated areas. This is the case of the sewage treatment plant of Rondonópolis county, Mato Grosso State. In this paper, we describe a proposal of plant barriers that provides for the introduction of fruit trees in the backyards of homes affected by the sewage treatment plant, in addition to the traditional planting shrubs and row trees commonly recommended for odor mitigation. The extra fruit barrier also aims to support wildlife and enhance household food security.

Keywords: sewage treatment plants; plant barriers; urban ecology; urban biodiversity; food security.

Resumen: Los gases de la descomposición microbológica son uno de los principales impactos de las plantas de tratamiento de aguas residuales en poblaciones contiguas. Idealmente, las estaciones deberían construirse fuera del perímetro urbano, pero dada la escasa capacidad de planificación y gestión de las ciudades brasileñas, es común que dichas estaciones se ubiquen en áreas densamente pobladas. Es el caso de la plantas de tratamiento de aguas residuales de Rondonópolis, en Mato Grosso, Brasil. En este documento, describimos una propuesta de barreras vegetales que prevé la introducción de árboles frutales en los patios de las casas afectadas por la EDAR, además de los arbustos y árboles de hilera tradicionales que se recomiendan comúnmente para la mitigación de olores. La barrera adicional de frutales también tiene como objetivo dar soporte a la vida silvestre y mejorar la seguridad alimentaria de los vecinos.

Palabras clave: plantas de tratamiento de aguas residuales; barreras vegetales; ecología urbana; biodiversidad urbana; seguridad alimentaria

1 INTRODUÇÃO

O sistema de esgotos sanitários é o conjunto de obras e instalações que propicia coleta, transporte, tratamento, e disposição final das águas residuárias, evitando a contaminação das águas, alimentos, a proliferação de doenças e aumento de vetores decorrentes da disposição inadequada dos esgotos sanitários no meio ambiente (RIBEIRO e ROOKE, 2010). Portanto, uma Estação de Tratamento de Esgoto - ETE é uma unidade projetada atuar no tratamento do esgoto sanitário através de processos físicos, químicos e biológicos. Nestes processos, os contaminantes presentes no esgoto são tratados para voltar para natureza (CHAGAS, 2000).

Muito embora coleta e tratamento de esgoto sejam de fundamental importância para a garantia da qualidade de vida de uma população, se não forem bem projetadas e operadas, as ETEs podem causar uma série de impactos negativos ao meio ambiente (ORSSATTO, VILAS BOAS E e YNG, 2015). De acordo com Braga et al (2011), os gases liberados nos processos de tratamento do esgoto são um dos principais impactos de uma ETE Este impacto não possui tratamento direto.

Dentre os gases liberados por uma ETE, estão o Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO₂), Dióxido e Trióxido de enxofre (SO₂ e SO₃), Dióxido de nitrogênio (NO₂), Metano (CH₄), Gás sulfídrico (H₂S), Óxido nitroso (N₂O). Os efeitos destes gases à saúde e bem estar da população do entorno são especificados por Braga et al (2011), conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Gases produzidos pela ETE e seus efeitos no meio ambiente.

Table 1: Gases produced by ETE and their effects on the environment.

<i>Tipos de gases</i>	<i>Efeitos</i>
<i>Monóxido de carbono (CO)</i>	Apresenta grande toxicidade para os seres humanos, causando a redução da oxigenação do sangue afetando o sistema nervoso.
<i>Dióxido de carbono (CO₂)</i>	Seu acúmulo aumenta o efeito estufa.
<i>Dióxido e Trióxido de enxofre (SO₂ e SO₃)</i>	É um dos compostos presente nos combustíveis fósseis que se torna resultante da chuva ácida.
<i>Dióxido de nitrogênio (NO₂)</i>	É gerado da degradação da matéria orgânica, é um gás muito tóxico, conhecido pelo forte odor.
<i>Metano</i>	É produzido na decomposição da matéria orgânica, é também

(CH_4)	um dos principais causadores do efeito estufa.
<i>Gás sulfídrico</i> (H_2S)	É um gás muito tóxico e irritante, seu odor é de ovo podre.
<i>Óxido nitroso</i> (N_2O)	É considerado poluente troposférico, mas uma vez inserido na estratosfera, ele exerce efeito sobre o ozônio, e contribui para degradação da camada de ozônio.

Fonte: Adaptado de BRAGA et al, 2011.

De acordo com Alves (2004), geralmente uma ETE não gera odores em concentrações que possam afetar a saúde das pessoas. Entretanto, em algumas situações adversas como um maior tempo de residência dos efluentes nas lagoas associado às temperaturas mais elevadas e a falta de oxigênio, podem estimular o desenvolvimento de bactérias que reduzem os compostos que contenham enxofre, gerando o sulfeto de hidrogênio (H_2S). Desta forma, haverá uma maior concentração deste gás nos odores, podendo afetar a saúde da população vizinha.

Os principais efeitos dos gases emitidos pelas ETEs à saúde humana pode-se citar a asma, o enfisema, a rinite e ainda dor de cabeça e enjoo (FRARE, 2009). Portanto, as ETEs devem planejar formas de reduzir os odores gerados no tratamento de esgoto sanitário, minimizando os impactos à saúde e bem estar da população.

Geralmente, a redução de odor da ETE é feita por meio de aplicação de produtos químicos, como o nitrato de cálcio, nitrato de amônia, peróxido de hidrogênio, oxigênio, cloreto férrico, soda cáustica, hidróxido de cálcio e nitrito. Também são utilizados como forma de contenção de odores a instalação de exaustores próximos a pontos de fuga do gás, que sugam o ar contaminado com o sulfeto de hidrogênio, enviando-o para tratamento em filtros, que podem ser químicos (torres de lavagem) ou biológicos (biofiltros) (BRAGA et al, 2011).

A implantação de barreiras vegetais pode ser uma alternativa econômica e eficiente para contenção de odores em estações de tratamento de esgoto. De acordo com Amorim (2004), a vegetação atua como um obstáculo, podendo ser utilizada para controlar as ações do vento, impedindo assim que ele transporte compostos odoríferos até regiões habitadas.

A vegetação, além de uma barreira, funciona aumentando a turbulência no terreno, melhorando a diluição dos odores. De acordo com o OEH (2015), a falta de turbulências no terreno permite que os odores não sejam elevados, viajando em um fluxo laminar próximo à

superfície. Desta forma, a presença de barreiras vegetais força o fluxo de ar para cima, aumentando sua velocidade e consequentemente dispersando os odores.

Diante dos benefícios da vegetação na dispersão de odores, o presente artigo pretende mostrar como as barreiras vegetais podem auxiliar na mitigação de odores provenientes da Estação de Tratamento de Esgoto de Rondonópolis, melhorando a qualidade de vida da população dos Bairros Maria Teresa, Jardim Morumbi e Vila Mamed. Para tanto analisou-se a percepção dos moradores destes bairros sobre os impactos negativos da ETE para a qualidade de vida da população, realizou-se um diagnóstico das condições atuais da estação de tratamento e finalmente propôs-se um plano de intervenção com o uso de barreiras vegetais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 localização do município de Rondonópolis - MT

Rondonópolis localiza-se na região sudoeste do estado de Mato Grosso a 212 km da capital Cuiabá. (Figura 1). Localizada no bioma do Cerrado, possui uma área de 4.159,118 km², e uma população estimada para o ano de 2015 de 215.320 habitantes. (IBGE). O clima é tropical com alternância de estação chuvosa (verão) e seca (inverno). As temperaturas elevadas acontecem praticamente em todas as estações do ano. (SETTE, 1996).

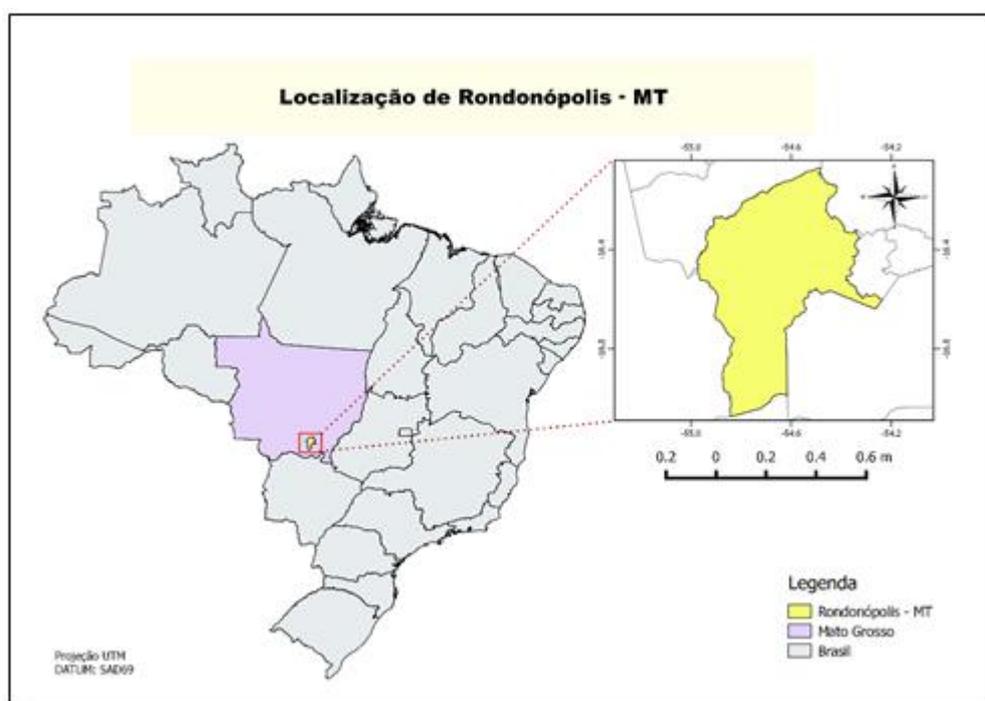


Figura 1: Localização de Rondonópolis – MT.

Figure 1: Location of Rondonópolis – MT - Brazil.

Rondonópolis exerce um papel significativo no cenário econômico regional devido sua estratégica localização geográfica, no contexto das relações com o mercado de consumo. Além de sua localização privilegiada, no contexto do escoamento da produção de grão de todo o estado de Mato Grosso, no eixo de duas importantes rodovias federais (BR 163 e BR 364), outros fatores como a modernização da agricultura, o crescimento dos serviços relacionados ao mercado agrícola e consequente atração de trabalhadores em busca de oportunidades, fizeram com que Rondonópolis experimentasse altos índices de expansão urbana desde a década de 1980. (NEGRI, 2008; DEMAMANN, 2011)

2.2 A Estação de Tratamento de Esgoto de Rondonópolis

A Estação de Tratamento de Esgoto de Rondonópolis localiza-se na região sudoeste da sede do município, em área próxima a confluência do Rio Vermelho e Córrego do Reino ou Putuia. De acordo com o SANEAR (2016), o sistema de esgotamento sanitário do Município de Rondonópolis atualmente atende cerca de 52% da população urbana.

O sistema de esgotamento sanitário da cidade de Rondonópolis conta com 24 estações elevatórias de esgoto, espalhadas ao longo do perímetro urbano da cidade, totalizando um comprimento estimado de 630 Km de tubulações (SANEAR, 2016) (Figura 2).



Fonte: SANEAR (2016). Figura 2: Sistema de tratamento de esgoto de Rondonópolis.

O tratamento do esgoto sanitário na Estação de Tratamento de Esgoto de Rondonópolis envolve as seguintes etapas: Tratamento preliminar, Lagoa Aerada de Mistura Completa – LAMC, Lagoa Aerada Facultativa em Série – LAFS e Desidratação por Sistema Mecanizado - DSM. Cada uma destas etapas é especificada na Tabela 2.

Tabela 2: Etapas do tratamento do esgoto sanitário na ETE de Rondonópolis.

Table 2: Stages of sanitary sewage treatment in ETE of Rondonópolis.

<i>Tratamento Preliminar</i>	<p>O tratamento preliminar é composto por uma caixa de passagem que serve para reduzir a velocidade do fluxo e receber efluentes coletados por caminhões limpa fossa. O esgoto recebido passa por uma grade com espaçamentos de 10 cm para retenção dos sólidos maiores, e em seguida pelo desarenador para decantação do material inorgânico (areia). Todo o efluente restante é conduzido por uma calha Parshall, que após a medição do volume, segue para as lagoas.</p>
<i>LAMC</i>	<p>As Lagoas Aeradas de Mistura Completa - LAMCs possuem forma retangular com dimensões no fundo da lagoa de 154 m x 55 m, com área total de espelho d'água de 11.000 m² e profundidade de 3 metros. A movimentação do líquido nas lagoas é realizada por meio de 16 aeradores flutuantes aspirados. Os efluentes permanecem nesta lagoa por um período de dois a três dias para início do processo de decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos aeróbios. Os esgotos provenientes das LAMCs são direcionados até as Lagoas Aeradas Facultativas - LAFs através de uma caixa dissipadora de vazão existente na entrada de cada lagoa facultativa.</p>
<i>LAFS</i>	<p>As quatro LAFs operam em série, promovendo a complementação do processo de remoção da matéria orgânica dos esgotos, bem como a separação e estabilização dos sólidos. Cada lagoa possui uma área total de espelho d'água de 4.200 m² e profundidade de 3,2 metros, sendo 53 m x 54,5 m de fundo nas duas primeiras lagoas facultativas e 49,1 m x 54,5 m nas duas últimas lagoas facultativas.</p> <p>O fornecimento de oxigênio nas lagoas é realizado por 4 aeradores flutuantes aspirados nas duas primeiras lagoas e 2 aeradores em cada uma das duas lagoas finais. O tempo de detenção é de aproximadamente 1 dia em cada uma das quatro</p>

lagoas da série.

A lagoa de lodo receberá o lodo através de descargas em batelada, encaminhando uma vazão regularizada até a desidratação, através de duas bombas submersíveis. No projeto, a área total de espelho d'água da lagoa de lodo é de 3.150 m², e 3 metros de profundidade, contanto com quatro misturadores de 20 cvs de potência cada.

O lodo é retirado da lagoa por meio de um recalque que utiliza duas bombas de fluxo positivo. O lodo acumulado é encaminhado para a elevatória de alimentação da desidratação, onde o lodo receberá a aplicação de um coagulante (polieletrólito catiônico), e posteriormente encaminhado até uma centrífuga do tipo decanter para ser desidratado. O lodo desidratado será depositado em caçambas e abrigado em galpão coberto para ser encaminhado posteriormente ao aterro sanitário. Já o efluente resultante deste processo será recalcado de volta às LAMCs.

Fonte: SANEAR (2016).

Apesar de estar contido entre as etapas do tratamento do esgoto sanitário na ETE de Rondonópolis, a desidratação por sistema mecanizado ainda não ocorre conforme especificado na Tabela 1. De acordo com a SANEAR (2016), devido ao pouco tempo de operação da ETE de Rondonópolis, ainda não houve acúmulo de lodo suficiente para iniciar o processo de DSM.

Por fim, todo o efluente resultante do tratamento do esgoto sanitário da ETE de Rondonópolis é descartado no Rio Vermelho, à jusante da estação (SANEAR (2016)).

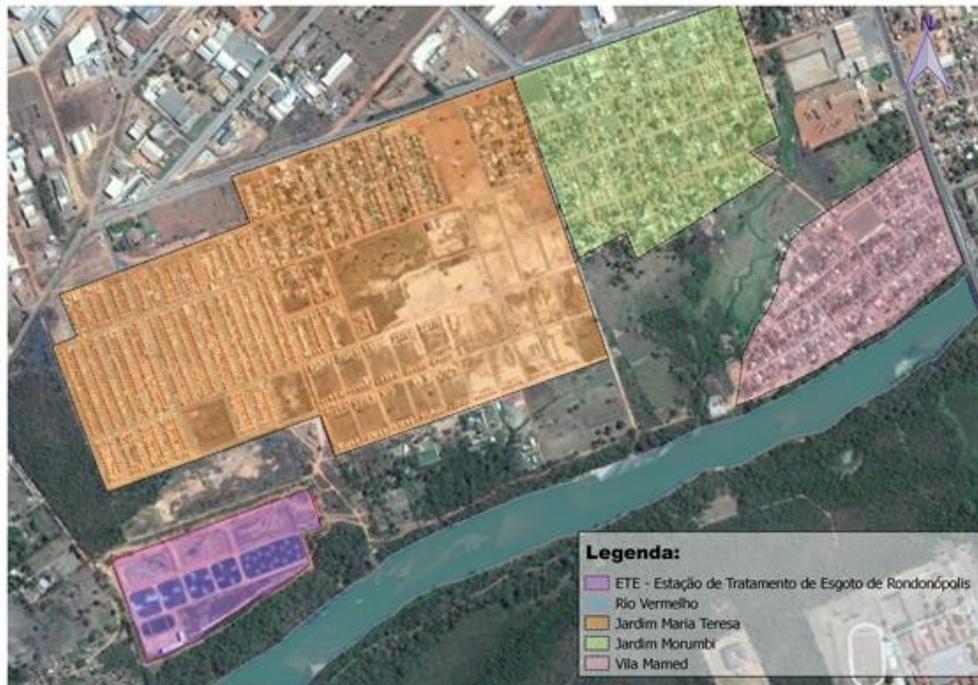
2.3 População atingida pelos impactos negativos da ETE de Rondonópolis

De acordo com o (SANEAR (2016)), a ETE de Rondonópolis teve suas obras iniciadas ainda na década de 1980. Neste período, ainda não havia urbanização no local, entretanto, com o rápido processo de expansão urbana vivenciado em Rondonópolis, a mancha urbana expandiu-se no sentido oeste, chegando as proximidades da ETE.

A ampliação da rede de coleta de esgoto e aumento da população urbana em Rondonópolis, resultou conseqüentemente, no aumento da proporção e capacidade da estação.

Portanto, com a proximidade de loteamentos urbanos, os odores gerados na ETE passaram a representar um problema para a população o entorno.

Dentre os bairros diretamente atingidos pela estação, constam-se o Jardim Morumbi, Vila Mamed e Jardim Maria Teresa (Figura 3).



Fonte: Google Earth.

Figura 3: População atingida pelos impactos negativos da ETE de Rondonópolis.

Figure 3: Population affected by the negative impacts of the ETE in Rondonópolis.

A Vila Mamed é um Bairro irregular, resultante de invasões ocorridas na década de 1980. A implantação do bairro Jardim Morumbi foi aprovada pela Prefeitura Municipal de Rondonópolis no ano de 1980.

O bairro Jardim Maria Teresa é o maior bairro e o mais próximo a ETE. O Jardim Maria Teresa foi aprovado em 1983. Entretanto, houve uma expansão de 837 lotes a sudoeste do bairro no ano de 2012. Desta forma, os lotes recentemente parcelados, localizam-se a aproximadamente 180 m da estação, devido esta proximidade, a população residente neste bairro é a mais atingida pelos impactos negativos da ETE.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Percepção dos moradores sobre os impactos da ETE de Rondonópolis na qualidade de vida da população vizinha

Devido à proximidade de loteamentos urbanos à ETE de Rondonópolis, os odores gerados pela decomposição anaeróbia no processo de tratamento do esgoto sanitário é o principal impacto negativo à qualidade de vida para a população do entorno. Desta forma, uma pesquisa realizada por Dantas et al (2016) aplicou um questionário em cinquenta residências localizadas no entorno da ETE de Rondonópolis, com o objetivo de avaliar a percepção dos moradores sobre os impactos da ETE na qualidade de vida da população vizinha.

De acordo com Gráfico 1, mais da metade dos moradores entrevistados afirmaram ter contraído algum tipo de doença relacionada, segundo eles, ao convívio com a ETE. Dentre prejuízos à saúde sentidos pela população do entorno causados pela falta de controle e tratamento dos gases gerados pela ETE, os entrevistados mencionaram dores de cabeça (56%) e mal-estar (44%) (Gráfico 2).



Gráfico 1: Acometimento de doenças relacionadas ao convívio com a ETE.

Graph 1: Disease related to living with ETE.

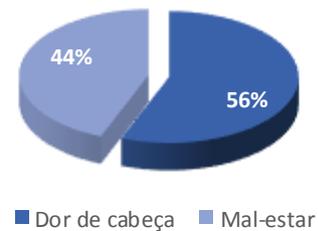


Gráfico 2: Sintomas decorrentes dos odores gerados pela ETE

Graph 2: Symptoms arising from the odors generated by ETE.

De acordo com os moradores entrevistados (Gráfico 3), o período do dia de maior incidência e odores ocorre à tarde. O aumento da percepção dos odores neste período podem estar relacionadas ao aumento da temperatura, aumentando assim a emissão de gases liberados com a decomposição da matéria e maior frequência de ventos. Além dos danos à saúde e bem-estar da população do entorno causados pelo odor, a maioria dos entrevistados (72%) perceberam um aumento na quantidade de vetores como moscas e baratas (Gráfico 4).



Gráfico 3: Horário de Maior Percepção de Odor.

Fonte: DANTAS P. G. M. P. et al, 2016
Gráfico 4: Percepção quanto ao aparecimento de vetores/pragas urbanas.

Pode-se constatar que a população residente no entorno da ETE de Rondonópolis sente os efeitos negativos relacionados aos odores emitidos na estação. Entretanto, muitas vezes a população é atraída para o entorno da estação em razão do preço da terra urbana, desta forma, a população com menor poder aquisitivo é mais prejudicada com os efeitos negativos da ETE de Rondonópolis. Conforme Maricato (2011), a população de baixa renda é submetida a morar em locais em que o preço da terra é mais desvalorizado, dispondo conseqüentemente, de uma maior incidência de problemas socioambientais.

3.2 Diagnóstico da ETE de Rondonópolis

A estação de tratamento de Rondonópolis após a reforma, conta com as seguintes etapas de tratamento preliminar: lagoa aerada de mistura completa, lagoa aerada facultativa em série e desidratação por sistema mecanizado, porém, esta última etapa ainda não está em funcionamento, uma vez que os equipamentos foram adquiridos mas ainda não foram instalados. Por fim, o efluente tratado na ETE Rondonópolis é descartado por emissário final, no Rio Vermelho, à jusante da ETE (SANEAR, 2016).

Muito embora, o projeto de implantação da ETE de Rondonópolis esteja em consonância com as normas que regulam as atividades de Estação de Tratamento de Esgoto no Brasil, uma visita técnica ao local constatou algumas desconformidades. Neste sentido, em uma análise inicial constatou-se falhas no desarenaor. O desarenaor é um equipamento utilizado para remover material sedimentar dos efluentes que aportam na estação, desta forma, o mal funcionamento do equipamento faz com que haja dificuldade na separação do material particulado (Figura 4 A).



Figura 4 A: Desarenador; B: Lagoas com aeradores; C: Lagoa anaeróbia; D: Saída do lodo; E: Lodo descartado em volta da ETE.

Figure 4 A: Desarenador; B: Ponds with aerators; C: Anaerobic lagoon; D: Sludge outlet; E: Sludge discarded around the ETE.

Verificando-se as lagoas anaeróbias, percebeu-se a não existência de nenhum tipo de equipamento para tratamento de gases, como exaustores, filtros químicos ou biológicos, ocorrendo a liberação sem controle destes gases no meio ambiente. (Figura 4 B e C).

Apesar do projeto original da ETE de Rondonópolis conter alocações para implantação de laboratórios de análise físico-químicas e microbiológicas, em visita ao local, verificou-se que a inexistência do mesmo. Desta forma, as análises necessárias para avaliação do tratamento de efluentes da ETE não são realizadas no local.

Da mesma forma, não são empregadas formas de tratamento de lodo na ETE de Rondonópolis, apesar de estarem mencionadas no projeto a destinação final e formas de tratamento do mesmo. Após ser retirado da lagoa, o lodo é depositado em caçambas (Figura 4 D), após este processo, parte é levada ao aterro sanitário e parte é descartado nas proximidades da estação (Figura 4 E).

O descarte impróprio do lodo no solo pode causar impactos negativos ao meio ambiente. Além da poluição do solo pelos metais pesados presentes no lodo, o descarte diretamente no solo aumenta a quantidade de vetores (moscas e baratas) e os riscos de doenças devido a presença microrganismos patógenos, representando risco para a população do entorno.

3.3 Vantagens do uso de barreiras vegetais para mitigação de odores na ETE Rondonópolis

A implantação de barreiras vegetais no entorno da ETE, além de harmonizar esteticamente o local, funciona como uma barreira para dispersão contra gases, poeiras e até mesmo ruídos. Desta forma, as barreiras vegetais podem ser utilizadas para mitigação de odores provenientes da estação, melhorando o bem estar da população do entorno.

As barreiras vegetais podem atuar na atração da fauna, aumentando a biodiversidade urbana e ajudando na conservação de espécies nativas do cerrado. Para tanto, a escolha das espécies arbóreas devem priorizar espécies nativas e frutíferas que atuem na atração da fauna.

A introdução de barreiras vegetais apresentam aspectos positivos na melhoria do microclima local, aumentando o conforto térmico no entorno. Neste sentido, além de oferecer benefícios para o conforto térmico para a população vizinha, ao reduzir a temperatura do local, as barreiras vegetais auxiliam na redução da emissão de gases e consequentemente na redução dos odores.

Ao minimizar os impactos negativos da estação e melhorar os aspectos estéticos do local, a implantação das barreiras vegetais também atuará como um atenuante para a desvalorização imobiliária dos bairros do entorno da ETE de Rondonópolis. Portanto, as barreiras vegetais possuem vantagens não só ambientais, como também, socioeconômicas.

3.4 Plano de implantação de barreiras vegetais para mitigação de odores na ETE Rondonópolis

A escolha da espécie deve ser realizada por responsável técnico, de acordo com objetivos predefinidos, priorizando espécies típicas do bioma Cerrado de porte arbóreo compatível com o subtipo Cerradão ou Mata de Galerias e denso dossel para barrar os gases da ETE. Ademais, devem ser observados os níveis de sucessão ecológica, complementando a vegetação existente no local com espécies de rápido crescimento e em consonância com as espécies recomendadas pelo órgão ambiental em legislação municipal.

Para a implantação de uma barreira vegetal na ETE de Rondonópolis, foi identificado uma área total de (~) 106.438 m² delimitando a estação, sendo a área maior ao norte possuindo 84.369 m² e a menor ao oeste possuindo 22.069 m² (Figura 5).

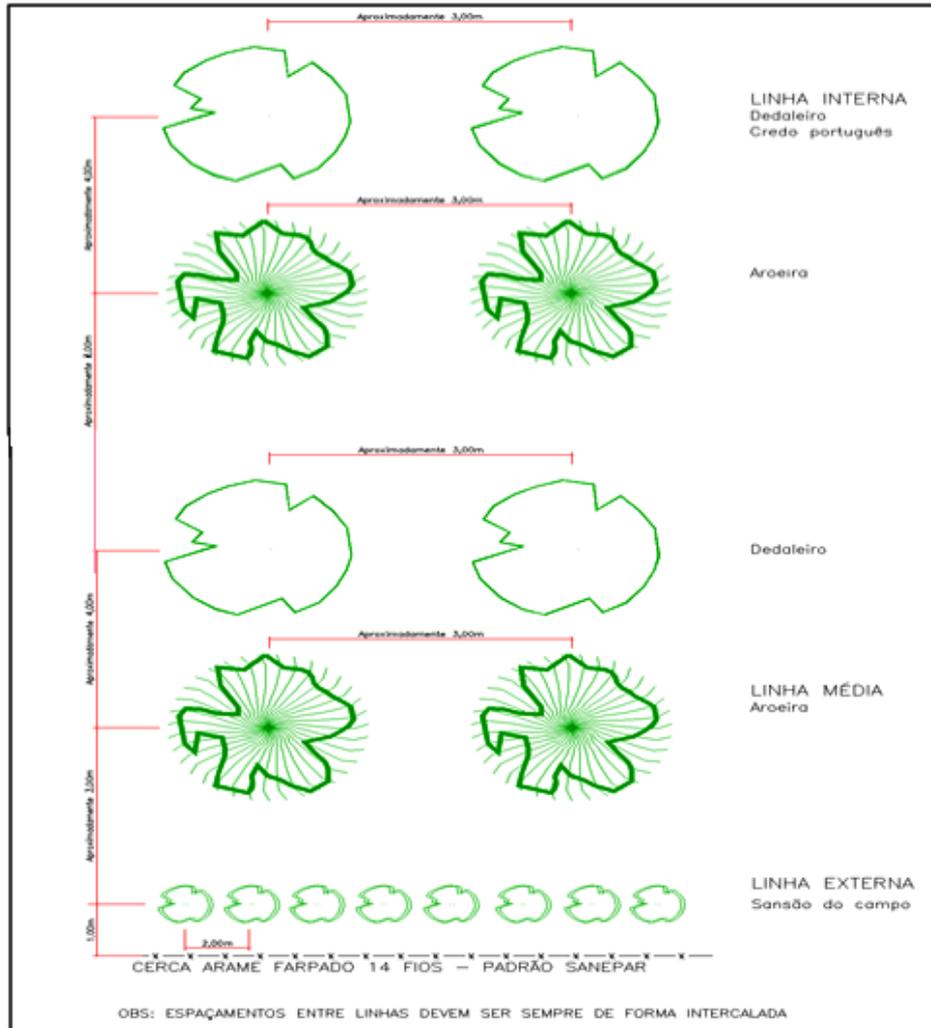


Fonte: Google Earth.

Figura 5: Área para implantação as barreiras vegetais.

Figure 5: Area for implantation of vegetable barriers.

As barreiras vegetais devem ser compostas por no mínimo três estratos vegetais, contendo linhas de árvores com diferentes alturas de forma crescente, de fora para dentro, conforme a Figura 6.



Fonte: BRAGA et al (2011).

Figura 6: Linhas de árvores para composição das barreiras vegetais

Figure 6: Tree lines for composition of vegetable barriers

Na composição do estrato inferior podem ser utilizados arbustos e árvores com estatura entre 1,5 a 4 m de altura. A função deste estrato é auxiliar na verticalização dos ventos e atuar como barreira física de isolamento na forma de cerca viva.

O estrato médio e o superior (1º e 2º), são compostos por árvores de médio (4 a 8 m) e grande porte (> 8 m), respectivamente. As espécies utilizadas devem ter copa densa, folhosa e persistente, a fim de manter seu efeito durante todas as estações do ano.

3.5 Diretrizes para o plantio e manutenção das barreiras vegetais no ETE de Rondonópolis

As diretrizes para o plantio e manutenção das barreiras vegetais no ETE de Rondonópolis foram baseadas nos estudos de Carpanezi e Carpanezi (2006). Assim, as espécies recomendadas para plantio das cinco fileiras de árvores que compõem as barreiras vegetais seguem especificadas na Tabela 3.

<i>FILEIRA</i>	<i>ESPÉCIE</i>	<i>PORTE</i>	<i>ESPAÇAMENTO</i>
<i>1ª fileira – linha externa</i>	Sansão-do-campo - <i>Mimosa caesalpineafolia</i>	Arbustivo	2x2m
<i>2ª fileira – linha média</i>	Aroeira - Schinus	Arbóreo	3x3m
<i>3ª fileira</i>	Eucalipto - <i>Eucalyptus</i> ou Dedaleiro - <i>Lafoensia pacari</i> Saint-Hilaire	Arbóreo	3x3m
<i>4ª fileira</i>	Aroeira - Schinus	Arbóreo	3x3m
<i>5ª fileira – linha interna</i>	Eucalipto - <i>Eucalyptus</i> ou Dedaleiro - <i>Lafoensia pacari</i> Saint-Hilaire	Arbóreo	3x3m

Fonte: BRAGA et al, 2011.

Tabela 3: Espécies e espaçamento entre as fileiras para composição da barreira vegetal

Table 3: Species and row spacing for plant barrier composition

O plantio de manutenção das mudas para a composição das barreiras vegetais segue as seguintes especificações:

- ✓ Época de plantio: Recomenda-se a execução dos plantios em época chuvosa entre os meses de Outubro a Março;
- ✓ Aquisição de mudas: Bem formadas, em bom estado fitossanitário e porte mínimo de 0,50m para indivíduos arbustivos e 1,5 – 1,8m para indivíduos arbóreos;
- ✓ Limpeza do terreno: Roçada da camada rasteira e corte da vegetação herbáceo-arbustiva exótica, diminuindo a competição;

- ✓ Combate às formigas e cupins: Inspeção da área de plantio, identificação de formigueiros e cupinzeiros para definição do método mais adequado de tratamento;
- ✓ Análise do solo: antes do plantio recomenda-se que seja realizado análise do solo, para determinar o sistema de adubação. Estes procedimentos deverão ser realizados por profissional técnico habilitado;
- ✓ Coroamento: Limpeza total da área ao redor da muda (raio mínimo de 0,6m);
- ✓ Tutoramento: Utilização de suporte de madeira ou Bambu. As mudas devem ser amarradas em forma de “oito” deitado;
- ✓ Preparo da cova: Dimensões mínimas de 0,4x0,4x0,4m (para árvores), separação dos solos do fundo e da superfície para posterior inversão;
- ✓ Plantio: Retirada das mudas do recipiente com cuidado, colocação sobre porção de solo preparado e preenchimento da cova com solo moderadamente compactado, disposição do excesso de solo em coroa ao redor da muda;
- ✓ Irrigação: Abundante após o plantio e posteriormente, no caso de estiagens prolongadas e /ou ocorrência de sintomas de déficit hídrico;
- ✓ Manutenção: Limpeza periódica do terreno ao redor da cova, combate à pragas e doenças, podas de limpeza e adubação nitrogenada em cobertura, no caso da ocorrência de sintomas de carência de nitrogênio.

A utilização das diretrizes propostas no presente estudo, são de fundamental importância para o desenvolvimento das barreiras vegetais. Portanto, estas diretrizes foram anteriormente planejadas de acordo com os objetivos da implantação das barreiras vegetais, que são, mitigar os odores gerados pela ETE. Para tanto, priorizou-se a utilização de espécies de rápido crescimento e de copa densa, diminuindo o tempo de crescimento e aumentando a capacidade da barreira vegetal em mitigar os odores.

3.6 Medidas adicionais

Além das barreiras vegetais implantadas no limite da ETE, o plantio de árvores nos quintais das residências pode ser adotado como uma medida adicional, auxiliando ainda mais na contenção dos odores provenientes da estação. Desta forma, o plantio de árvores nos quintais aumentará a barreira de contenção dos odores diminuindo os impactos sentidos pela população do entorno.

Um estudo realizado por Angeoletto (2012) envolvendo ações de plantios participativos em quintais de bairros carentes na cidade de Sarandi – PR, apontou a preferência da população por espécies frutíferas e a aceitação de até duas mudas por quintal. Neste sentido, além de auxiliarem na redução dos odores, as espécies frutíferas contribuem ainda para diversificação nutricional das famílias residentes no local.

Somente o Bairro Maria Teresa (mais próximo da ETE) possui 837 quintais, assim, a introdução de duas mudas por quintal, resultaria em 1674 novas árvores implantadas. Como medida de responsabilidade socioambiental, a distribuição de mudas à população impactada pela ETE, resultaria na aquisição de 93 mudas de cada espécie listada na Tabela 4, totalizando um custo de R\$ 49.224,90.

Tabela 4: Árvores frutíferas com potencial de uso pela população.

Table 4: Fruit trees with potential for use by the population.

Nome Popular	Nome científico	Preço médio por tipos de mudas.
<i>Abacateiro</i>	<i>Persea americana</i>	R\$ 19,90
<i>Acerola</i>	<i>Malpighia emarginata</i>	R\$ 14,90
<i>Amoreira</i>	<i>Morus sp.</i>	R\$ 10,50
<i>Araticum do mato</i>	<i>Annona montana</i>	R\$ 35,00
<i>Cajuzeiro</i>	<i>Anacardium occidentale</i>	R\$

		25,00
<i>Caramboleira</i>	<i>Averrhoa carambola</i>	R\$
		30,00
<i>Coqueiro</i>	<i>Cocos nucifera</i>	R\$
		40,00
<i>Goiabeira</i>	<i>Psidium guajava</i>	R\$
		32,00
<i>Ingazeiro</i>	<i>Inga edulis</i>	R\$
		80,00
<i>Jaboticabeira</i>	<i>Plinia cauliflora</i>	R\$
		10,50
<i>Limoeiro</i>	<i>Citrus sp</i>	R\$
		14,90
<i>Mangueira</i>	<i>Mangifera indica</i>	R\$
		29,90
<i>Mexeriqueira</i>	<i>Citrus sp.</i>	R\$
		19,90
<i>Pequi</i>	<i>Caryocar brasiliense</i>	R\$
		60,00
<i>Pinha</i>	<i>Annona squamosa</i>	R\$
		23,90
<i>Pupunha Palmeira</i>	<i>Bactris gasipaes</i>	R\$
		25,00
<i>Romãzeira</i>	<i>Punica granatum</i>	R\$
		35,90
<i>Umbuzeiro</i>	<i>Spondias purpurea</i>	R\$
		22,00

FONTE: Mercado Livre e Clickmudas.com

Para maior eficiência do plantio, recomenda-se a aquisição de mudas com estatura média entre 0,50m a 1,50m. A distribuição das mudas deve ser feito em período chuvoso para evitar a morte da planta por indisponibilidade hídrica no solo, bem como a

distribuição deve ser feita juntamente com material informativo contendo diretrizes básicas para o plantio adequado de cada espécie.

Além da distribuição das mudas entre a população, é de fundamental importância a introdução de campanhas de educação ambiental, levando informações sobre os benefícios da arborização para mitigar os odores e aumentar a qualidade ambiental no local. Desta forma, as ações de educação ambiental visam aumentar a aceitação das mudas pela população atingida, dando maior eficiência ao projeto.

4 CONCLUSÕES

De acordo com a percepção dos moradores do entorno da ETE de Rondonópolis, os odores afetam a população do entorno, causando efeitos negativos à saúde como mal estar e dores de cabeça. O diagnóstico realizado sobre as condições físicas da estação de tratamento revelou a ausência de dispositivos para mitigação e tratamento dos odores, bem como para o tratamento do lodo.

A ausência de dispositivos para tratamento dos odores, as condições do terreno sem turbulências para aumentar a velocidade do vento e a dispersão dos odores, somadas as altas temperaturas registradas, são elementos que intensificam o problema dos odores para a população do entorno da ETE de Rondonópolis. Desta forma, a implantação de barreiras vegetais nos limites da estação se mostra uma estratégia relevante, haja vista que a vegetação, além de um obstáculo para os odores, cria turbulências no terreno aumentando a velocidade dos ventos e dispersão dos odores, melhora o microclima local diminuindo a emissão de gases e contribuindo também com a mitigação de odores.

Além das barreiras vegetais nos limites da estação, a arborização do bairro mais afetado é de fundamental importância, podendo contribuir favoravelmente para mitigação dos odores percebidos pela população. Desta forma, um plano de arborização dos bairros vizinhos podem ser tomado como medidas adicionais para aumentar o efeito das barreiras vegetais na mitigação dos odores.

REFERÊNCIAS

- ALVES, H. B. et al. Precipitação química e cloração para combate a maus odores em estações de tratamento de esgoto anaeróbias. **Revista técnica da Sanepar, Curitiba**, v. 21, n. 21, p. 19-32, 2004.
- AMORIN V. L. **Barreiras vegetais para mitigação de odores em estação de tratamento de efluentes de uma indústria de celulose**. Dissertação de mestrado do programa de pós-graduação em ciência florestal. Universidade Federal de Viçosa. 2004.
- ANGEOLETTO, F. Planeta Ciudad: Ecología urbana y planificación de ciudades medias de Brasil. 2012. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-Graduação em Ecologia Urbana, Universidad Autónoma de Madrid, 2012.
- BRAGA, B. et al. **Introdução a engenharia ambiental** – 2º ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- CARPANEZZI, A. A. et al. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: Congresso Florestal Brasileiro. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 216-221
- CHAGAS, W. F. **Estudo de patógenos e metais em lodo digerido bruto e higienizado para fins agrícolas, das estações de tratamento de esgotos da ilha do governador e da Penha no estado do Rio de Janeiro**. Tese de mestrado em ciências em saúde pública. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2000.
- DANTAS P. G. M. P. et al, **Impactos Socioambientais Causados pela Estação de Tratamento de Efluentes em Meio Urbano**. SENAI Rondonópolis, 2016.
- DEMAMANN. M.T.M. **Rondonópolis - MT: Campo, Cidade e Centralidades**. Tese de doutorado em Geografia. USP. São Paulo, 2011.
- FRARE, L. M; GIMENES, M. L; PEREIRA, N. C. Processo para remoção de ácido sulfídrico de biogás. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 167-172, 2009.
- IBGE, População. Disponível em: <<http://www.ibge.gov/apps/populacao/projecao>>. Acessado em 21/12/2016.**
- MARICATO, E. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias in ARANTES, O.; VAINER, C; MARICATO, E. **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. 6ª. edição. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes, 2011.

NEGRI, S. M. **O processo de segregação sócio espacial no contexto do desenvolvimento econômico da cidade de Rondonópolis – MT.** Tese de doutorado em Geografia. UNESP. Rio Claro, 2008.

OEH - Office of Environment and Heritage. **Quality Trends in the Illawarra:** Current knowledge based on emission, monitoring and modelling studies, and areas of ongoing research. 2015. Disponível em: <<http://www.environment.nsw.gov.au/resources/air/air-quality-trends-illawarra-2015.pdf>> Acesso em: 14/03/2017.

ORSSATTO, F VILAS BOAS, M; EYNG, E. Gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada: aplicação na operação e monitoramento de uma estação de tratamento de esgoto. **Eng Sanit Ambient.** v.20 n.4, out/dez 2015.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento Básico e sua Relação com o meio Ambiente e a Saúde Pública.** Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2010.

SANEAR – SERVIÇO DE SANEAMENTO BÁSICO DE RONDONÓPOLIS. **Plano Municipal de Saneamento Básico 2016.** Disponível em: <<http://sanearmt.com.br/noticias/pmsb/>> Acesso em 03/12/2016.

SETTE, D. M. **O Clima Urbano de Rondonópolis - MT.** São Paulo-SP. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade de São Paulo, 1996.