



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**ELIÃ BITTENCOURT ALBUQUERQUE SILVA**  
**MARIA EDUARDA COSTA BASTOS**

**USO DE CORTINA VEGETAL EM ATERRO SANITÁRIO**

**BELÉM**

**2025**

**ELIÁ BITTENCOURT ALBUQUERQUE SILVA**  
**MARIA EDUARDA COSTA BASTOS**

**USO DE CORTINA VEGETAL EM ATERRO SANITÁRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como parte dos requisitos para obtenção do título de Graduado.

**Orientador:** Prof. Dr. Eduardo Saraiva da Rocha  
**Co-orientadora:** Prof.(a) Dra. Paula Fernanda Pinheiro Ribeiro Paiva

**BELÉM**  
**2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia  
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- B327u Bastos, Maria Eduarda Costa  
Uso de Cortina Vegetal em Aterro Sanitário / Maria Eduarda Costa Bastos, Eliã Bittencourt  
Albuquerque Silva. - 2025.  
67 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Campus Universitário  
de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2025.  
Orientador: Prof. Dr. Eduardo Saraiva da Rocha  
Coorientador: Profa. Dra. Paula Fernanda Pinheiro Ribeiro Paiva.
1. Cortina vegetal. 2. Aterro sanitário. 3. Impactos ambientais. 4. Mitigação. I. da Rocha, Eduardo  
Saraiva, *orient.* II. Título
- 

CDD 634.909811

**ELIÃ BITTENCOURT ALBUQUERQUE SILVA**

**MARIA EDUARDA COSTA BASTOS**

**USO DE CORTINA VEGETAL EM ATERRO SANITÁRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como parte dos requisitos para obtenção do título de Graduado.

**Orientador:** Prof. Dr. Eduardo Saraiva da Rocha

**Co-orientadora:** Prof.(a) Dra. Paula Fernanda Pinheiro Ribeiro Paiva

**Aprovado em:** 26 de março de 2025.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Prof. Dr. Eduardo Saraiva da Rocha - Orientador**  
**Universidade Federal Rural da Amazônia**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Paula Fernanda Pinheiro Ribeiro Paiva**  
**Universidade Federal Rural da Amazônia**

---

**Prof. MSc. Antônio José Figueiredo Moreira**  
**Universidade Federal Rural da Amazônia**

---

**MSc. Ana Cláudia Vale do Nascimento**  
**Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMA**

---

**Ingrid Vieira de Lima**  
**Essencial Engenharia e Consultoria Ambiental**

Dedico o resultado deste trabalho à minha filha, meu marido, meus pais, minhas irmãs, minha sogra e aos meus avós que me incentivaram a nunca desistir, me deram força e cuidaram de mim para que tudo isso fosse possível.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus por todas as bênçãos em minha vida e por guiar a minha caminhada.

Aos meus pais, Sulian Bittencourt e Marcos Silva, por tudo que fizeram por mim, pelos ensinamentos, educação, amor e carinho, lições e dedicação na minha criação.

À minha família, meus avôs paternos José Silva e Turberlinda Silva, minha bisavó materna Yolanda Reis, meus avôs maternos Jonas Bittencourt e Magali Bittencourt e minha tia Sandra Bittencourt, pela minha criação e educação.

Aos meus parentes, que foram essenciais na minha criação e educação: Raimundo Silva, José Carlos Silva, Marly Macedo, Raimundo Reis, Milene Macedo e Darlene Macedo.

À minha namorada, Eng. Florestal Alexandra Conceição, por sempre estar do meu lado me ajudando com minhas inseguranças, preocupações, por sempre ser a pessoa que posso contar para tudo e que foi fundamental para minha formação.

Aos meus amigos, André Miller e Cassiano Silva, que me acompanharam neste caminho do ensino médio, cursinho e universidade.

Aos meus amigos e profissionais Ítalo Martins, Joathan Castro, Anne Alves, Camilly Barbosa, Girlanda Squires (*in memoriam*), Yuri Cardoso, Julia Rodrigues, Hiago Pacheco, Carlos Vinícius e Alexandre Pamplona que estiveram presentes na minha vida durante toda a graduação na Universidade Federal Rural da Amazônia. Agradeço a estes por todas as risadas, apoios, conselhos, almoços no R.U (Restaurante Universitário).

Ao Programa de Educação Tutorial em Engenharia Florestal - PET Florestal, sendo este o meu primeiro estágio de 2021 até 2023, que me apresentou a vivência de como ser um profissional e Engenheiro Florestal no contexto amazônico.

À tutora do PET Florestal, Professora Dra. Marcela Gomes por todos os seus ensinamentos na disciplina de Anatomia e Identificação da Madeira e como tutora durante meu período no PET Florestal.

Aos membros do Projeto Manejaí e Sustentará, Dra. Wilza Pinto, Dra. Gracialda Ferreira, Tcn. Cesar Andrade, Eng. Florestal Ramille e MSc. Raimundo Nonato os quais foram essenciais para minha experiência com Manejo Florestal Comunitário.

A todos os membros do grupo PET Florestal, que estiveram comigo nesta jornada, em especial, Ananda Wevellin, Natália Cavalcante, Manoela Atháide, Anna Teotônio, Yuri Cardoso, Anna Marcelly, Andrei Mendes e Milton Neto.

À Empresa Júnior de Consultoria e Investigação Florestal da Universidade Federal

Rural da Amazônia - Ciflor Jr, pela experiência profissional proporcionada pela empresa na Diretoria de ADM-FIN como Gerente Financeiro.

Aos tutores da Ciflor Jr, Dr. Marcos Gama e Dr. Rodrigo do Vale por todos os ensinamentos, conselhos e como lidar com os desafios de uma empresa júnior.

A todos os membros da Ciflor Jr, em especial aos membros Letícia Monteiro, Manoela Atháide, Kaio Pereira, Anna Marcelly, Welton Santos e Milton Neto.

À Essencial Engenharia e Consultoria Ambiental pela grande experiência profissional que me proporcionou. Em especial a proprietária e Diretora Eng. Florestal Ingrid Vieira por todos os ensinamentos, conselhos e orientações que foram fundamentais na minha formação.

À Eng. Ambiental Sarah Lobato, Eng. Florestal Sabrina Patrício e Eng. Florestal Maria Eduarda Bastos por todos os momentos de aprendizado e desafios que vivenciamos na Essencial Engenharia e Consultoria Ambiental.

A todos os docentes da Universidade Federal Rural da Amazônia que contribuíram para a minha graduação. Em especial aos docentes Dra. Marcela Gomes, Dra. Gracialda Ferreira, Dr. Marcos Gama, Dr. Eduardo Saraiva, Dr. Rodrigo Geroni, Dr. Fabiano Emmert, Dra. Rosângela Sousa, Dr. Cândido Neto, Dr. Breno Rayol e MSc. Antônio Moreira.

Por fim, agradeço a República Federativa do Brasil e a sua Constituição Federal de 1988 pelo direito ao ensino superior público na Universidade Federal Rural da Amazônia.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à Deus, que me amparou em todos os momentos e guiou para os caminhos que Ele preparou para mim.

Ao meu marido João Victor Fernandes por nunca soltar minha mão e sempre estar do meu lado me dando todo apoio do mundo, e minha filha Clarice Fernandes que veio no momento certo para as nossas vidas e nos trouxe alegria e união. Amo vocês além da vida.

Aos meus pais Paulo César Bastos e Erica Rodrigues, que são minhas bases, sempre me incentivaram a estudar, sem vocês não seria possível estar onde estou hoje. Amo vocês demais. Às minhas irmãs Luiza Bastos e Adriana Bastos, que são minhas confidentes e melhores amigas, obrigada pelos “puxões de orelha” e por sempre me incentivar a seguir em frente.

Aos meus avós Sônia Maria e Luiz Gonzaga por tudo que fizeram por mim até aqui, obrigada por me oferecer casa, amor e suporte, a casa de vocês será para sempre a minha primeira casa.

À minha sogra Alceney Silva, que me acolheu como filha e me deu todo suporte que precisei até os dias de hoje.

Aos meus tios Lisandra Rodrigues, Ivan Bruno, Inalda Jardim, Fernando Jardim (*in memoriam*), Ana Cláudia Monteiro e Ana Paula Bastos pelos incentivos e por acreditarem em mim.

Aos meus amigos de jornada Dayane Costa, Cássio Santos, Carlos Gurjão, Lanna Vitória, Ana Cristina Magalhães e Lorena Rodrigues, obrigada pelas risadas, apoios, parceria e, principalmente, por dividirem o peso da universidade comigo.

Aos meus amigos da vida Fernanda Fôro, Lywouty Reymond e Cristiano Farias, obrigada por todos os ensinamentos, risadas, lealdade e loucuras que já vivemos juntos.

À minha chefe e amiga Ingrid Vieira, que acreditou e investiu no meu potencial quando nem eu mesma imaginava que tinha, obrigada pelos ensinamentos e oportunidades que me concedeu.

Às minhas colegas de trabalho Sabrina Patrício e Sarah Lobato, obrigada pelas inúmeras risadas do dia-a-dia que torna nossa rotina de trabalho mais leve.

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Saraiva por me estender a mão desde o nosso primeiro contato, por ter acreditado em mim e no meu potencial, concedendo a mim a oportunidade que mudou minha realidade. Minha eterna gratidão!

A todos que não foram citados aqui, mas fizeram parte da minha jornada, minha gratidão

a todos vocês!

## **EPIGRAFE**

“Não é a força, mas a perseverança que realiza grandes feitos.”

(Samuel Johnson, 1825, p.15).

## RESUMO

O uso de cortinas vegetais em aterros sanitários é uma alternativa sustentável para minimizar impactos ambientais, como ruídos, odores e dispersão de partículas. Esses impactos podem comprometer a qualidade de vida da população no entorno do aterro e causar degradação ambiental. Assim, este estudo tem como objetivo analisar a eficácia dessas barreiras na mitigação dos impactos ambientais e identificar as condições ideais para sua implementação. A metodologia adotada baseou-se em uma revisão bibliográfica de estudos nacionais e internacionais sobre o tema. Os resultados indicam que a eficiência das cortinas está diretamente relacionada à escolha das espécies vegetais, considerando características como densidade foliar, altura, taxa de crescimento e resistência a condições adversas, além de proporcionarem benefícios ecológicos, como a atração de fauna e a melhoria da qualidade do ar. Além disso, a disposição das espécies e a manutenção periódica influenciam diretamente o desempenho da cortina. Verificou-se também que o planejamento adequado da implantação das cortinas vegetais pode otimizar seu desempenho, garantindo uma solução ambientalmente viável para a redução dos impactos de aterros sanitários. Conclui-se que a implementação dessas cortinas vegetais pode ser uma estratégia eficaz para a mitigação dos impactos ambientais, desde que seja realizada de forma planejada e acompanhada por monitoramento contínuo para assegurar sua funcionalidade a longo prazo.

Palavras-chave: cortina vegetal, aterro sanitário, impacto ambientais, mitigação.

## **ABSTRACT**

The use of vegetative screens in landfills is a sustainable alternative to minimize environmental impacts such as noise, odors, and particle dispersion. These impacts can compromise the quality of life of the surrounding population and lead to environmental degradation. Thus, this study aims to analyze the effectiveness of these barriers in mitigating environmental impacts and identify the ideal conditions for their implementation. The adopted methodology was based on a bibliographic review of national and international studies on the subject. The results indicate that the efficiency of vegetative screens is directly related to the selection of plant species, considering characteristics such as foliage density, height, growth rate, and resistance to adverse conditions, in addition to providing ecological benefits such as attracting fauna and improving air quality. Furthermore, the arrangement of species and periodic maintenance directly influence the screen's performance. It was also found that proper planning of vegetative screen implementation can optimize its performance, ensuring an environmentally viable solution for reducing landfill impacts. It is concluded that the implementation of these vegetative screens can be an effective strategy for mitigating environmental impacts, provided it is carried out in a planned manner and accompanied by continuous monitoring to ensure its long-term functionality.

**Keywords:** vegetative screens, landfills, environmental impacts, mitigation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estágios da sucessão ecológica .....	22
Figura 2 – Aterro sanitário como elemento central da paisagem .....	29
Figura 3 – Transmissão sonora.....	31
Figura 4 – Corte esquemático da cortina vegetal .....	33
Figura 5 – Distribuição dos estratos com a largura de afastamento até 5,0 metros, com dois estratos segundo a Lei nº 3.669, de 8 de abril de 2021.....	44
Figura 6 – Distribuição dos estratos com a largura de afastamento acima de 8,0 metros, com três estratos segundo a Lei nº 3.669, de 8 de abril de 2021 .....	45
Figura 7 – Distribuição espacial entre plantas na mesma fila e estratos .....	46
Figura 8 – Distribuição espacial entre plantas na mesma fila e estratos segundo Lei nº 3.669, de 8 de abril de 2021 .....	47

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lista de espécies recomendadas para cortina vegetal segundo Coelho <i>et al.</i> , (2022) .....	23
Quadro 2 – Estudos sobre o uso de cortinas vegetais na mitigação de odores.....	32
Quadro 3 – Parâmetros para implementação de cortina vegetal segundo a Lei nº 3.669/2021	36
Quadro 4 – Escolha das espécies ideais para cada região do Estado do Paraná.....	38
Quadro 5 – Escolha de espécies para o projeto de uma cortina vegetal segundo Spohr <i>et al.</i> , (2011) .....	40
Quadro 6 – Escolha das espécies recomendadas segundo a Lei nº 3.669, de 8 de abril de 2021 do Município de Araucária.....	40
Quadro 7 – Escolha das espécies recomendadas por Miura (2020) para as regiões do planalto médio e nordeste do Rio Grande do Sul.....	41
Quadro 8 – Comparação entre as espécies recomendadas por Coelho (2022); Leandro (2020); Gomes (2017); Corrêa, J.N; e Oliveira, A.V., (2009) .....	48
Quadro 9 – Características da barreira vegetal em função dos seus objetivos .....	55

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Definição e breve histórico das cortinas vegetais.....</b>	<b>18</b>
3.1.1	Uso no mundo .....	18
3.1.2	Uso no Brasil .....	19
<b>3.2</b>	<b>Aterros sanitários e seus impactos ambientais.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3</b>	<b>Escolha de espécies para as cortinas vegetais .....</b>	<b>22</b>
<b>3.4</b>	<b>Métodos de implantação e manutenção dos plantios das cortinas verdes.....</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>5.1</b>	<b>Identificação dos impactos ambientais em aterros sanitários e a eficiência da mitigação das cortinas vegetais .....</b>	<b>27</b>
5.1.1	Impactos ambientais encontrados em aterros sanitários .....	27
5.1.1.1	Ruídos .....	27
5.1.1.2	Poeiras .....	27
5.1.1.3	Alteração da paisagem.....	28
5.1.2	Mitigação dos impactos com o uso de cortina vegetal .....	29
<b>5.2</b>	<b>Critérios, seleção de espécies e estrutura ideal para a composição de cortinas vegetais .....</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de cortinas verdes é uma estratégia bioclimática para mitigar os efeitos climáticos do entorno e melhorar o desempenho térmico de aterros sanitários, seu principal efeito é alterar as condições ambientais das áreas que precisam de proteção, ao desviar e atenuar a ação dos ventos, além de oferecer sombra e abrigo aos animais, sendo também importante para diminuição de ruídos e controle da movimentação dos particulados. (Coelho, *et al.*, 2022). Cortinas vegetais consistem em conjuntos de árvores e/ou arbustos organizados em grupos ou em linhas, com a finalidade de delimitar ou proteger plantações, criações, áreas, instalações e edificações. (Guarino, *et al.*, 2021).

Para Coelho *et al.*, (2022), as cortinas vegetais podem ser aplicadas em diversas situações, como, por exemplo, aterros sanitários, áreas de mineração e estação de tratamento de esgoto (ETE), contanto que a mesma possua dimensão linear suficiente para implementar a cortina.

Segundo Duarte (2015), um aterro sanitário, é caracterizado como uma estrutura destinada ao descarte adequado de resíduos sólidos urbanos, incluindo aqueles provenientes de residências, limpeza de vias públicas e estabelecimentos comerciais. Entretanto, para Portella e Ribeiro (2014, p. 121).

[...] aterro sanitário é um tratamento baseado em técnicas sanitárias de impermeabilização do solo, compactação e cobertura diária das células de lixo, coleta e tratamento de gases, bem como tratamento do chorume, entre outros procedimentos técnico-operacionais responsáveis por evitar os aspectos negativos da deposição final do lixo, ou seja, proliferação de ratos, moscas, exalação de mau cheiro, contaminação dos lençóis freáticos, surgimento de doenças e transtorno visual oriundo de um local com toneladas de lixo amontoado. (Portella, Ribeiro, 2014, p. 121).

No Brasil, apenas 1.592 municípios possuem aterros sanitários, enquanto 3.964 não possuem, sendo que apenas 32,8% dos municípios brasileiros utilizam aterros sanitários como alternativa para a destinação final dos resíduos sólidos, com a região Sul destacando-se como a maior adepta dessa prática. (IBGE, 2023).

A Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 8419 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1992) estabelece aterros sanitários como:

[...] uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário (ABNT, 1992).

A NBR 8419 tem como objetivo principal, atenuar os impactos e os riscos causados pela segurança e saúde pública. Entretanto, é esperado que empreendimentos do porte de aterros sanitários gerem algum tipo de impacto negativo tanto para a qualidade de vida da população quanto para o meio ambiente, como, por exemplo, emissão de ruídos provenientes das máquinas que operam no aterro, a dispersão de partículas de poeira, odor devido o processo de decomposição e a estação de tratamento de efluentes (ETEs), vibrações, entre outros.

Como alternativa de atenuar estes impactos negativos, a cortina vegetal pode ser estabelecida como uma solução sustentável para diminuir os efeitos causados pelo tratamento dos resíduos sólidos, porque além de proporcionar uma barreira física ao empreendimento que reduz a propagação de ruídos, promove também a retenção de partículas de poeira, pois desviam as correntes de ar e diminuem a poluição do ar (Schacht e Alves, 2010; Amorim, 2004; Forgearini *et al.*, 2015). Além disso, o uso de cortinas vegetais proporciona um efeito psicológico positivo com a modificação da paisagem, através do isolamento físico e visual do local, e promove também a ocultação da fonte de odor (Martins e Moraes, 2017; Gomes, *et al.*, 2018).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Realizar uma revisão bibliográfica sobre a utilização de cortinas vegetais em aterros sanitários, analisando sua eficácia na mitigação de impactos ambientais e identificando as condições ideais para sua implementação.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar os principais impactos ambientais gerados pelas atividades operacionais em aterros sanitários;
- Avaliar a eficácia das cortinas vegetais na atenuação de impactos ambientais específicos, como a redução de ruídos, interceptação de partículas e minimização dos odores.
- Analisar a composição florística e estrutural da cortina vegetal;

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Definição e breve histórico das cortinas vegetais

A cortina vegetal é uma formação de vegetação implantada de forma estratégica para mitigar impactos ambientais, funcionando como uma espécie de barreira/proteção natural, auxiliando na recuperação ambiental e promovendo um ambiente mais equilibrado e sustentável, entretanto, ainda que seja sustentável, é considerada uma prática pouco difundida no Brasil conforme apontam Andrade & Schacht (2011 *apud* Guarino *et al.*, 2018). A Lei N° 3.669, de 08 de abril de 2021, estabelecida no município de Araucária/PR objetiva a implementação de cortina verde como:

I - formar barreira física, favorecendo a dispersão vertical dos gases e retenção de particulado, minimizando assim possíveis incômodos produzidos por atividades industriais; II - formar barreira física para mitigação de ruídos produzidos por atividades industriais; III - criar uma área de amortecimento entre as atividades urbanas e rurais ao longo dos eixos de desenvolvimento industrial; IV - qualificar e valorizar a paisagem urbana das rodovias e vias rurais principais (Município de Araucária, 2021).

##### 3.1.1 Uso no mundo

O uso de cortina vegetal pela humanidade, na forma de barreira física em propriedades, ocorreu na Escócia no século XVIII, esses sistemas eram formados por linhas de árvores e arbustos plantados com o intuito de proteger áreas agrícolas e residenciais contra os ventos fortes. Após isso, o uso de plantas como barreira física foi disseminado por toda a Europa e Ásia em meados do século XIX (Guyot, 1963). Nos Estados Unidos, o uso de cortinas vegetais começou na forma de quebra-ventos a partir da década de 1930, quando ocorreu prolongados períodos de baixa precipitação e tempestades de areia que causaram grandes perdas para a agricultura do país (Da Costa *et al.*, 2022).

O uso de cortinas vegetais ao redor do mundo é amplamente utilizado e, em específico, nos Aterros Sanitários na mitigação de impactos ambientais. Segundo Moodley, Oliveira e Parkin (2011), na África do Sul, o Aterro Sanitário Mariannahill, em Pinetown, e o Aterro

Sanitário Buffelsdraai, em Verulam, são exemplos do uso das cortinas para mitigação dos impactos ambientais tais como: gases e odores através do vento e a dispersão de resíduos, além disso, contribuem com a biodiversidade local através da criação de habitats sustentáveis, com a conservação das florestas nativas e a prevenção de incêndios atuando como faixas corta-fogo vivas, substituindo métodos tradicionais de corte de vegetação.

Outro exemplo das aplicações das cortinas vegetais também pode ser encontrado na África, desta vez na Nigéria. De acordo com Oyeboade (2017), os projetos de Aterros Sanitários para Ado- Ekiti na província de Ekiti State na Nigéria, devem considerar para um gerenciamento eficiente de projetos o dimensionamento de uma zona vegetal de amortecimento, ou seja, uma cortina vegetal, que servirá para absorver a poeira espalhada por máquinas e equipamentos, envolvidas na coleta e deposição de resíduos, e para reduzir os incômodos de ruídos e odores gerados na operação do aterro que podem afetar áreas urbanas ao redor do Aterro Sanitário.

### 3.1.2 Uso no Brasil

No Brasil, o emprego de cortinas vegetais ganhou relevância na década de 1970, seguindo uma recomendação do Instituto Brasileiro do Café (IBC), com o intuito de serem implementadas em regiões com incidências de ventos fortes, para a proteção do cafeeiro (Baggio, 1983).

O uso das cortinas vegetais em aterros sanitários ocorre em todas as regiões do país, a exemplo, na região nordeste, no Estado do Ceará, existe o projeto de implantação do aterro sanitário consorciado regionalizado da cidade de Limoeiro do Norte, onde o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) elaborados pela empresa considera um projeto de arborização para contribuir com a qualidade ambiental do empreendimento (Sanebrás, 2014). O objetivo da implementação do projeto é de utilizar as cortinas vegetais para contribuir com a melhoria da qualidade do ar, retenção de poluentes e produção de oxigênio, causando uma diminuição em cerca de 10% do teor de poeira e diminuição da propagação do som, reduzindo o nível de ruídos (Sanebrás, 2014).

Na região Norte do Brasil, no Estado do Amapá, no aterro sanitário de Macapá, o empreendimento conta com o uso da cortina vegetal, que é composto apenas por bambu (*Bambusa* Schreb.), com o objetivo de impedir a visualização da área e contribuir com a melhora paisagística da região, além de dificultar a visão de pessoas que passam pela frente do aterro (Penha, Gemaque e Santos Filho, 2019).

Já na região Sudeste, no estado de São Paulo, no aterro sanitário de Cachoeira Paulista,

a cortina vegetal implementada pelo empreendimento também é formada apenas por uma espécie, nesse caso o eucalipto (*Eucalyptus* L'Hér.). A autora do estudo diz que ocorre, periodicamente, o replantio de mudas em alguns pontos da cortina vegetal para manutenção do objetivo de impedir o acesso e a visualização da área do empreendimento (Silveira e Neto, 2011).

Ao Centro-Oeste do país, no Estado do Mato Grosso, o aterro sanitário de Sorriso é constituído por uma cortina vegetal de aproximadamente 30m de largura, composta apenas por *Eucalyptus* L'Hér. (eucalipto) e *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sansão do campo), com o objetivo de ser um isolamento visual no estorno do aterro para controlar o acesso de pessoas não autorizadas e/ou animais dentro do empreendimento e para melhorar a dispersão vertical de odores e impedindo a propagação de ruídos e poeiras (Bueno, London e Souza, 2018).

Por fim, na região Sul, no Estado de Santa Catarina, o aterro sanitário do Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos Urbanos da Região Sul - CIRSURES faz uso da cortina vegetal ao redor do empreendimento com algumas finalidades, neste caso o intuito da cortina é limitar a visualização no interior do aterro, melhorar o aspecto estético do empreendimento com o uso de árvores e arbustos e evitar a propagação dos odores gerados pelo funcionamento do aterro até áreas circunvizinhas (CIRSURES, 2019).

### **3.2 Aterros sanitários e seus impactos ambientais**

A necessidade de controlar e regulamentar as questões ambientais no Brasil, trouxe a necessidade de criar leis, instruções normativas e resoluções para o regimento de diferentes atividades do setor ambiental, como, por exemplo, a Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente e a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Para Fontenelle (2004), a PNMA tem como objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar ao país, condições de desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. Segundo a autora, o gerenciamento ambiental no Brasil iniciou-se apenas a partir da criação da Resolução CONAMA nº 01/1986 que estabelece a elaboração de estudos e relatórios de impacto ambiental - EIAs/RIMAs, para as ações que causem alterações ou impactos significativos sobre o ambiente. O Artigo 1º da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 001, de 23 de janeiro de 1986, considera impacto ambiental como:

qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente: a) afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (Brasil, 1981).

O Artigo 7º inciso IV da Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, é um dos objetivos desta política a “adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais” (Brasil, 2010). A implementação de uma cortina vegetal em aterros sanitários é a medida mitigadora mais utilizada para a maior parte dos impactos ambientais identificados oriundos das atividades de operação nos aterros (Porciuncula *et al.*, 2014).

Os estudos realizados por Campos (2008), indicam que aterros sanitários simplificados envolvem diversas atividades que resultam em alterações significativas nos componentes físicos, biológicos e socioeconômicos do ambiente. Essas mudanças abrangem diferentes impactos tanto na área diretamente ocupada pelo aterro quanto em seu entorno, podendo incluir a desvalorização de propriedades imobiliárias, a deterioração da qualidade ambiental e a geração de poluição. Tais impactos, muitas vezes, decorrem de falhas no planejamento e execução do projeto ou de deficiências na operação do aterro, destacando a necessidade de medidas rigorosas de gestão e controle para mitigar seus efeitos prejudiciais.

De acordo com EMBRAPA (2017), dentre as diversas atividades em aterros sanitários os impactos ambientais causados pelas operações de máquinas pesadas estão diretamente ligados com as mudanças nas condições naturais do solo, causando consequências e impactos como compactação e/ou adensamento nas camadas por conta da tração aplicada na superfície, causando deformações e promovendo o movimento das partículas.

Dias, Boldim, Balieiro e Pedreiro (2024) afirmam que, os impactos sociais causados por aterros sanitários são muito complexos para as comunidades vizinhas e vão além da questão ambiental, influenciando diretamente as relações sociais, a saúde mental e o cotidiano das pessoas que vivem próximas a essas instalações. Os aterros sanitários afetam diretamente a qualidade de vida da população local, incluindo problemas relacionados ao odor constante,

proliferação de vetores de doenças e degradação da infraestrutura das áreas vizinhas. Esses fatores também contribuem para a desvalorização imobiliária e prejudicam os estabelecimentos comerciais da região, afetando não apenas os moradores, mas também os negócios locais (Nogueira; Rito, 2024).

### 3.3 Escolha de espécies para as cortinas vegetais

A escolha das espécies ideais para o cortinamento do aterro deve ser de acordo com as condições da região, onde será instalado o empreendimento, entretanto, deve-se considerar algumas características essenciais na seleção das espécies utilizadas. Coelho *et al.*, (2022) em seu estudo afirma que a altura total e o diâmetro de copa são as características mais importantes, já que a sua densidade está diretamente relacionada com a capacidade de conter a passagem do vento, poeira e ruídos, essas características também são afirmadas por Schacht e Alves (2010), entretanto, existem outros aspectos também importantes a serem considerados, como, por exemplo: rusticidade das espécies, espécies pioneiras, rápido crescimento, espécies nativas, frutíferas, melíferas e com facilidade na coleta de sementes e mudas. Coelho *et al.*, (2022) ainda ressalta que, em caso de espécies nativas, sua escolha deve sempre respeitar os critérios de sucessão ecológica, onde primeiro deve plantar as espécies pioneiras devido a necessidade por luminosidade, em seguida as secundárias iniciais, secundárias tardias e, por fim, as espécies clímax (Figura 1).

Figura 1 – Estágios da sucessão ecológica



Fonte: Toda Matéria ([s.d.])

As espécies escolhidas pelos autores considerando tais características seguem conforme o quadro abaixo (Quadro 1 – Lista de espécies recomendadas para cortina vegetal segundo Coelho *et al.*, (2022)):

Quadro 1 – Lista de espécies recomendadas para cortina vegetal segundo Coelho *et al.*, (2022)

<b>Estrato inferior</b>	
Nome vulgar	Nome científico
Sansão do campo	<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.
Murta de Cheiro	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack
Limãozinho	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.
<b>Estrato médio</b>	
Açoita cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart.
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i> M. Allemão
Angelim	<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Amshoff
Oiti	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i> A.St.-Hil.
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.
Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata</i> Link
Sangra d'água	<i>Croton urucurana</i> Baill.
<b>Estrato superior</b>	
Clone A-211 e I-144	Híbrido de <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T.Blake x <i>Eucalyptus grandis</i> W.Hill

Fonte: Coelho *et al.* (2022)

Guarino *et al.*, (2018) destaca a relevância de priorizar espécies rústicas, devido à sua maior capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas. Além disso, os autores recomendam evitar o uso exclusivo de espécies caducifólias, sugerindo que estas sejam alternadas com espécies perenifólias para obter melhores resultados. Os autores apontam que a cortina vegetal deve conter, no mínimo, 15 m de altura e 30 m de comprimento para se tornar eficiente na questão de dispersão do som. Entretanto, para atingir o objetivo da cortina vegetal o planejamento da área a ser implementada, deverá atender alguns critérios que influenciam

diretamente na eficiência da cortina, como, por exemplo: altura, densidade, comprimento, espessura, composição e estrutura. Além disso, também é preciso considerar as alterações microclimáticas da região e as questões relacionadas à aerodinâmica.

### **3.4 Métodos de implantação e manutenção dos plantios das cortinas verdes**

O espaçamento do plantio de mudas da cortina vegetal deve ser conforme as condições climáticas da região, também levando em consideração o tipo de solo e topografia do terreno. Nos estudos de Schacht e Alves (2010), o espaçamento escolhido entre as mudas foi de 2x2 m, para que as mesmas pudessem se desenvolver sem competir entre si. A escolha das espécies deve ser conforme o bioma nativo da região de estudo, buscando espécies de ocorrência natural para que seu crescimento seja saudável, optando por espécies perenes para que estas não percam suas folhagens durante o ano. De acordo com os autores mencionados, as mudas deverão ter aproximadamente 1 metro de altura, apresentar boa sanidade e estar adaptados a ambientes de pleno sol, sendo previamente rustificadas no viveiro de origem.

Schacht e Alves (2010) ainda destacam que, antes do plantio, as mudas deverão ser podadas, mantendo apenas o ramo apical. Em caso de grandes infestações, o controle de formigas poderá ser realizado com o uso de iscas, como mirex ou sulfluramida. E por fim, recomenda o acompanhamento constante da saúde das mudas para garantir o sucesso do plantio.

Os estudos de Leandro *et al.*, (2020) apontam alguns critérios para o controle do monitoramento e plantio das mudas, seguindo alguns critérios, como, por exemplo:

- A época escolhida para o plantio deve ser em períodos chuvosos;
- As mudas adquiridas devem ser bem formadas e em um bom estado de fitossanidade, com porte mínimo de 0,50m para espécies arbustivas e 1,5m a 1,8m para espécies arbóreas;
- O terreno deve estar em um bom estado para o desenvolvimento saudável das mudas, com roçagens frequentes da camada rasteira e corte das espécies herbáceas-arbustivas para diminuir a competição por nutrientes;
- Tratamento adequado para combate de formigas e cupins;
- Análise prévia do solo para determinar o sistema de adubação mais adequado;
- Coroamento das mudas (raio mínimo de 0,6m);
- Tutoramento com utilização de suporte de madeira ou bambu para as mudas;
- Preparação da cova com 0,4x0,4x0,4m para espécies arbóreas;
- Irrigação abundante do plantio;
- Manutenção e limpeza periódica do terreno ao redor da cova, combate à pragas

e doenças, podas de limpeza e adubação de nitrogênio em cobertura, caso ocorra deficiência do mesmo.

Além disso, o autor conta com uma medida adicional que envolve a escolha por espécies frutíferas em áreas próximas às comunidades como uma excelente opção, pois contribuiria para a diversificação nutricional das famílias residentes.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho conduz uma revisão bibliográfica acerca do tema cortinas vegetais em aterros sanitários. Para a elaboração deste trabalho foram selecionadas fontes literárias relacionadas ao tema “cortina vegetal”, mais específico no seu uso em aterros sanitários do Brasil. A metodologia consistiu em uma revisão bibliográfica com 74 trabalhos selecionados nas plataformas Google Acadêmico e SciELO. Foram analisadas publicações de 11 revistas como DAE, Destaques Acadêmicos, Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, Revista da Faculdade de Direito de Campos, Monografias Ambientais, Qualidade Emergente, GEAMA – Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology, Direito Ambiental e Sociedade e Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, priorizando estudos sobre cortinas vegetais na mitigação de impactos ambientais em aterros sanitários.

Assim, a seleção das fontes e a forma de exposição dos dados levantados foram submetidos à subjetividade dos autores. Nesta revisão, foram selecionados artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais no período de até 20 anos. Contudo, publicações relevantes e inéditas que são anteriores ao período estipulado foram incluídas na revisão devido a sua importância para este trabalho.

Após a pesquisa e seleção de trabalhos científicos sobre o tema, obtemos os resultados que foram organizados nos seguintes tópicos: (1) Identificação dos impactos ambientais em aterros sanitários e a eficiência da mitigação das cortinas vegetais; (1.1) Impactos ambientais encontrados em aterros sanitários; (1.2) Mitigação dos impactos encontrados em aterros sanitários; (2) Critérios, seleção de espécies e estrutura ideal para a composição de cortinas vegetais eficientes.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Identificação dos impactos ambientais em aterros sanitários e a eficiência da mitigação das cortinas vegetais

#### 5.1.1 Impactos ambientais encontrados em aterros sanitários

##### 5.1.1.1 Ruídos

Conforme estabelece a Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15) de 06/1978, atualizada em 04/2022, nos Anexos nº 1 e nº 2, o ruído pode ser classificado como ruído de impacto ou ruído intermitente, onde:

- Ruído de Impacto: Aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 segundo, a intervalos superiores a 1 segundo.
- Ruído Intermitente: Entende-se por ruído intermitente todo e qualquer ruído que não seja ruído de impacto. Os níveis de ruído intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta (SLOW).

Segundo Iida (2005), o limite máximo permitido para exposição ao ruído contínuo durante uma jornada de trabalho de 8 horas é de 85 dB. Caso o nível de ruído atinja 90 dB ou mais, é essencial adotar medidas para mitigar seus efeitos, como a redução do volume sonoro, a restrição do tempo de exposição do trabalhador ou a utilização de equipamentos de proteção auditiva.

De acordo com Gerges (2000) em geral, para o ser humano, a exposição ao ruído pode gerar vários problemas, como: aceleração da pulsação, estreitamento dos vasos sanguíneos, aumento da pressão sanguínea, sobrecarga do coração, nervosismo, fadiga mental, frustração e irritabilidade, fadiga, dentre outros. Para a fauna local, o ruído antropogênico pode afetar a comunicação, navegação, reprodução e a percepção de presas e predadores, ou seja, modifica o comportamento natural da fauna (Francis *et al.*, 2009).

##### 5.1.1.2 Poeiras

O ar não prolifera o crescimento de microrganismos, pois não oferece condições para tal, entretanto, é considerado apenas um meio de dispersão (NOGUEIRA; SILVA FILHO, 2015). A dispersão de partículas de poeira pode atuar como um vetor significativo na

propagação de microrganismos e compostos tóxicos no ambiente. Segundo Jorge (2008), a dispersão dessas partículas ocorre, principalmente, em áreas próximas a sistemas de evaporação de lixiviados, sendo limitada a um raio máximo de 7 a 8 metros ao redor da fonte emissora, o que reforça a necessidade do controle e do monitoramento contínuo para atenuar esses impactos ambientais.

De acordo com Silva Filho e Oliveira (2007, *apud* Jorge, 2008, p. 63), a movimentação de ar, seja pelo vento, tráfego de veículos ou deslocamento de pessoas, contribui para a dispersão de microrganismos no ambiente, afetando a qualidade do ar. Os estudos realizados por Oliveira *et al.*, (2023) revelaram que os aterros sanitários apresentam uma elevada concentração de micropartículas, caracterizando-se como importantes pontos de acúmulo desses contaminantes. Essas partículas, devido à sua natureza e tamanho reduzido, podem ser facilmente transportadas e dispersas em diferentes meios. No contexto analisado pela autora, foram identificadas tanto no lixiviado, líquido resultante da decomposição dos resíduos, quanto no ar, evidenciando a capacidade de mobilidade e propagação dessas substâncias no ambiente.

Em outro estudo Gomes *et al.*, (2018), destaca que a movimentação constante de máquinas e a exposição de resíduos sólidos ao vento facilitam a dispersão de partículas de poeira, especialmente em períodos de seca. Essas partículas não apenas afetam a qualidade do ar, mas também podem causar problemas respiratórios na população e na fauna próximas ao aterro.

#### 5.1.1.3 Alteração da paisagem

Para Marques (2014), a deposição de resíduos sólidos em aterros sanitários pode comprometer a paisagem local, transformando o acúmulo exacerbado de lixo em um elemento central do ambiente, o que representa um problema significativo (Figura 2). Esse impacto estético é reforçado por Campos (2008), ao observar que a depreciação da paisagem, especialmente na forma de poluição visual, como a exposição dos resíduos ou da ausência de ações voltadas para a reintegração do espaço ao entorno natural após o encerramento de suas atividades. Entretanto, para Gomes *et al.*, (2018), os impactos visuais causados pelos aterros sanitários podem influenciar negativamente a percepção da comunidade local.

Figura 2 – Aterro sanitário como elemento central da paisagem



Fonte: Machado (2020)

### 5.1.2 Mitigação dos impactos com o uso de cortina vegetal

Do ponto de vista paisagístico, as cortinas vegetais integram visualmente o aterro sanitário à paisagem circundante, reduzindo a percepção de impacto negativo pelas comunidades próximas (Tyndall e Wallace, 2011). Essas barreiras visuais limitam a exposição das operações internas e o uso de espécies nativas e ornamentais melhora a estética do local, favorecendo a aceitação social do empreendimento (Pernambuco, 2018). Ademais, a vegetação contribui para o isolamento físico e visual do aterro, beneficiando trabalhadores e frequentadores (Martins e Moraes, 2017).

Os sistemas verticais de vegetação apresentam potencial promissor na redução de ruídos, sendo mais eficazes à medida que a densidade da vegetação aumenta, devido à maior difração das ondas sonoras (Schacht e Alves, 2010; Spliethoff, 2022). Um sistema eficiente de cortina vegetal para minimizar os ruídos deve ter no mínimo 15 m de largura, pois é a partir desta largura que começa o processo de insonorização (Instituto de Aviação Civil – IAC, 1984). Além disso, a cortina vegetal contribui para o conforto visual ao esconder a fonte do ruído, desempenhando um papel psicoacústico que gera a percepção de redução do ruído ambiental (Magalhães e Barbosa, 2017).

Segundo a Norma DNIT 076:2006, na qual fez um estudo para avaliar os níveis de ruídos estimados em áreas próximas a rodovias, através deste estudo, conforme as situações analisadas, quanto maior a distância da rodovia e maior a altura da barreira, fica perceptível a redução dos

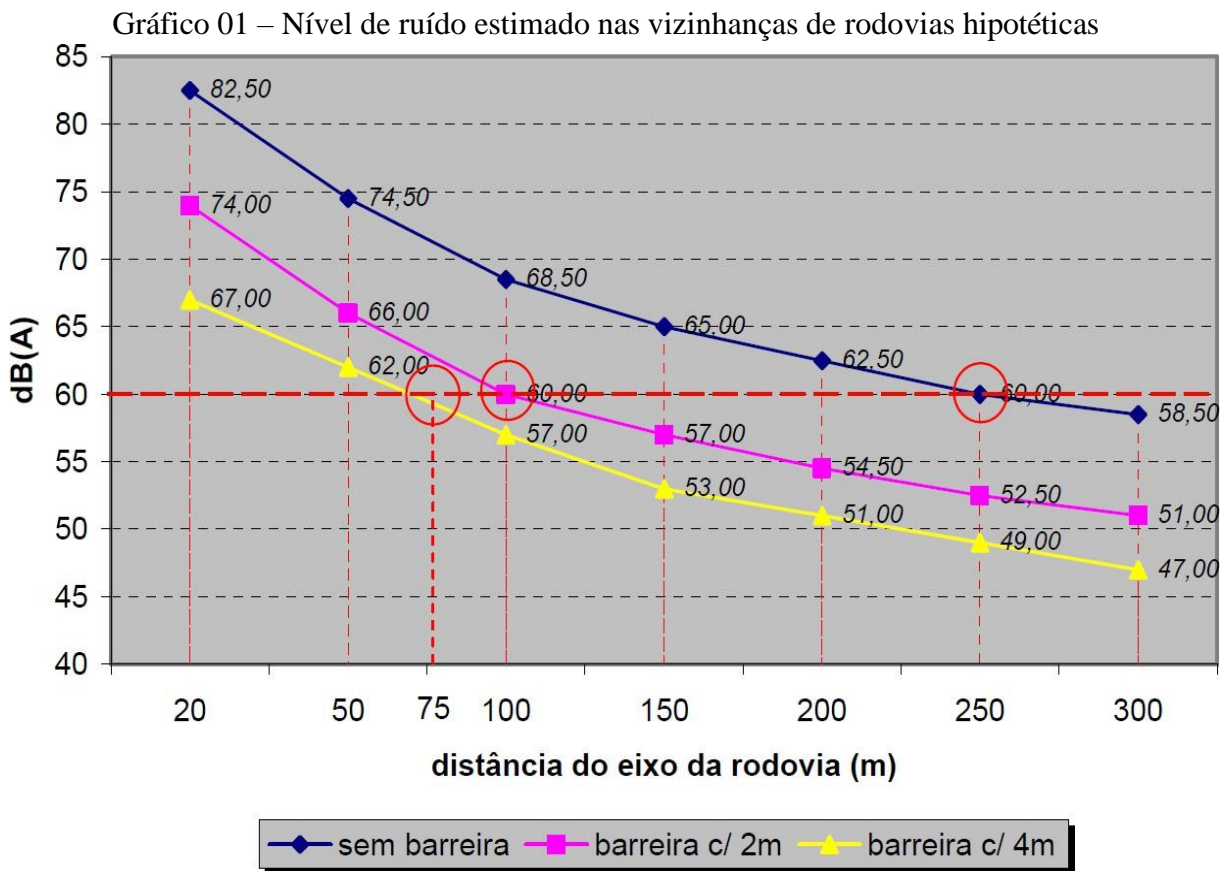
níveis de ruídos provenientes do tráfego de veículos (Tabela 1 e Gráfico 01).

A NBR – 10.151/2000 fundamenta que o nível de critério de avaliação em áreas predominantemente industriais como 70dB(A) para o período diurno e 60dB(A) para o período noturno, a partir disso, percebe-se que a barreira com 4 metros de altura seria o ideal pois conforme o gráfico 01, a distância para atingir o limite legal seria de 75 metros, já sem a barreira seria de 250 metros de distância para atingir o mesmo valor (Gráfico 01).

Tabela 1 – Nível de ruído estimado nas vizinhanças de rodovias hipotéticas

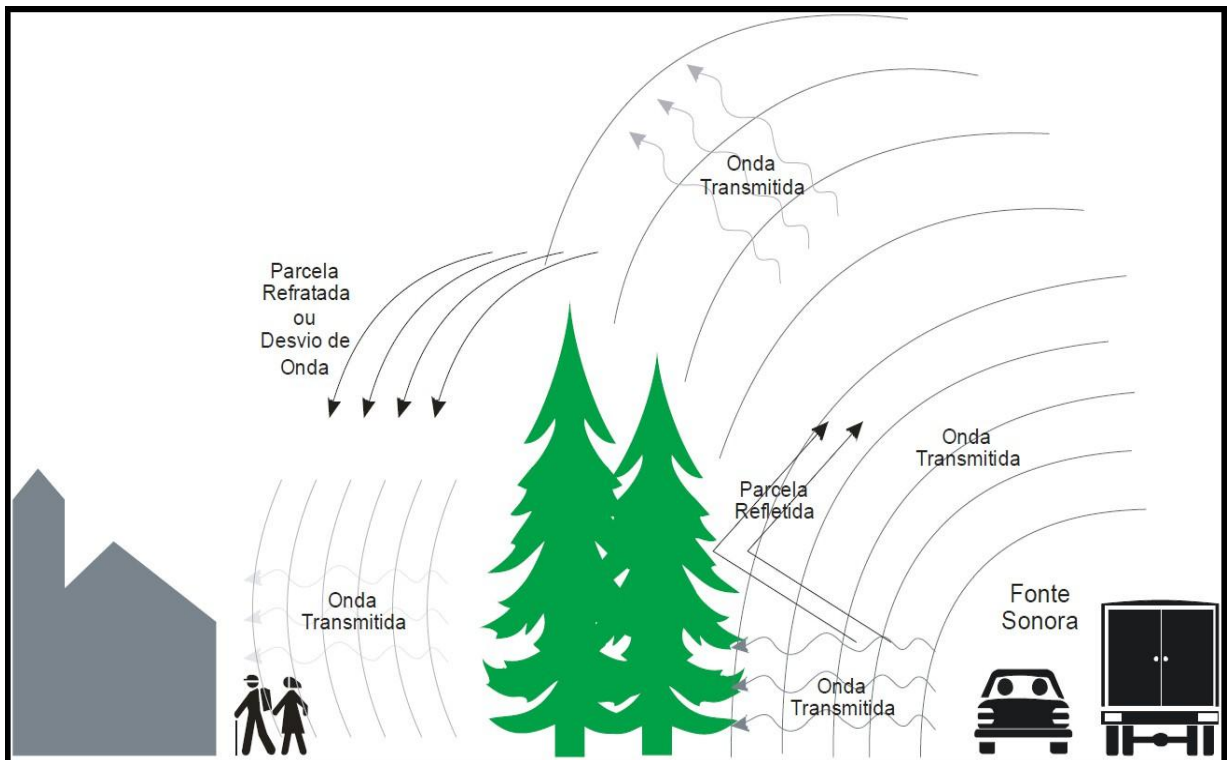
Poluição Sonora	20	50	100	150	200	250	300
<b>Sem barreira</b>	82,50	68,50	65,00	65,00	62,50	60,00	58,50
<b>Com barreira de 2,0m de altura</b>	74,00	66,00	60,00	57,00	54,50	52,50	51,00
<b>Com barreira de 4,0m de altura</b>	67,00	62,00	57,00	53,00	51,00	49,00	47,00

Fonte: DNIT 076 (2006, p. 8)



Na Figura 3, é possível verificar como o som interage com a barreira vegetal, nota-se que as árvores mais altas e densas, isto é, com mais folhas, galhos e troncos próximos entre si possuem maior eficácia pois transmite menos som e reflete as ondas sonoras porque o som retorna em direção à sua origem, essa reflexão ajuda a evitar que toda a energia sonora avance além da barreira.

Figura 3 – Transmissão sonora



Fonte: DNIT 076 (2006, p. 8)

O Quadro 2 compila seis estudos que investigam o uso de cortinas vegetais para mitigar odores em diferentes tipos de empreendimentos. Os estudos analisam o uso de diversas espécies, com foco em sua eficiência no bloqueio e controle da dispersão de odores. O Estudo Ambiental realizado pela Central de Tratamento de Resíduos de Vila Velha (CTRVV) e Ribeiro *et al.* (2023) destaca a instalação de cortinas vegetais no perímetro de aterros sanitários, utilizando espécies como *Eucalyptus citriodora* Hook. e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth (Sansão-do-Campo), conhecidas por seu rápido crescimento, alta densidade foliar e adaptação local, com o objetivo de reduzir odores, ruídos e impactos visuais (Quadro 2).

De maneira semelhante, Tyndall e Colletti (2007) identificaram diversas espécies, como o cipreste-de-Leyland (*Cupressocyparis leylandii*), o bordo-de-cerca (*Acer campestre* L.) e o

choupo híbrido (*Populus deltoides* W.Bartram ex Marshall × *Trichocarpus* Schreb.), ressaltando sua eficácia na captura de partículas e na formação de barreiras contra a dispersão de odores. Por outro lado, Martins e Moraes (2017) optaram por espécies nativas da região como solução ecológica para mitigar odores em estações de tratamento de esgoto.

A Ambiental Metrosul (2021) ampliou a área de cortinas vegetais em estações de tratamento de esgoto, utilizando Eucalipto (*Eucalyptus* L'Hér.), bambu (*Bambusa* Schreb.) e citronela (*Citronella* D.Don), para minimizar odores. Ribeiro *et al.* (2023) também investigaram o uso de eucalipto *Eucalyptus* (L'Hér.) em aterros sanitários da Paraíba, devido ao seu rápido crescimento.

Além disso, o estudo de Amorim (2004) sobre o uso de cortinas vegetais em lagoas de tratamento de efluentes foca na criação de barreiras que desviam correntes de ar, diminuindo os gases odoríferos e minimizando os impactos nas comunidades vizinhas. A autora esquematizou a estrategicamente as árvores, criando formas convergentes e divergentes para mostrar como a disposição estratégica das árvores pode causar desaceleração do ar, contribuindo para a diluição dos odores (Quadro 2 e Figura 4).

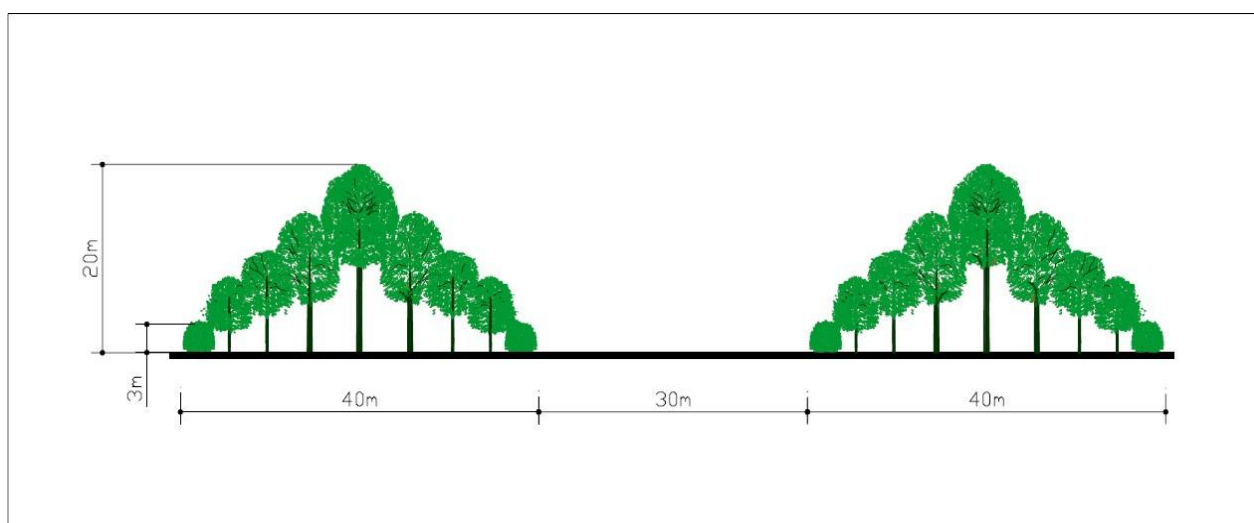
Quadro 2 – Estudos sobre o uso de cortinas vegetais na mitigação de odores

Estudo	Local	Tipos de espécies	Principais utilizações
Tyndall e Colletti (2007)	Instalações pecuárias	Cipreste-de-Leyland ( <i>Cupressocyparis leylandii</i> ), Bordo-de-cerca ( <i>Acer campestre</i> L.), Sorveira-branca-sueca ( <i>Sorbus intermedia</i> ), Choupo híbrido ( <i>Populus deltoides</i> W.Bartram ex Marshall × <i>Trichocarpus</i> Schreb.), Pinheiro-corsicano ( <i>Pinus nigra</i> var. <i>maritima</i> ) e Abrunheiro-branco ( <i>Sorbus aria</i> )	Investigam o uso de cortinas vegetais para reduzir odores provenientes da pecuária, destacando sua eficácia na dispersão de partículas odoríferas e na melhoria da percepção visual da paisagem.
Martins e Moraes (2017)	Estação de tratamento de esgoto	Espécies nativas da região	Redução odores em estações de tratamento de esgoto.

Ambiental Metrosul (2021)	Estação de tratamento de esgoto	Eucalipto ( <i>Eucalyptus</i> L'Hér.), bambu ( <i>Bambusa</i> Schreb.) e citronela ( <i>Citronella</i> D.Don)	Ampliação da cortina vegetal para minimização de odores e implementação de uma barreira natural.
Ribeiro <i>et al.</i> (2023)	Aterro Sanitário	Eucalipto ( <i>Eucalyptus</i> L'Hér.)	Utiliza a cortina vegetal na contenção de odores, destacando o rápido crescimento da espécie.
CTRVV (2007)	Aterro sanitário	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook., <i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth (Sansão-do-Campo)	Indica que essas espécies reduzem odores, ruídos e impacto visual devido à alta densidade foliar e rápido crescimento.
Amorim (2004)	Estação de tratamento de efluentes	Pitangueira ( <i>Eugenia uniflora</i> L.), Pessegueiro-domato ( <i>Prunus sellowii</i> Koehne), Canforeira ( <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J.Presl) e Pinho ( <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze)	Bloqueio e diluição de gases odoríferos através da desaceleração do ar.

Fonte: Adaptado de Tyndall e Colletti (2007), Martins e Moraes (2017), Ambiental Metrosul (2021), Ribeiro *et al.* (2023), CTRVV (2007) e Amorim (2004)

Figura 4 – Corte esquemático da cortina vegetal



Fonte: Amorim (2004, p. 88)

O uso de cortinas vegetais para mitigar a poluição do ar tem se mostrado eficaz na retenção de poeira, Forgearini *et al.*, (2015) recomenda o uso das cortinas vegetais para conter o deslocamento de poeira, destacando seu papel na mitigação dos impactos ambientais, assim como Bueno, London e Souza (2019) que recomendam que uma cortina vegetal tenha cerca de 30 metros de largura para ser eficaz na retenção de partículas. Mascaró e Mascaró (2005) destacam dois aspectos principais: o efeito aerodinâmico, que altera a velocidade do vento devido à vegetação, e o efeito de captação de partículas, que varia conforme as características das espécies, já que espécies arbóreas são mais eficientes no efeito aerodinâmico, graças às suas folhas pequenas, enquanto plantas com folhas mais úmidas, que retêm água, capturam poeira por umidade ou carga elétrica.

A capacidade das plantas na retenção de poeira foi estudada por Patel, Chaurasia e Rao (2022) que analisaram 16 espécies e identificaram *Ficus benghalensis* L. e *Plumeria alba* como as mais eficazes, com taxas de acumulação de poeira de  $0,025 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$  e  $0,023 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , respectivamente. Já Jia *et al.* (2021) analisaram 15 espécies de árvores e arbustos, com resultados variando entre  $0,00919 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$  e  $0,0754 \text{ mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ . Esses dados reforçam a variabilidade na retenção de poeira pelas plantas e sublinham a importância de mais pesquisas para otimizar a seleção de espécies para cortinas verdes.

## **5.2 Critérios, seleção de espécies e estrutura ideal para a composição de cortinas vegetais**

Para a elaboração de um sistema eficiente de cortina vegetal, o primeiro passo é realizar um estudo prévio detalhado da área. Esse estudo deve levar em conta alguns fatores como o tipo de vegetação da região, o solo, a presença de áreas alagadas, o clima, a altitude, o relevo, a disponibilidade de plantas e mudas, construções já feitas no local e a presença de vegetação nativa (Carneiro *et al.*, 2009).

A avaliação da presença de vegetação nativa é o principal fator a se considerar em projetos de cortinas vegetais, pois é o principal indicador de quais espécies existem na área e auxiliam na seleção de espécies. Tendo em vista que, espécies nativas da região são frequentemente preferidas devido à sua adaptação natural às condições locais, maior resiliência a pragas e menor necessidade de manutenção (Ser, 2004).

Para Carneiro *et al.*, 2009, as espécies selecionadas devem possuir as seguintes características:

- Compatibilidade com a região fitogeográfica: as espécies devem estar ajustadas às condições ambientais locais;

- Adequação ao espaço e infraestrutura: deve-se considerar o tamanho das plantas e as limitações estruturais do local;
- Copas densas e folhas perenes: escolher as espécies que mantêm suas folhas durante o inverno, garantindo uma cobertura contínua;
- Desenvolvimento rápido e baixa necessidade de nutrientes: selecionar as plantas que cresçam rapidamente e que não exijam solos de alta fertilidade;
- Produção de frutos não atrativos: priorizar as espécies que não produzem frutos chamativos evitando a presença de pessoas ou animais que possam comprometer a segurança do empreendimento;
- Tolerância a pragas e doenças: escolher as plantas com resistência natural, reduzindo a necessidade de tratamentos frequentes.
- Aromas que minimizem odores: optar por espécies que liberam fragrâncias capazes de neutralizar os odores emitidos pelas ETEs;
- Resistência a condições climáticas adversas: as espécies devem suportar variações de temperatura e geadas, especialmente em regiões suscetíveis a esses eventos climáticos;
- Baixa necessidade de manutenção: priorizar as plantas que demandam poucos cuidados intensivos;
- Melhoramento genético: escolher espécies desenvolvidas para apresentar maior eficiência e durabilidade;
- Disponibilidade de mudas locais: selecionar mudas vigorosas e de fácil acesso em viveiros regionais, especialmente para a formação de cortinas vegetal.

De forma semelhante, o quadro abaixo representa os parâmetros para implementação da cortina vegetal de acordo com a Lei nº 3.669/2021, o Art. 22 estabelece os requisitos mínimos para as mudas de espécies arbóreas que serão utilizadas na implantação das cortinas verdes, enquanto o Art. 24 apresenta os critérios de seleção das espécies vegetais para compor as cortinas verdes (Quadro 3).

Quadro 3 – Parâmetros para implementação de cortina vegetal segundo a Lei nº 3.669/2021

<b>Lei nº 3.669/2021</b>	
<b>Art. 22</b>	<b>Art. 24</b>
Deve apresentar altura mínima de 1,30m (um metro e trinta centímetros) para o estrato inferior e 1,50m (um metro e cinquenta centímetros) para os estratos médio e superior	Estar adequadas às características da região fitogeográfica
O tronco deve ser único e estar livre de ramos até, no mínimo, 1,00m (um metro) de altura nos estratos médio e superior	Ter copas com ramificação densa e folhas perenes, especialmente para atender objetivos ambientais;
A copa deve ter seus ramos distribuídos de maneira uniforme	Apresentar folhas caducas, caso sejam utilizadas com finalidade paisagística;
Deve estar totalmente livre de pragas e doenças	Demonstrar crescimento rápido e exigir baixa fertilidade do solo;
O sistema radicular deve ser bem formado e consolidado.	Não produzir frutos que atraiam pessoas, evitando invasões e riscos à segurança do local;
	Possuir resistência contra pragas e doenças;
	Liberar aromas capazes de reduzir odores indesejáveis, especialmente em contextos ambientais;
	Resistir a condições climáticas adversas, como geadas e variações de temperatura;
	Exigir pouca manutenção ou manejo intensivo;
	Ser resultado de melhoramento genético para maior eficiência.

Fonte: Município de Araucária (2021)

Enquanto Leandro *et al.*, (2020) sugere altura mínima de 0,50 m para espécies arbustivas e 1,5 m a 1,8 m para espécies arbóreas, o estudo realizado para elaboração da Lei nº 3.669/2021, no Art. 22, estabelece o critério de mudas de 1,30 m (um metro e trinta centímetros) para compor o estrato inferior (espécies arbustivas) e 1,50 m (um metro e cinquenta centímetros) para

estrato médio e superior (espécies arbóreas). Os critérios apresentados por Leandro *et al.*, (2020), pela Lei nº 3.669/2021 e por Carneiro *et al.*, (2009) compartilham algumas concordâncias significativas, os três estudos apresentam concordância em alguns requisitos em relação à espécies, sugerindo que estas devem ter:

- Facilidade de adaptação ao ambiente;
- Rápido crescimento e baixa exigência nutricional;
- Facilidade de manutenção (espécies com pouca necessidade de manutenção);
- Densa ramificação e funcionalidade das copas;
- Mudanças com alta qualidade
- Estado fitossanitário excelente;
- Resistente a pragas e doenças;
- Espécies que não produzam frutos atrativos;
- Escolha de espécies que liberam aromas capazes de reduzir odores desagradáveis.

De acordo com Guarino *et al.*, (2021), a composição de espécies que formam a cortina vegetal deve ser variada quanto à questão da altura e a densidade da copa, preferencialmente, espécies que tenham folhas grandes e com maior rugosidade, folhas com formas complexas e espécies de coníferas. Os autores apontam que geralmente no Brasil a escolha de espécies arbóreas e arbustivas são: *Grevillea robusta* A.Cunn. ex R.Br. (grevílea), *Corymbia* K.D.Hill & L.A.S.Johnson (*Corymbia* spp.) e *Eucalyptus* L'Hér. (*Eucalyptus* spp.), *Cupressus lusitanica* Mill. (cipreste); *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sabiá ou sansão-do-campo) e para herbáceas, apontam espécies como: *Ananas bracteatus* (Lindl.) Schult. & Schult.f. (anãnas-de-cerca), *Bromelia antiacantha* Bertol. e *Bromelia balansae* Mez (bananinha-do-mato), *Cajanus cajan* (L.) Huth (feijão-gandu), *Saccharum officinarum* L. (cana-de-açúcar) e *Pennisetum* Rich. (capim-elefante).

Já Carneiro *et al.*, (2009) sugere o uso das espécies com potenciais para utilização em cortina verde, entretanto, o autor aponta que para analisar mais precisamente as espécies com potenciais, ainda são necessários estudos mais aprofundados para avaliar questões como crescimento, espaçamentos, resistência a pragas, melhoramento genético, tratamentos culturais e eficiência (Quadro 4).

Quadro 4 – Escolha das espécies ideais para cada região do Estado do Paraná

Espécies com potenciais para cortina verde na <b>Região da Atlântica</b>		Espécies com potenciais para cortina verde na <b>Região da Araucária</b>		Espécies com potenciais para cortina verde na <b>Região da Estacional</b>	
Nome vulgar	Nome científico	Nome vulgar	Nome científico	Nome vulgar	Nome científico
Pessegueiro- bravo	<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) D.Dietr.	* e ** Maricá	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Vacum	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. Et al.) Hieron. ex Niederl.
Pimenteira	<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	Sarandi	<i>Sebastiania schottiana</i> (Müll.A rg.) Arg.	Branquilho	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm.
*Ficus	<i>Ficus benjamina</i> L.	Caliandra	<i>Calliandra brevipes</i> Benth.	*Ficus	<i>Ficus benjamina</i> L.
Cafezeiro-do- mato	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Caliandra	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.)L.B.Sm.& Downs	Cafezeiro-do- mato	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.
Cordia	<i>Cordia silvestres</i> Fresen.	Caingá	<i>Myrcia hatschbachii</i> D.Le grand	Gurucaia	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan
Jacarandá lombriga	<i>Andira anthelminthica</i> (Vell.) Benth.	Cafezeiro-do- mato	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Angico monjoleiro	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan
Guaricica	<i>Vochysia bifalcata</i> Warm	Aroeira-salsa	<i>Schinus molle</i> L.	Louro pardo	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.
Guanandi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Pimenteira	<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart.
		Pessegueiro- bravo	<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) D.Dietr.	Pau de alho	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms
		Murta	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	Peito de pomba (tapiririca)	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.
		Ingá-feijão	<i>Inga marginata</i> Willd.	Guajuvira	Patagonula americana

		Angico guraia	<i>Inga marginata</i> Willd.		
		Angico monjoleiro	<i>Anadenanthera</i> <i>colubrina</i> (Vell.) Brenan		
		*Ficus	<i>Ficus benjamina</i> L.		
		**Açoita- cavalo	<i>Luehea</i> <i>divaricata</i> Mart.		
		Vacum	<i>Allophylus</i> <i>edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.		

NOTA: \* espécies exóticas à região; \*\* recomendada somente para áreas urbanas protegidas de geadas.

Fonte: Carneiro *et al.* (2009)

De acordo com Spohr *et al.*, (2011), o qual elaborou um projeto de manutenção e/ou implantação de uma cortina vegetal com espécies nativas para o Aterro Sanitário Rincão das Flores, as espécies escolhidas pertenciam à mesma região fitogeográfica do aterro sanitário, ou seja, espécies adaptadas ao solo e clima da região (Quadro 5).

Algumas espécies estão na lista de recomendações de alguns autores e legislações tais como a *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O.Berg (Murta) e *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. *et al.*) Hieron. ex Niederl. (Chal-chal) que estão presentes também nas recomendações de Carneiro *et al.*, (2009) no Quadro 5 e a *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. *et al.*) Hieron. ex Niederl. (Chal-chal) que aparece como uma das recomendações da Lei nº 3.669, de 8 de abril de 2021 Município de Araucária (2021).

Quadro 5 – Escolha de espécies para o projeto de uma cortina vegetal segundo Spohr *et al.*, (2011)

Nome vulgar	Nome científico
Erva-mate	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.
Pinheiro brasileiro	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze
Ipê-amarelo	<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos
Araçá-do-mato	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand
Murta	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg
Cerejeira	<i>Eugenia involucrata</i> DC.
Camboatá branco	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.
Chal-chal	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. <i>et al.</i> ) Hieron. ex Niederl.

Fonte: Spohr *et al.* (2011)

O Município de Araucária (2021), através da Lei nº 3.669, de 8 de abril de 2021 estabelece uma lista de espécies a serem utilizadas para as cortinas vegetais em aterros sanitários (Quadro 06). Algumas dessas espécies também são recomendadas por Carneiro *et al.*, (2009), as espécies de comum indicação estão a *Calliandra brevipes* Benth. (Quebra foice-rosa), *Schinus molle* L. (Aroeira salsa), *Inga marginata* Willd. (Ingá-feijão) e *Casearia sylvestris* Sw. (Chá-de bugre) (Quadro 5). Além disso, há uma espécie que é recomendada na Lei nº 3.669, de 8 de abril de 2021 que aparece tanto em Carneiro *et al.*, (2009) quanto em Spohr *et al.*, (2011) sendo ela a *Inga marginata* Willd. (Ingá-feijão) (Quadro 4 e Quadro 5).

Quadro 6 – Escolha das espécies recomendadas segundo a Lei nº 3.669, de 8 de abril de 2021 do Município de Araucária

Nome Comum	Nome Científico	Estrato Vegetal
Quebra foice-rosa	<i>Calliandra brevipes</i> Benth.	Inferior
Azaleia	<i>Rhododendron simsii</i> Planch.	Inferior
Gardenia	<i>Gardenia jasminoides</i> J.Ellis	Inferior
Jasmim amarelo	<i>Jasminum mesnyi</i> Hance	Inferior
Embira	<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	Inferior
Quebra foice vermelha	<i>Calliandra tweedii</i> Benth.	Inferior
Aroeira cinzenta	<i>Schinus lentiscifolia</i> Marchand	Inferior
Canudo de pito	<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto	Inferior
Assobiadeira	<i>Schinus polygama</i> (Cav.) Cabrera	Médio
Vacum	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. <i>et al.</i> ) Hieron. ex Niederl.	Médio

Sabugueiro	<i>Sambucus australis</i> Cham. & Schltldl.	Médio
Manacá da serra	<i>Pleroma mutabile</i> (Vell.) Triana	Médio
Corticeiro do banhado	<i>Erythrina crista-galli</i> L.	Médio
Aroeira salsa	<i>Schinus molle</i> L.	Médio
Quaresmeira	<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	Médio
Ingá-feijão	<i>Inga marginata</i> Willd.	Médio
Chá-de bugre	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Médio
Cocão	<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E.Schulz	Médio
Salgueiro	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Superior
Falso barbatimão	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	Superior
Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	Superior
Corticeiro do-mato	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Superior
Cipreste português	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Superior
Eucalipto bentami	<i>Eucalyptus benthamii</i> Maiden & Cambage	Superior
Eucalipto cascudo	<i>Eucalyptus robusta</i> Sm.	Superior
Eucalipto cidra	<i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden	Superior
Eucalipto viminali	<i>Eucalyptus viminalis</i> Labill.	Superior

Fonte: Município de Araucária (2021)

Ao analisar o odor, um dos impactos gerados, Miura (2020) destaca algumas espécies recomendadas para as regiões do planalto médio e nordeste do Rio Grande do Sul a serem implantadas em cortinas vegetais visando atenuar os impactos gerados nas operações da estação de tratamento de esgoto, sendo elas a redução dos odores e interferência visual. As espécies recomendadas pelo autor estão destacadas no (Quadro 7).

Quadro 7 – Escolha das espécies recomendadas por Miura (2020) para as regiões do planalto médio e nordeste do Rio Grande do Sul

Nome Comum	Nome Científico
Aroeira-Salsa	<i>Schinus molle</i> L.
Aroeira-Vermelha	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi.
Caúna	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek
Caixeta	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.
Sucará	<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera
Guajuvira	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.
Louro-Mole	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.
Louro-Pardo	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.

Grandiúva	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume
Tanheiro	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.
Timbó	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.
Pata-De-Vaca	<i>Bauhinia forficata</i> Link
Ingá-Banana	<i>Inga vera</i> Willd.
Maricá	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze.
Cabreúva	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão
Angico	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan
Canela	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees
Canjerana	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.
Chal-Chal	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.
Camboatá-Vermelho	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.
Cipreste-Português	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.
Eucalipto-Robusta	<i>Eucalyptus robusta</i> Sm.
Melaleuca	<i>Melaleuca leucadendra</i> (L.) L
Quebra-Foice	<i>Calliandra tweediei</i> Benth.
Pixirica	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin
Clúsia	<i>Clusia fluminensis</i> Planch. & Triana
Hortênsia	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.
Orelha-De-Onça	<i>Tibouchina heteromalla</i> (D. Don) Cogn.
Quaresmeira-Arbustiva	<i>Tibouchina moricandiana</i> (DC.) Baill.
Jasmim-Amarelo	<i>Jasminum mesnyi</i> Hance
Ave-Do-Paraíso	<i>Strelitzia reginae</i> Banks
Taquara	<i>Bambusa tuldoides</i> Munro
Bambu-Verde-Gigante	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C.Wendl
Bambu-Gigante	<i>Dendrocalamus asper</i> (Schult. & Schult.f.) Baker ex K.Heyne

Fonte: Miura (2020)

Após uma comparação entre as espécies recomendadas por Carneiro *et al.* (2009), Spohr *et al.* (2011), Miura (2020) e Município de Araucária (2021) foram encontradas as espécies que mais são indicadas para a implantação de cortinas vegetais no estado do Rio Grande do Sul. As espécies que aparecem em mais de um dos autores foram organizadas na Tabela 2, dentre elas a *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl apareceu em todos os autores consultados seguida de *Schinus molle* L. que foi encontrada em 3 dos autores consultados. A *Allophylus edulis* árvore pequena, de até 9 m de altura, folhagem perene e copa densa e globosa,

além de troncos curtos e tortuosos. A *Schinus molle* L. é uma espécie arbórea de pequeno porte entre 5 a 8 m de altura, tronco grosso, curto e ramificado (Tabela 2).

Tabela 2 – Espécies recomendadas por Carneiro *et al.* (2009), Spohr *et al.* (2011), Miura (2020) e Município de Araucária (2021) que mais aparecem em mais de um autor

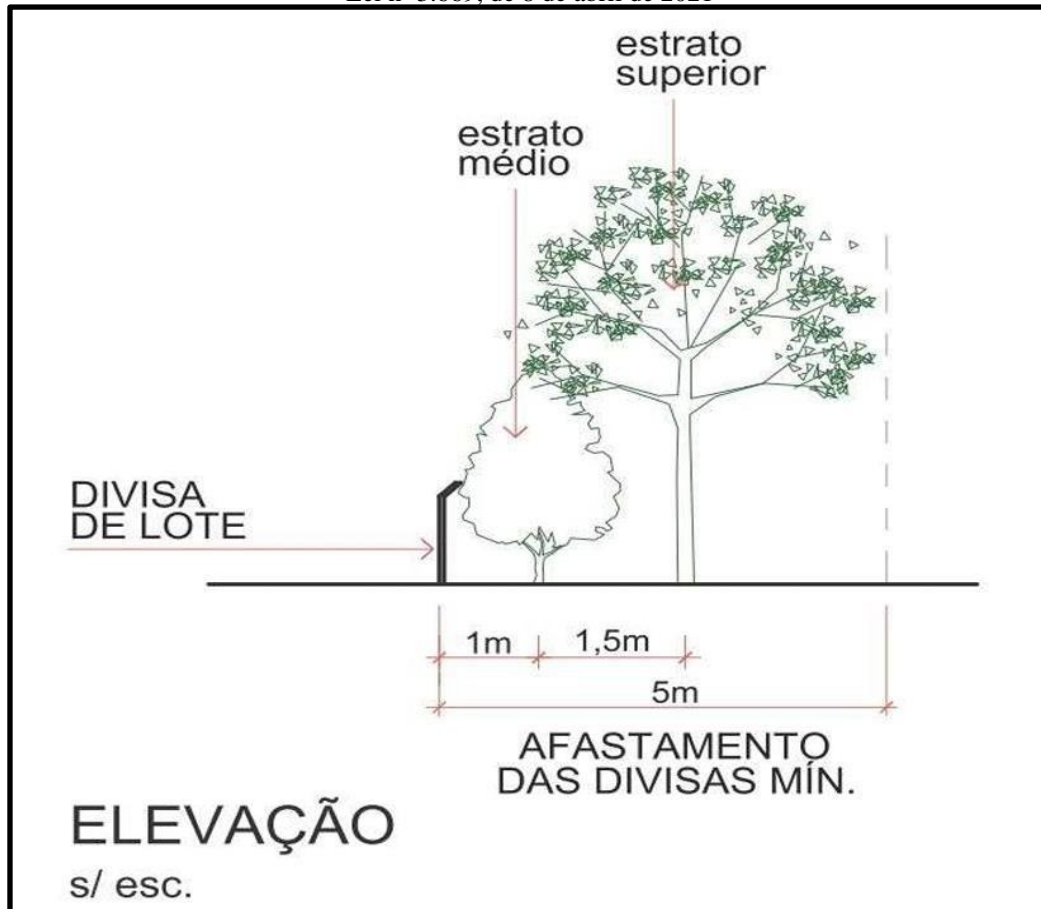
Nome Científico	Quantidade
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk	4
<i>Schinus molle</i> L.	3
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	2
<i>Calliandra brevipes</i> Benth.	2
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	2
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	2
<i>Eucalyptus robusta</i> Sm.	2
<i>Inga marginata</i> Willd.	2
<i>Jasminum mesnyi</i> Hance	2
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	2

Fonte: Adaptado de Carneiro *et al.* (2009), Spohr *et al.* (2011), Miura (2020) e Município de Araucária (2021)

O parâmetro de largura é um dos mais importantes na implantação de uma cortina vegetal, foi encontrada a legislação do município de Araucária, no Paraná, a Lei N° 3.669, de 08 de abril de 2021, que regulamenta a Lei Complementar n° 25/2020 e estabelece modelos e parâmetros para implantação de cortinas verdes no Município de Araucária. Segundo a lei do município, os aterros sanitários são classificados como indústrias, por isso, são pertencentes ao Eixos de Desenvolvimento Industrial (EDI) do município, onde classificam a largura de afastamento da divisa de até 5,0 m, de 5,0 m até 8,0 m e acima de 8,0 m e neste espaço são implementadas as cortinas vegetais (Município de Araucária, 2021). Cada classe de largura exige uma quantidade de fileiras para compor os estratos, até 5,0 m deve conter no mínimo 2 (duas) fileiras de vegetação, sendo 1 (uma) do estrato médio e 1 (uma) do estrato superior (

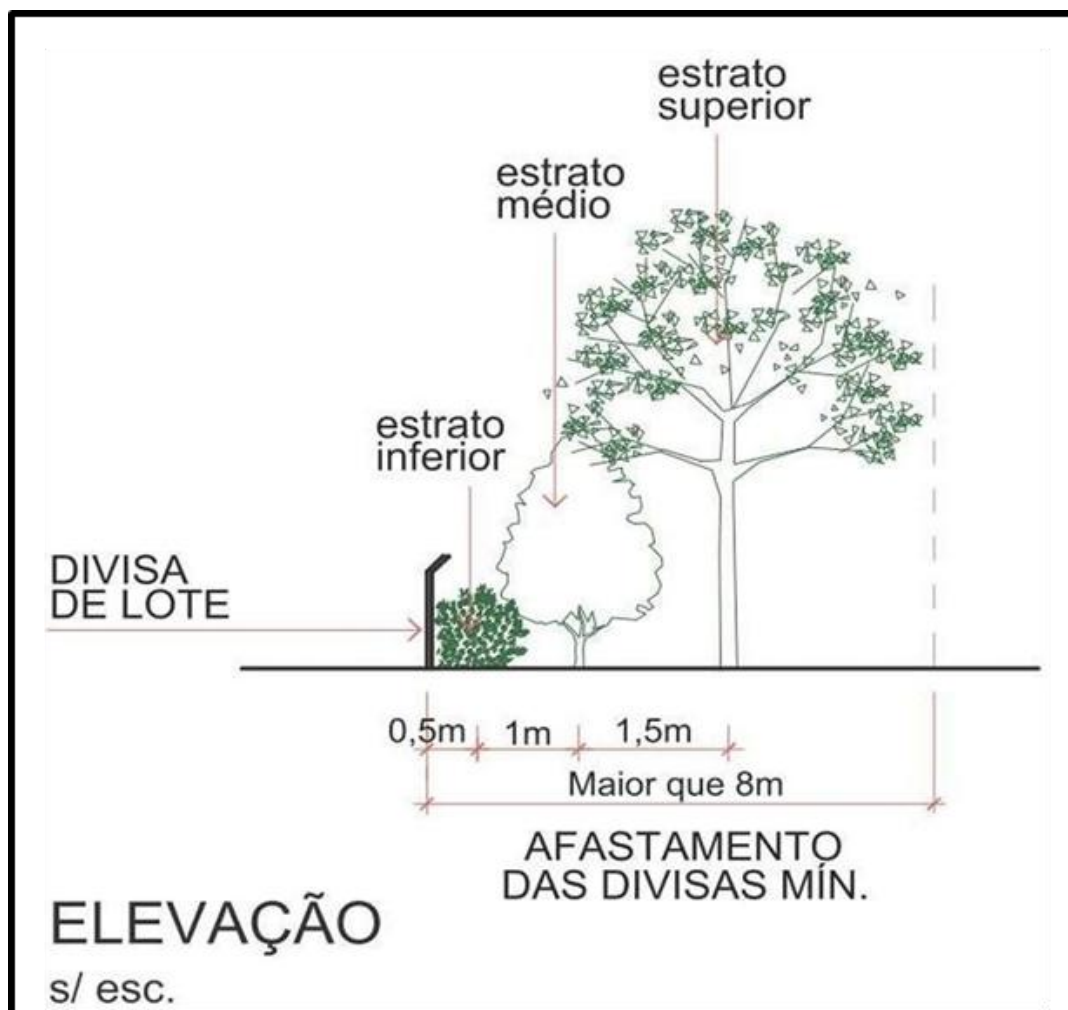
Figura 5), entre 5,0 m até 8,0 m deve conter no mínimo 2 (duas) fileiras de vegetação, sendo 1 (uma) do estrato médio e 1 (uma) do estrato superior. Além disso, quando a largura de afastamento da divisa for acima de 8,0 m deve conter no mínimo 3 (três) fileiras de vegetação, sendo 1 (uma) do estrato inferior, 1 (uma) do estrato médio e 1 (uma) do estrato superior (Figura 6).

Figura 5 – Distribuição dos estratos com a largura de afastamento até 5,0 metros, com dois estratos segundo a Lei nº 3.669, de 8 de abril de 2021



Fonte: Município de Araucária (2021)

Figura 6 – Distribuição dos estratos com a largura de afastamento acima de 8,0 metros, com três estratos segundo a Lei nº 3.669, de 8 de abril de 2021



Fonte: Município de Araucária (2021)

Outros estudos também trazem valores para o parâmetro largura da cortina vegetal que são utilizados em aterros sanitários, o Aterro Sanitário Rincão das Flores - RS apresenta em seu projeto uma cortina vegetal de 20 m de largura com espécies nativas, o aterro sanitário do município de Sorriso – MT possui uma cortina vegetal com 30 m de largura (Spohr *et al.*, 2011; Bueno, London e Souza, 2018).

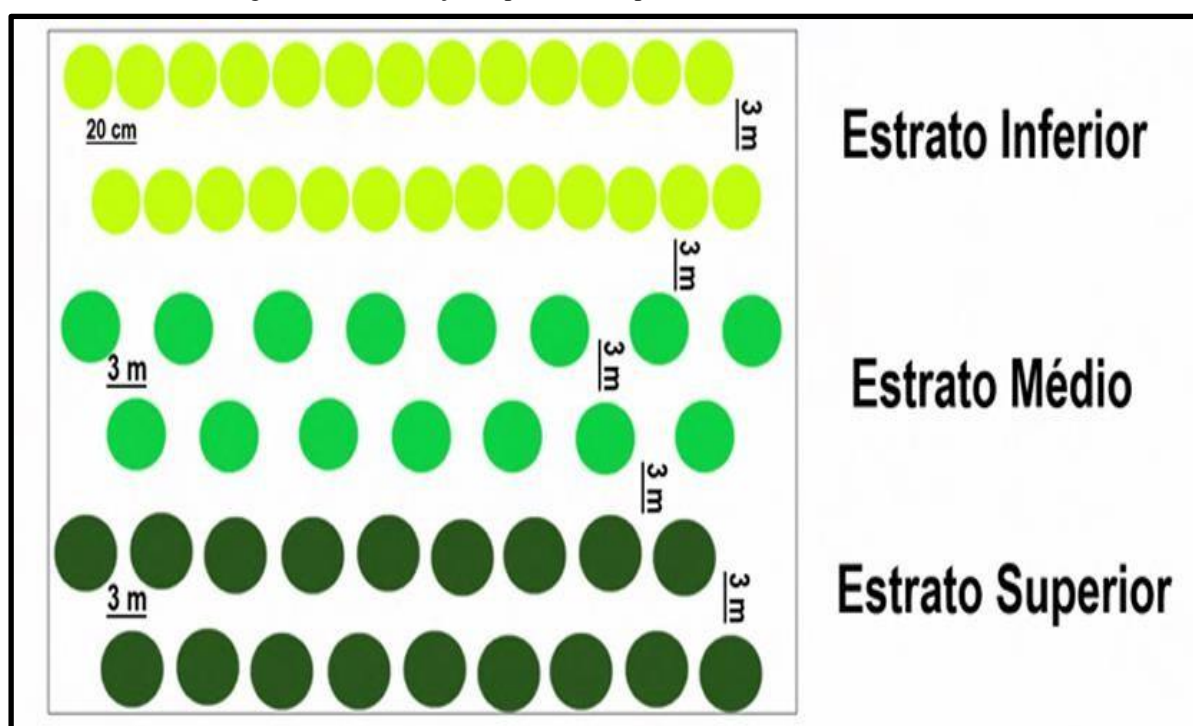
Ao analisar o segundo parâmetro, a altura de uma cortina vegetal, os trabalhos ou legislações focam na função de quebra-ventos da cortina vegetal e, visto que, o vento é o meio de propagação de odores e poeiras. Segundo Leandro *et al.* (2020), a barreira vegetal para atenuação de odores deve ter uma altura elevada, com espécies maiores que 8,0 m de altura. Por outro lado, Da Costa *et al.*, (2022), destaca que a altura da cortina vegetal deve ser máxima possível, pois a área protegida depende da altura da cortina vegetal e, com isso, contribui para

atenuação dos odores desagradáveis e partículas.

Outro parâmetro estrutural de uma cortina vegetal são os seus estratos, segundo Leandro *et al.* (2020) as cortinas vegetais devem ser compostas de três estratos o inferior, o médio e o superior. No estrato inferior, devem ser utilizados arbustos e árvores de pequeno porte entre 1,5 m e 4,0 m de altura. Na composição do estrato médio e superior devem ser utilizadas árvores de porte médio de 4,0 a 8,0 m e arbóreas de grande porte maiores de 8,0 m.

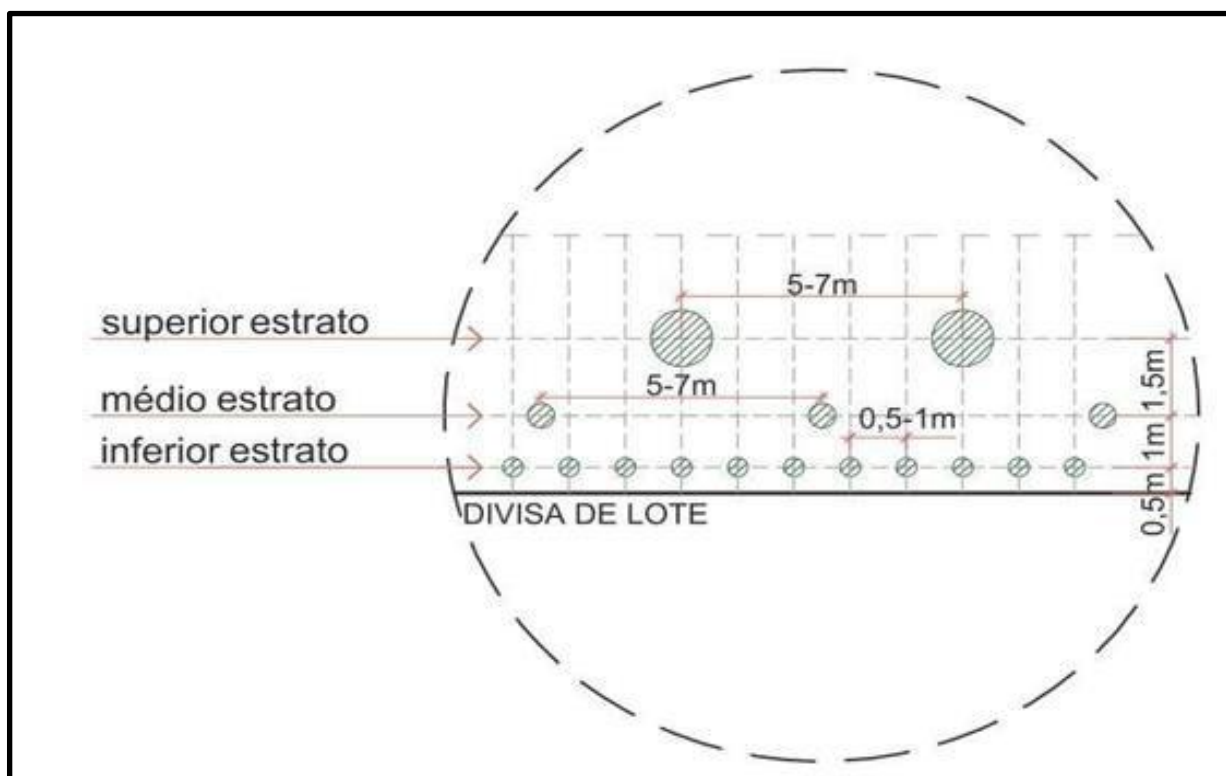
Por fim, o último parâmetro da estrutura ideal de cortinas vegetais é a distribuição espacial das espécies em filas e estratos. Segundo Coelho *et al.*, (2022), a distribuição deve ser feita em filas e estratos no estrato inferior as espécies devem ter o espaçamento de 0,3 m entre plantas na mesma fileira (estrato inferior) e 3,0 m entre linhas, para os estratos médio e superior, as espécies devem ter 3,0 m de espaçamento entre as plantas da mesma fileira (estrato) e 3,0 m entre linhas (Figura 7). Outra recomendação de distribuição espacial é proposta pelo Município de Araucária (2021), através da Lei nº 3.669, de 8 de abril de 2021 no estrato inferior o espaçamento deve ser de 0,5 a 1 m entre as plantas da mesma fileira e 1 m entre os estratos inferior e médio, no estrato médio o espaçamento entre as plantas da mesma fileira deve ser de 5 a 7 m e de 1,5 m entre o estrato médio e estrato superior, por fim, no estrato superior o espaçamento deve ser de 5 a 7 m entre as plantas na mesma fileira e 1,5 m entre o estrato superior e médio (Figura 8).

Figura 7 – Distribuição espacial entre plantas na mesma fila e estratos



Fonte: Coelho *et al.* (2022)

Figura 8 – Distribuição espacial entre plantas na mesma fila e estratos segundo Lei nº 3.669, de 8 de abril de 2021



Fonte: Município de Araucária (2021)

O quadro a seguir, compila o resultado da comparação entre os autores e evidencia que eles citam muitas espécies como recomendação da barreira, porém como comparação e sobreposição das citações da mesma espécie pelos autores há muitas células vazias, o que pode indicar que não há um consenso na seleção de espécies para a implantação da barreira dando-se pela hipótese da diferenciação de cada vegetação nativa local mostrando que a seleção das espécies pode ser ajustada para melhor adaptação conforme a região do aterro sanitário. Em questão da estratificação, há muitas espécies de diferentes estratos (EI: 35, EM:20, ES:10) mostrando que há uma diversificação grande de espécies para ocupar diferentes níveis de estratificação na barreira. Como a média de citações por espécie é menor que 1, fica evidente que a maioria das espécies foi mencionada em um único estudo, o que pode indicar abordagens diferentes ou um campo de pesquisa ainda em desenvolvimento (Quadro 8).

Quadro 8 – Comparação entre as espécies recomendadas por Coelho (2022); Leandro (2020); Gomes (2017); Corrêa, J.N; e Oliveira, A.V., (2009)

Nome Vulgar	Nome Científico	Estrato	Coelho (2022)	Leandro (2020)	Gomes (2017)	Corrêa, J.N; e Oliveira, A.V., 2009.	Característica	Ocorrência
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i> A.St.-Hil.	EM	X				Arbóreo	Pantanal/Cerrado/Mata Atlântica
Limãozinho	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	EI	X				Arbóreo	Mata Atlântica/Cerrado
Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	EM		X			Arbóreo	Mata Atlântica/Cerrado
Ananás-de-cerca	<i>Ananas bracteatus</i> (Lindl.) Schult. & Schult.f.	EI			X		Arbustivo	Mata Atlântica
Eucalipto de fita	<i>Eucalyptus viminalis</i> Labill.	ES			X		Arbóreo	Exótica
Jasmin amarelo	<i>Jasminum mesnyi</i> Hance	IND			X		Arbustivo	Exótica
Corticeira do ba- nhado	<i>Erythrina cristagalli</i> L.	EI			X		Arbóreo	Mata Atlântica/Pampa
Açoita cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	EM	X				Arbóreo	Mata Atlântica/Pampa
Ciprestemexi- cano/cedroportu- guês	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	EI			X		Arbóreo	Exótica
Sansão do Campo	<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	EI	X	X			Arbustivo	Caatinga/Cerrado/Mata Atlântica
Clone A211	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T.Blake	ES	X				Arbóreo	Exótica

Canudo de pito	Escallonia bifida Link & Otto	EI			X		Arbóreo	Exótica
Cocão	Erythroxyllum argentinum O.E.Schulz	EM			X		Arbóreo	Mata Atlântica/Pampa
Ingá feijão	Inga marginata Willd.	EI			X	X	Arbóreo	Mata Atlântica/Amazônia
Salgueiro crioulo	Salix humboldtiana Willd.	EI			X		Arbóreo	Pantanal/Cerrado/Mata Atlântica/Amazônia
Azaléia	Rhododendron simsii Planch.	EI			X		Arbustivo	Exótica
Oiti	<i>Licania</i> <i>tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	EM	X				Arbóreo	Mata Atlântica
Aroeira	Myracrodruon urundeuva M. Allemão	EM	X	X			Arbóreo	Caatinga/Cerrado/Mata Atlântica
Coroa de cristo	Euphorbia milii Des Moul.	EI			X		Arbustivo	Exótica
Aroeira Cinzenta	Schinus lentiscifolia Marchand	EI			X	X	Arbóreo	Mata Atlântica/Pampa
Trifoliata	Poncirus trifoliata (L.) Raf.	EI			X		Arbustivo	Exótica
Quebra foicerosa	Calliandra brevipes Benth.	EI			X		Arbustivo	Mata Atlântica/Cerrado
Aroeira salsa	Schinus molle L.	EI			X		Arbóreo	Mata Atlântica/Cerrado
Chá de burge	Casearia sylvestris Sw.	EI			X		Arbustivo	Mata Atlântica/Cerrado/Amazônia

Espinho de são João	Berberis laurina Billb.	EI			X		Arbustivo	Exótica
Sangra d'água	Croton urucurana Baill.	EM	X			X	Arbóreo	Pantanal/Cerrado/Mata Atlântica/Amazônia
Embira	Daphnopsis racemosa Griseb.	EI			X		Arbustivo	Mata Atlântica/Cerrado
Ficus	Ficus benjamina L.	EM			X		Arbustivo	Exótica
Ingá banana	Inga vera Willd.	EI			X		Arbóreo	Mata Atlântica/Amazônia
Grevillea	Grevillea robusta A.Cunn. ex R.Br.	EM			X		Arbóreo	Exótica
Angelim	<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Amshoff	EM	X				Arbóreo	Amazônia
Bananinha do mato	Bromelia antiacantha Bertol.	EI			X		Arbustivo	Mata Atlântica
Assobiadeira/Mo-lho	Schinus polygama (Cav.) Cabrera	EI			X		Arbustivo	Pampa
Faxina vermelha	Dodonaea viscosa Jacq.	EI			X		Arbustivo	Exótica
Maricá	Mimosa bimucronata (DC.) Kuntze	EI			X		Arbustivo	Mata Atlântica/Cerrado/Pampa
Espinho de cruz	<i>Colletia paradoxa</i> (Spreng.) Escal.	EI			X		Arbustivo	Exótica
Eucalipto cascudo	Eucalyptus robusta Sm.	ES			X		Arbóreo	Exótica
Sabugueiro	Sambucus	EI			X		Arbustivo	Mata Atlântica/Pampa

	australis Cham. & Schltld.							
Pata de vaca	Bauhinia forficata Link	EM	X				Arbóreo	Amazônia/Cerrado
Eucalipto	Eucalyptus benthamii	ES			X		Arbóreo	Exótica
Murta de Cheiro	Murraya paniculata (L.) Jack	EI	X				Arbustivo	Exótica
Chaichai	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	EI			X		Arbóreo	Pantanal/Cerrado/Mata Atlântica/Amazônia
Copaíba	Copaifera langsdorffii Desf.	EM	X			X	Arbóreo	Amazônia
Clone I144	Eucalyptus grandis W.Hill	ES	X				Arbóreo	Exótica
Mulungu-do-litoral	Erythrina speciosa Andrews	EI				X	Arbórea	Mata Atlântica
Ipê-amarelo	Handroanthus albus (Cham.) Mattos	EM				X	Arbórea	Mata Atlântica
Quaresmeira	Tibouchina pulchra Cogn.	EM				X	Arbórea	Mata Atlântica
Cedro-rosa	Cedrela fissilis Vell.	ES				X	Arbórea	Amazônia/Mata Atlântica
Capororoca	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	EM				X	Arbórea	Mata Atlântica/Cerrado
Aroeira-vermelha	Schinus terebinthifolia Raddi.	EI				X	Arbórea	Mata Atlântica
Araticum-do-mato	<i>Rollinia sylvatica</i>	EI				X	Arbórea	Mata Atlântica

	(A.St.-Hil.) Mart.							
Paineira-branca	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	EI				X	Arbórea	Mata Atlântica
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	EI				X	Arbustiva	Mata Atlântica/Cerrado
Araçá	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	EI				X	Arbustiva	Mata Atlântica
Palmeira-jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	EM				X	Arbórea	Mata Atlântica/Cerrado
Caroba	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	EM				X	Arbórea	Mata Atlântica
Cássia-amarela	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	EM				X	Arbórea	Mata Atlântica/Cerrado
Leiteiro	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	EM				X	Arbórea	Mata Atlântica/Cerrado
Cambuí	<i>Myrcia glabra</i> (O.Berg) D.Legrand	ES				X	Arbórea	Mata Atlântica
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i> Link	EI				X	Arbórea	Mata Atlântica/Cerrado
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	ES				X	Arbórea	Mata Atlântica/Cerrado
Tarumã	<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	ES				X	Arbórea	Mata Atlântica/Cerrado
Carqueja	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	EI				X	Arbustiva	Mata Atlântica/Cerrado
Vassourinha-do-	<i>Baccharis</i>	EI				X	Arbustiva	Mata Atlântica/Cerrado

campo	dracunculifolia DC.							
Jacarandá-pardo	Pterocarpus violaceus Vogel	EM				X	Arbórea	Mata Atlântica
Goiabinha	Eugenia leitonii D. Legrand	ES				X	Arbórea	Mata Atlântica

EI: Estrato Inferior, EM: Estrato Médio, ES: Estrato Superior, IND: Informação Indisponível

Fonte: Adaptado de Coelho (2022), Leandro (2020), Gomes (2017) e Corrêa, J.N; e Oliveira, A.V., (2009)

Os dados apresentados no quadro a seguir, foram obtidos a partir da compilação de informações de diversos autores incluindo Coelho *et al.* (2022), Amorim (2004), Guarino *et al.* (2021), CTRVV (2007), Portella e Ribeiro (2014, p. 121), Gomes *et al.* (2018), Ambiental Metrosul (2021), Município de Araucária (2021), Martins e Moraes (2017), Baggio (1983), Ser (2004), Moodley, Oliveira e Parkin (2011), Oyebode (2017), Sanebrás (2014), Bueno, London e Souza (2018), Cirsures (2019), EMBRAPA (2017), Campos (2008), Schacht e Alves (2010), Leandro *et al.* (2020), Nogueira e Silva Filho (2015), Jorge (2008), Silva Filho e Oliveira (2007, apud Jorge, 2008, p. 63), Marques (2014), Tyndall e Wallace (2011), Spliethoff (2022), Magalhães e Barbosa (2017), Ribeiro *et al.* (2023) e Forgearini *et al.* (2015). e divide-se em 5 tipos (Quadro 09):

- Gerais: Presentes em todos os grupamentos;
- Corta-vento: Apresentação de espécies que bloqueiam a passagem do vento;
- Poeira/Poluentes: Foco na retenção e absorção das partículas suspensas;
- Ruído: Foco no auxílio da absorção acústica;
- Paisagística: Que contribui na estética do ambiente.

A avaliação e o planejamento de uma barreira vegetal devem ser levados em conta os vários objetivos em sua implantação. Diante disso, os autores muitas vezes entram em consenso sobre diversas características que devem apresentar uma barreira vegetal, tais são apresentadas como "gerais" na tabela e para usos mais específicos é utilizada mais de uma característica. Dessa forma, o planejamento é necessário para que saiba quais características serão buscadas nas espécies para que haja o suprimento da necessidade do aterro.

Quadro 9 – Características da barreira vegetal em função dos seus objetivos

<b>Tipo</b>	<b>Características</b>	<b>Objetivo</b>
Geral	Rápido crescimento	Permite que a barreira seja funcional em menos tempo.
Geral	Longevidade	Espécies de vida longa garantem menor necessidade de reposição.
Geral	Sistema radicular profundo e vigoroso	Ajuda na estabilidade do solo e resistência à erosão.
Geral	Capacidade de brotação após poda/corte	Importante para manutenção e regeneração da barreira.
Geral	Ramificação densa desde a base	Favorece a formação de uma barreira compacta.
Geral	Alta taxa de fixação de partículas	Espécies que retêm poeira e poluentes atmosféricos.
Geral	Resistência a pragas e doenças	Evita reposições frequentes e tratamentos químicos.
Geral	Capacidade de reter umidade	Importante para microclima e conforto térmico.
Cortavento	Densa folhagem	Reduz a passagem de vento.
Cortavento	Ramificação densa desde a base	Fecha os espaços inferiores da barreira.
Cortavento	Árvores/arbustos altos	Quanto mais altas, mais eficiente é o bloqueio.
Cortavento	Conter mais de 15 metros de altura	Necessário para bloquear ventos fortes.
Cortavento	Sistema radicular profundo e vigoroso	Para maior resistência a ventos fortes.
Cortavento	Rápido crescimento	Garante funcionalidade em menos tempo.
Cortavento	Tolerância ao sol pleno	Para melhor desenvolvimento em áreas abertas.
Poeira/Poluentes	Alta taxa de fixação de partículas	Folhas com texturas que capturam poeira.
Poeira/Poluentes	Folhas com pelos	Aumentam a retenção de poluentes.
Poeira/Poluentes	Folhas grandes	Maior superfície de contato com o ar.
Poeira/Poluentes	Densa folhagem	Impede a dispersão de partículas.
Poeira/Poluentes	Capacidade de reter umidade	Ajuda a reduzir poeira em suspensão.
Ruído	Densa folhagem	Absorve e reflete ondas sonoras.
Ruído	Ramificação densa desde a base	Evita passagem do som por frestas.
Ruído	Troncos largos e grossos	Auxiliam na absorção acústica
Ruído	Folhas grandes e espessas	Melhoram a capacidade de absorção do som
Paisagística	Flores vistosas	Melhoram o valor paisagístico.
Paisagística	Folhas vistosas	Cores diferenciadas e vibrantes deixam o ambiente mais atrativo.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de diversos outros autores, Bastos e Silva (2025)

## 6 CONCLUSÃO

- A revisão bibliográfica indicou que as cortinas vegetais têm potencial na mitigação de impactos ambientais em aterros sanitários, como a redução de ruídos, interceptação de partículas e minimização de odores. A escolha das espécies é determinante para seu desempenho, sendo preferíveis aquelas com alta densidade foliar, copas volumosas, rápido crescimento e baixa exigência nutricional, o que facilita a implantação e reduz custos.
- A estruturação adequada das cortinas vegetais, combinando árvores de médio e grande porte com arbustos, potencializa sua eficiência. Além disso, a resistência das espécies a fatores como ventos e seca é essencial para a durabilidade da barreira.
- A eficácia dessas cortinas depende de um planejamento criterioso, levando em conta a composição florística e estrutural, além do monitoramento contínuo para garantir sua funcionalidade. Quando bem implementadas, representam uma solução ambientalmente viável para reduzir os impactos das operações em aterros sanitários.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, Viviane Lourenço de. **Barreiras vegetais para mitigação de odores em estação de tratamento de efluentes de uma indústria de celulose**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10151: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. p. 2.

BAGGIO, A.J. Sistema agroflorestal grevilea x café: início de uma nova era na agricultura paranaense?. Curitiba: Embrapa-URPFCS, 1983. 15p. (**Embrapa-URPFCS. Circular Técnica, 9**).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Norma DNIT 076/2006 - ES: Projeto de Barreiras Acústicas em Rodovias**. 2006.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF. 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 27 dez. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: Aproveitamento Energético do Biogás de Aterro Sanitário. 2024**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario.html#:~:text=O%20metano%20e%20o%20di%C3%B3xido%20de%20carbono%20s%C3%A3o%20os%20principais,compostos%20biodegrad%C3%A1veis%20dos%20res%C3%ADduos%20org%C3%A2nicos>. Acesso em: 25 dez. 2024.

BUENO, Lucas Olegário; LONDON, Igor Pinto; SOUZA, Julyane Cruz. III-045–Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) como subsídio para Avaliação do Aterro Sanitário no Município de Sorriso–MT. XIV Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu - PR, 18 a 20 jun. 2018. **Anais** [...]. Foz do Iguaçu – PR. 2018

CAMPOS, Livia Reis. **Aterro sanitário simplificado: instrumento de análise de viabilidade econômico-financeira, considerando aspectos ambientais**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) — Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

CARNEIRO, C.; SCHEER, M. B.; CUNHA, F.; ANDREOLI, C. V. **Manual técnico para implantação de cortinas verdes e outros padrões vegetais em estações de tratamento de esgoto**. Curitiba: SANEPAR, 2009.

CAVALCANTE, C. L. A.; SANTOS, G. O. Estudo da composição dos gases de aterro sanitário sob diferentes condições de bombeamento. **Revista DAE**, 2023, São Paulo, v. 71, n 240, pp 143-156, Abr a Jun, 2023. DOI: 10.36659/dae.2023.028

COELHO, M. C. B.; SOUSA, M. V. R.; ERPEN, M. L.; VARAVALLLO, M. A.; BARILLI, J.; GIONGO, M.; SILVA, M. V. C.; ATAIDE, Y. S. B.; RODRIGUES, W. M.; SOUZA, B. A.; PEREIRA, J. F.; SILVA, D. B. Uso de cortinas vegetais em áreas alteradas pela mineração. In: PANIAGUA, C. E. S. (org.). Meio ambiente: preservação, saúde e sobrevivência 3. **Atena Editora**, 2022. p. 108-119. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.76322200510>.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de**

COSTA, A. N. da; SILVA, B. E. C. da; GUARÇONI, R. C.; NOGUEIRA, F. F.; CONDE, R. C. C. D. Diagnose foliar e nutrição de espécies agroflorestais conduzidas em cinturão verde. In: COSTA, A. N. da (org.). **Cinturão verde: sustentabilidade e contribuição no setor de produção de aço**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2022. DOI: 10.22533/at.ed.0282223003.

CTRVV - Central de Tratamento de Resíduos Vila Velha Ltda. (2007). **Projeto de Aterro Sanitário: Estudo Ambiental - Volume II**. Cachoeiro de Itapemirim: CTRVV.

DIAS, Fernanda Boldim; BALIEIRO, Lucas Tarlau; PEDREIRO, Marcelo. Aterros sanitários: gestão de resíduos sólidos e sustentabilidade ambiental. **Revista Ibero Americana de Humanidades, Ciências e Educação — REASE**, São Paulo, v. 10, n. 12, dez. 2024. ISSN: 2675- 3375. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v10i12.17465>. Acesso em: 24 dez. 2024.

DUARTE, E. **Aterro Sanitário**. 2015. Disponível em: <[https://dedambiental.com.br/aterro sanitario/](https://dedambiental.com.br/aterro-sanitario/)>. Acesso em: 22 de dezembro de 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Mecanização**. In: **Sistema de Produção de Uva para Processamento no Vale do Submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017. Disponível em: [http://www.cpatas.embrapa.br:8080/sistema\\_producao/spuva/mecanizacao.html](http://www.cpatas.embrapa.br:8080/sistema_producao/spuva/mecanizacao.html). Acesso em: 6 mar. 2025.

FONTENELLE, Miriam. Aspectos da Política Nacional do Meio Ambiente: o estudo de impacto ambiental como instrumento preventivo da gestão ambiental. **Revista da Faculdade de Direito de Campos, Campos dos Goytacazes**, v. IV, n. 4, v. V, n. 5, p. 272-277, 2003-2004.

FORGEARINI, Ray Garcia; OLIVEIRA NETO, Raul; SOUZA, Luis Eduardo de; ABICHEQUER, Luciana Arnt; GONÇALVES, Ítalo Gomes. **Metodologia de avaliação ambiental na análise de alternativas locais de pilhas de estéril**. Revista Monografias Ambientais, Santa Maria, v. 14, Ed. Especial Unipampa, 2015. DOI: 10.5902/2236130818714.

FRANCIS, C. D.; ORTEGA, C. P.; CRUZ, A. Noise Pollution Changes Avian Communities and Species Interactions. **Current Biology**, Volume 19, Issue 16, 2009. p. 1415 - 1419 Disponível em [https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(09\)01328-1?\\_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0960982209013281%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(09)01328-1?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0960982209013281%3Fshowall%3Dtrue) Acesso em: 25 dez. 2024.

GERGES, S. N. Y. **Ruído: fundamentos e controle**. 2. ed. Florianópolis: NR, 2000. p. 696.

GOMES, G. C.; SPIERING, V.; MOLINA, A. R.; ESPINDOLA, V.; LUCAS, R. R.; SOUSA, L. P.; GUARINO, E. S. G.; MIURA, A. K.; FREITAS, T. C.; CUNHA, H. N. Espécies vegetais recomendadas para cortinamento em estações de tratamento de esgoto (ETEs) na região da Campanha e Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2018. (Documento, 463).

GUARINO, E. S. G.; GOMES, G. C.; MOLINA, A. R.; MIURA, A. K.; SOUSA, L. P. Cortinas vegetais multipropósito. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2021.  
Guilherme, BOLDO, Elton L., PIANEGONDA, Andressa, PERTILE, Carine, FUCHS, Clarissa. A. **O Aterro Sanitário Rincão das Flores – Projeto e Operação**. 3º FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, Porto Alegre-RS, 13 a 15 de junho de 2011

GUYOT, G. Les brise-vent-modification des microclimats et amélioration de la production agricole. **Annales agronomiques**, Versailles, s.i., 1963.

IAC – Instituto de Aviação Civil. Série Boletim Técnico. **Atenuação da poluição sonora por meio de vegetação florestal**. São Paulo, 1984.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Informações Básicas Municipais - MUNIC: Suplemento de Saneamento Básico 2023**. IBGE, 2023.

**janeiro de 1986**. Estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para a Avaliação de Impacto Ambiental. Diário Oficial da União, 1986.

JIA, Mingyun *et al.* Assessment of foliar dust particle retention and toxic metal accumulation ability of fifteen roadside tree species: Relationship and mechanism. **Atmospheric Pollution Research**, v. 12, n. 1, p. 36-45, 2021.

JORGE, J. A. S. C. **Análise em instalação piloto da dispersão de microrganismos, compostos orgânicos voláteis e aspectos toxicológicos no tratamento de lixiviados de aterros sanitários**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MACHADO, G. B.; Como funciona um aterro sanitário. **Portal Resíduos Sólidos**, Belém-PA, 12, ago. 2020. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/como-funciona-um-aterro-sanitario/> Acesso em: 12 abr. 2025

MAGALHÃES, Jhenny Kethelly Souza; BARBOSA, Uessiley Ribeiro. **Avaliação de barreiras acústicas na atenuação do ruído ambiental**. In: CONGRESSO DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MINEIROS – UNIFIMES, 2017.

MARQUES, Maxsuela Pereira. **Impactos ambientais decorrentes da disposição final dos resíduos sólidos no “aterro sanitário” do município de Cajazeiras – PB**. 2014. Monografia (Licenciatura em Geografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, 2014.

MARTINS, C. N., MORAES, P. E. S. Como as cortinas verdes podem mitigar os impactos de uma ETE às populações residentes em seu entorno. **Revista Qualidade Emergente**, v. 8, 2017.

MASCARÓ, Lúcia; MASCARÓ, Juan. **Vegetação Urbana**. Porto Alegre: Mais Quatro Editora, 2005.

MENDES, L. R. T. **Emissão e Controle de Odores em Aterros Sanitários**. 2012. Mestrado em Engenharia Ambiental. Universidade de Aveiro ProQuest Dissertations & Theses, 2012. 30642854. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/d73888eda584f9e5433342f28e2e3bd5/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y> Acesso em 27 dez. 2024.

MIURA, A. K.; HENZEL, A. B. D.; MOLINA, A. R.; BIERHALS, D. F.; GUTERRES, D. S.; GUARINO, E. S. G.; BESKOW, G. T.; GOMES, G. C.; CUNHA, H. N.; REAL, I. M. L.; SOUSA, L. P.; SOARES, M. M.; KAISER, M. F.; FREITAS, T. C.; SPIERING, V.; RODRIGUES, W. F. Espécies vegetais recomendadas para cortinamento em Estações de Tratamento de Esgoto (ETES) nas regiões do planalto médio e nordeste do Rio Grande do Sul. **Embrapa Clima Temperado**. Pelotas, 2020. 100 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840 ; 497).

MOODLEY, L.; OLIVEIRA, R.; PARKIN, J. **Zonas de amortecimento: a interface de longo prazo**. In: **Anais da Conferência de Aterros Sanitários**, Durban, África do Sul. 2011.

MORAES, Renato Dias de. **Monitoramento ambiental em aterro sanitário industrial classe II, utilizando a fauna silvestre como indicador ecológico**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de Cuiabá, Cuiabá, 2022.

MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA. *Lei nº 3.669, de 8 de abril de 2021*. Regulamenta a Lei Complementar nº 25/2020 e estabelece modelos e parâmetros para implantação de cortinas verdes no Município de Araucária e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**. Edição nº 807. Araucária, 2021

MUNICÍPIO DE GOIÂNIA. *Lei nº 10.215, de 11 de julho de 2018*. Institui a Área de Programa Especial de Interesse Econômico e de Interesse Ambiental do Polo Industrial e de Serviços do Ramo de Reciclagem de Resíduos Sólidos e da Construção Civil e de Lavanderias Industriais e Hospitalares, dispõe sobre seus limites, confrontações e parâmetros de uso e ocupação e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**. Edição nº 6850. Goiânia, 2018.

NOGUEIRA, Alexandre Verzani; SILVA FILHO, Germano Nunes. **Microbiologia**. 1. ed. rev. Florianópolis: Biologia/EaD/UFSC, 2015. 211 p. ISBN 978-85-61485-26-9.

NOGUEIRA, Ludmila da Rocha; RITO, Danielle Santana. Análise dos impactos socioambientais causados pelo aterro sanitário no município de Marituba – PA. In: **Qualidade ambiental urbana: análise dos espaços urbanos e reflexo na qualidade de vida das populações**. São Paulo: Editora Científica, 2024. ISBN 978-65-5360-585-5. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.37885/231215238>. Acesso em: 24 dez. 2024.

OLIVEIRA, A.C.E.; RITTER, E.; MANNARINO, C.; CONSTANTINO, P. Evaluation of biogás emission through the final cover layer of the waste treatment center of Nova Iguaçu and dump of Seropédica, Rio de Janeiro analyses. **Fourteenth International Waste Management and Landfill Symposium**, Sardinia, Italy, 2013.

OLIVEIRA, M. M. C.; QUEIROZ, L. A.; SANTOS, N. S.; VALENTIM, A. C. S.

Determinação de microplásticos no ar e no lixiviado de um aterro sanitário. *Revista GEAMA – Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology*, v. 9, n. 2, ago. 2023. ISSN: 2447-0740

OYEBODE, Oluwadare Joshua. Design of engineered sanitary landfill for efficient solid waste management in Ado–Ekiti, South-Western Nigeria. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies*, Nigéria, 2019, Vol. 3, p. 2150. 9 Set. 2017.

PARK, J.K.; KANG, J.Y.; KANG, J.H.; LEE, N.H. Method Development for Measurement of Methane Emissions From Valley-Type Landfills. In: INTERNATIONAL WASTE MANAGEMENT AND LANDFILL SYMPOSIUM, 14., 2013, Sardinia, Itália. **Anais**.

PATEL, Kajal; CHAURASIA, Meenakshi; RAO, Kottapalli Sreenivasa. Urban dust pollution tolerance indices of selected plant species for development of urban greenery in Delhi. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 195, n. 1, p. 16, 2023.

PENHA, Elaine Cristina Maciel da; GEMAQUE, Tannara Dantas; SANTOS FILHO, Herondino dos. O uso de ortoimagem na análise do processo de destinação final de resíduos sólidos do município de Macapá: infraestrutura e operações do aterro sanitário. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Macapá: Universidade Federal do Amapá, 2019.

PERNAMBUCO. Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH. **Manual de fiscalização de aterros sanitários**. Recife: CPRH, 2021. Disponível em: [https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/Manual\\_de\\_Fiscalizacao\\_de\\_atferros\\_sanitarios\\_CPRH.pdf](https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/Manual_de_Fiscalizacao_de_atferros_sanitarios_CPRH.pdf). Acesso em: 7 mar. 2025.

PORCIUNCULA, Luciana *et al.* **Identificação e avaliação de impactos ambientais associados a aterros sanitários**. Orientadora: Dr. Marivane Vestena Rossato. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão de Organizações Públicas, área de Concentração em Sistemas de Gestão e Estruturas) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

PORTELLA, Márcio Oliveira; RIBEIRO, José Cláudio Junqueira. Aterros sanitários: aspectos gerais e destino final dos resíduos. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, v. 4, n. 1, p. 121, 2014.

RIBEIRO, L. DA. S.; BATISTA, G. DE. S.; ARAÚJO, C. S. DE.; SOUSA, K. J. L. Avaliação de desempenho de aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*. João Pessoa, v. 10, n. 25, 2023

SANEBRÁS. *Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA): Aterro Sanitário Consorciado Regionalizado de Limoeiro do Norte*. Fortaleza, 2014.

SCHACHT, Gustavo Luis; ALVES, Grace Bungenstab. Cortina Vegetal: uma proposta para minimizar os impactos oriundos da construção de uma praça de pedágio na área do parque estadual do rio turvo, barra do Turvo/SP. I Congresso Brasileiro De Organização Do Espaço e X Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP/Rio Claro, 5 a 7 de outubro de 2010. **Anais** [...] Rio Claro/SP. p. 1997.

SILVA, T. N.; FREITAS, F. S. N. D.; CANDIANI, G. Avaliação das emissões superficiais

do gás de aterros sanitários de grande porte. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, p. 95-104, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000200001> Acesso em 26 dez. 2024.

SILVEIRA, Danilo Dotti; NETO, Nelson Rana. **Estudos das condições de provisão final de resíduos sólidos domiciliares no Aterro Sanitário de Cachoeira Paulista – SP**. Guaratinguetá: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Engenharia, 2011.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION - SER. Princípios da SER International sobre a restauração ecológica, 2004. **SER and Tucson: Society for Ecological Restoration International**. Disponível em: <http://www.ser.org> Acesso em: 17 jan. 2025.

SPLIETHOFF, Jhenifer. **Barreiras vegetais verdes como atenuadoras do ruído ambiental: estudo de caso em Irati-PR**. 2022. Dissertação – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Irati.

SPOHR, Rafael K., SUSIN, Nerio J., MIOTTO, V., FACCIONI, Luis F., REISDORFER,

TODA MATÉRIA. Sucessão ecológica. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/sucessao-ecologica/>. Acesso em: 7 mar. 2025.

TYNDALL, J. C.; WALLACE, D. C. Windbreaks: A “fresh” tool to mitigate odors from livestock production facilities. **Agroforestry Notes**, n. 41, 2011. Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/nac/documents/workingtrees/brochures/wtw.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2025.

TYNDALL, John; COLLETTI, Joe. Mitigating swine odor with strategically designed shelterbelt systems: A review. **Agroforestry Systems**, v. 69, p. 45–65, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-006-9017-6>. Acesso em: 11 jan. 2025.

VALENTIM, Alessandra Cristina Silva. Determinação de microplásticos no ar e no lixiviado de um aterro sanitário. **Revista GEAMA – Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology**, v. 9, n. 2, ago. 2023. ISSN: 2447-0740.