



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

ROSY CARINA DE ARAÚJO VENTURA

**IMPLANTAÇÃO DE ÁREA VERDE EM LIXÃO DESATIVADO NO MUNICÍPIO DE
SERTÂNIA - PE**

POMBAL PB

2021

ROSY CARINA DE ARAÚJO VENTURA

**IMPLANTAÇÃO DE ÁREA VERDE EM LIXÃO DESATIVADO NO MUNICÍPIO
SERTÂNIA - PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, como requisito para obtenção do título Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira

Área de concentração: Saneamento ambiental

POMBAL PB

2021

V468i Ventura, Rosy Carina de Araújo.
Implantação de área verde em lixão desativado no Município Sertânia
- PE / Rosy Carina de Araújo Ventura. - Pombal, 2021.
41f. : il. Color

Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade
Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia
Agroalimentar, 2021.
"Orientação: Profa. Dra. Virgínia de Fátima Bezerra, Profa. Dra.
Jussara Silva Dantas".
Referências.

1. Meio Ambiente. 2. Resíduos Sólidos. 3. Fitorremediação. 4.
Fitoextração. 5. Vazadouro. 6. Meio Ambiente. 7. Recursos Florestais.
I. Bezerra, Virgínia de Fátima. II. Dantas, Jussara Silva. III. Título.

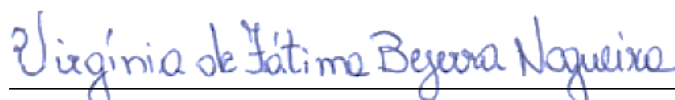
CDU 502.12(043)

ROSY CARINA DE ARAÚJO VENTURA

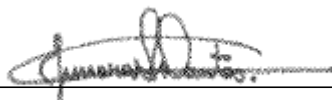
**IMPLANTAÇÃO DE ÁREA VERDE EM LIXÃO DESATIVADO NO
MUNICÍPIO DE SERTÂNIA - PE**

Aprovado em 06/10/2021.

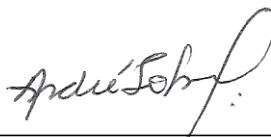
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dra. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira
Orientadora - UFCG/Campus de Pombal-PB



Prof.^a Dra. Jussara Silva Dantas
Coorientadora - UFCG/Campus de PatosPB



Prof. Dr.

Sobral

André

Examinador Interno - UFCG/Campus de Pombal-PB



Prof.^a

Dra. Patrícia

Carneiro Souto Examinadora Externa - UFCG/Campus
de Patos-PB

“A persistência é o caminho do êxito”.

Charles Chaplin

AGRADECIMENTOS

À Deus, de forma primordial, por Ele ter me guiado em todos os momentos difíceis, me protegendo de todas adversidades, abençoando os meus dias, e me dando força para não desistir. Sem ele, nada seria possível.

Aos meus pais Maria Ilza, e Manoel Messias que nunca mediram esforços para contribuir pela minha educação. Gratidão a eles, que me ensinaram o melhor caminho a seguir, não me deixando desistir de meus sonhos, e me ensinando os princípios a seguir na vida.

As minhas irmãs Raquel, Rilma, e Rita, por todo apoio desde o início, pelos conselhos que me ajudaram a trilhar um caminho melhor. Aos meus sobrinhos Raissa, Rafael, e Isaque, por diante de tantos momentos de angustia, terem sido minha alegria contagiante.

Ao meu avô João Silvestre *in memoriam*, por ter sido parte desse sonho, apoiado, ensinado seu conhecimento nato, e por ter deixado seu legado. A minhas avós, que sempre me colocaram em suas orações.

À minha Coorientadora, Jussara Silva Dantas, que foi muito além de professora, mas uma mãe de coração, que me acolheu como sendo uma filha, e me estendeu apoio sempre que precisei. Minha gratidão a ela por ter me conduzido na vida acadêmica, e pessoal. Meus sonhos foram construídos diante das oportunidades que ela me ofereceu desde o segundo período da graduação.

A minha orientadora, Virginia de Fátima, por ter sido uma professora/coordenadora e amiga, além de acolhedora, e compreensível.

Aos meus professores, na pessoa de André Sobral, minha gratidão, por todo conhecimento compartilhado, bem como pela excelência no ensino. Vocês foram essenciais para minha construção profissional.

À Prefeitura de Sertânia, ao Prefeito Ângelo Ferreira, os Secretários Antônio Almeida, Renato Remigio, Vlademir e Paulo Henrique, sou muito grata por proporcionar a realização do meu trabalho de conclusão de curso na cidade que cresci.

Aos meus amigos, Leonardo Costa, que foi um irmão desde o início do curso, aqueles que estiverem comigo em todos os momentos, apoiando, cuidando, e construindo esse sonho junto comigo: Gustavo, Paulo, Barbara, Éllida, Bren Carla, Victoria, Michele, João Vitor, Jeffersson, Kaline, Samary, Jean, Airton, Leonardo Prado, Raquel, Joicy, e Tiago Silva.

À família do Projeto Solo na Escola, ao qual me proporcionou a vivência da pesquisa, e extensão. Sendo essencial para meu crescimento pessoal, e profissional.

Ao Técnico do laboratório de solos, Sr. Francisco, que me auxiliou durante estágios em análises de solo, e por sempre ter me recebido tão bem.

A família de minha tia Luca, no qual me deu apoio no ingresso no curso.

À todos meus amigos que ajudaram na construção desse projeto, pois se não fosse a contribuição de cada um, não teria conseguido.

Gratidão a todos que contribuíram de alguma forma durante a minha formação!

VENTURA, R. C. A. **Implantação de Área Verde em Lixão Desativado no Município de Sertânia – PE.** 2021. 42fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2021.

RESUMO

A desativação de um lixão não extingue os impactos que ainda pode provocar. Tais como: maus odores, a proliferação de vetores de doenças, a poluição do solo, ar e água que são problemas contínuos após o fechamento do lixão. A necessidade de realizar a introdução de uma área verde, na área do lixão, visa colaborar com a diminuição dos impactos e a recuperação ambiental. Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo realizar a introdução de uma área verde, no lixão de Sertânia, utilizando do método da fitoextração, que é um dos mecanismos dentro da fitorremediação estudo foi realizado em várias etapas, desde a avaliação da área de estudo, até a preparação da área para introduzir as espécies de mudas. Através das análises, foi verificada boa fertilidade do solo, e presença dos poluentes, como o chumbo, e o cádmio; já no ar um dos principais poluentes foi o metano. Foi possível determinar espécies com potencial fitorremediador, assim como determinado a necessidade do acompanhamento do crescimento das mesmas. O estudo reforça a importância de pesquisas nessa temática para que possa ter resultados sobre as espécies mais indicadas para fins de fitorremediação em áreas de lixão

Palavras-Chave: Vazadouro; Fitorremediação; Resíduos Sólidos; Fitoextração.

VENTURA, R. C. A. **Implantação de Área Verde em Lixão Desativado no Município de Sertânia – PE.** 2021. 42fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2021.

ABSTRACT

Deactivating a dump does not extinguish the impacts that it can still cause. Such as: bad odors, the proliferation of disease vectors, soil, air and water pollution, which are continuous problems after the closure of the dump. The need to carry out the introduction of a green area, in the landfill area, aims to collaborate with the reduction of impacts and environmental recovery. In this context, the work aimed to introduce a green area in the Sertânia dump, using the phytoextraction method, which is one of the mechanisms within the phytoremediation study was carried out in several stages, from the evaluation of the study area, until the preparation of the area to introduce the species of seedlings. Through the analyses, it was verified good soil fertility, and presence of pollutants, such as lead and cadmium; one of the main pollutants in the air was methane. It was possible to determine species with phytoremediator potential, as well as the need to monitor their growth. The study reinforces the importance of research on this topic so that you can have results on the most suitable species for phytoremediation purposes in landfill areas.

Key-words: Landfill; Phytoremediation; Solid Waste; Phytoextraction.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO	8
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2. 1 Geral	12
2. 2 Específicos.....	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	13
3.3 Técnicas para Recuperação de Lixões	15
3.3.1 Implementação de áreas verdes.....	15
3.3.2 Fitorremediação	16
4 MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1 Caracterização da Área de Estudo.....	18
4.2 Avaliação da Área.....	19
4.4 Coleta de Solo	20
4.5 Georreferenciamento da Área	21
4.6 Seleção das Espécies Arbóreas e Plantio	22
5.1 Avaliação da Área.....	24
5.2 Caracterização da Área do Lixão	24
5.4 Avaliação dos Poluentes	26
5.4.1 Análises do solo.....	26
5.4.2 Emissão do Gás Metano	30
5.5 Seleção e Introdução das Espécies.....	32
7 REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

A disposição inadequada de resíduos sólidos tem provocado problemas desde a antiguidade, como na Idade Média, onde o surgimento de doenças ligadas ao saneamento ambiental inadequado o inexistente provocou a morte de um grande contingente populacional parte da população mundial. Aos poucos essas doenças foram sendo associadas à falta de saneamento básico e cuidados essenciais começaram a ser tomados no que se refere ao planejamento das áreas de saneamento, como: abastecimento de água, coleta, tratamento e disposição dos esgotos sanitários e dos resíduos sólidos, controle de vetores e gerenciamento das águas pluviais (ISMAEL; LEITE, 2015).

Nos últimos tempos, a produção industrial tem aumentado exponencialmente, devido ao crescimento populacional, devido à busca contínua pela melhora das condições materiais de vida, gerando um alto consumo de produtos do mercado. Esse consumo crescente, em escala mundial, tem trazido consequências importantes, como a quantidade enorme de produção de resíduos sólidos. Essa geração de resíduos está sendo maior do que o meio ambiente pode mundificar.

A ineficiência no gerenciamento da destinação final destes causa a formação dos conhecidos lixões, que é uma forma inadequada de dispor os resíduos, onde são despejados sobre o solo, sem nenhuma medida de proteção ambiental (CORRÊA; ALMEIDA; RIBEIRO, 2018).

Segundo os dados da ABRELPE (2020) o registro da geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil, no período entre 2010 e 2019, passa de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano. Assim, a geração *per capita* tem aumentado de 348 kg/ano para 379 kg/ano. Neste panorama, a região nordeste fica como o terceiro maior gerador de RSU 347,1 (kg/hab/ano⁻¹), ficando abaixo apenas da região centro-oeste 361,4 (kg/hab/ano⁻¹). O estado de Pernambuco que possui uma geração de 3.285.730 (t/ano), sendo que o índice de RSU coletados no estado, entre o período citado, cresceu de 79,7% para 86,9%, e 31,5% dessa coleta é destinada para áreas de lixão.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal n. 12.305, aprovada em 02 de agosto de 2010, expressa no art 54 que é vedada a destinação

de resíduos sólidos ou rejeitos em corpos hídricos ou “*in natura*” a céu aberto, assim, estabeleceu o prazo de até 02 de agosto de 2014 para a desativação dos lixões no Brasil, e criação dos aterros sanitários, ou a adoção do modelo consorciado de gestão desses espaços. Porém, devido a alegação de que os municípios não têm condições de começar a implementação da proposta, o prazo para a substituição dos lixões pelos aterros sanitários foi estendido para 2021. Todavia, algumas regiões, como Custódia, São José do Egito, e Igaraci, deram início a desativação dos vazadouros de suas localidades, e dando destino de seus resíduos para uma localidade que possua aterro sanitário (ABRELPE, 2014).

A cidade de Sertânia, que está localizada no Sertão de Pernambuco, conhecida como a terra da Caprinovinocultura, por anos fez utilização de um vazadouro na zona rural do município. Há dois anos o lixão foi desativado, e assim, o município aderiu ao consórcio do aterro sanitário de Arcoverde, juntamente com as cidades de Buíque, Tupanatinga, e São Sebastião do Umbuzeiro. Atualmente, Sertânia contém uma média de coleta de resíduos sólidos de 8,9 t/dia.

A desativação de um lixão não extingue muitos dos passivos ambientais relacionados a essa atividade, como maus odores, a proliferação de animais vetores, como ratos, pombos, escorpiões, e a poluição dos compartimentos ambientais solo, ar e água. Assim, se torna necessário a implementação de um plano de recuperação da área usada como lixão, tendo como propósito mitigar alguns dos impactos ambientais existentes, e minimizar a continuidade dos processos responsáveis por gerarem esses impactos (NOGUEIRA, 2015).

Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo realizar a introdução de uma área verde, no local do lixão, utilizando do método da fitoextração, que é um dos mecanismos dentro da fitorremediação, visando colaborar com a diminuição dos impactos ambientais e a recuperação ambiental. As áreas verdes são atuantes na manutenção e equilíbrio do meio ambiente, tem impacto positivo contra as mudanças climáticas, ajuda a proteger contra o assoreamento dos cursos d’água, proteção dos solos quanto à erosão, contaminantes, auxiliam na regularização dos regimes hídricos, além de contribuir no conforto térmico e estético local. Não bastasse todos esses benefícios áreas verdes também proporcionam bem estar as pessoas (NUCCI, 2003).

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Implantar uma área verde na área do lixão desativado no município de Sertânia – PE.

2.2 Específicos

- Avaliar a área e certificar as condições da desativação do lixão;
- Realizar o georreferenciamento da área em estudo;
- Realizar a coleta de amostras do solo para fins de avaliação;
- Avaliar os poluentes no solo e na atmosfera;
- Selecionar as espécies que serão introduzidas na área;
- Dimensionar os espaçamentos das espécies a serem utilizadas;
- Preparar a área de plantio das espécies;
- Avaliar a sobrevivência das espécies implantadas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos

A publicação “Atlas da destinação de resíduos sólidos no Brasil” produzida pela ABRETE (2020) mostrou que até novembro de 2020 existiam aproximadamente 2.612 lixões no Brasil, sendo que desse total, 1.426 (54,6%) estão localizados na região Nordeste. Particularmente em relação ao estado de Pernambuco (PE), estudo realizado pelo Tribunal de Contas do Estado constatou que atualmente, entre os 184 municípios de PE, 103 fazem uso de lixões e dois utilizam aterros controlados, totalizando 105 ambientes considerados inadequados para o acondicionamento de resíduos sólidos (PERNAMBUCO, 2019). Essa situação atual, de certa forma, representa uma melhora em relação à situação no ano de 2014, onde existiam 157 lixões em operação no estado de Pernambuco.

O Projeto de Lei nº 2289/2015, aprovado no Senado Federal (PLS 425/2014), alterou a redação dos Artigos 54 e 55, da Lei Federal n. 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS), prorrogando, de forma escalonada, o prazo de eliminação dos lixões em todo o país. Assim, de acordo com a citação no Art. 2 / Inciso IV – até 31 de julho de 2021, os Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010 deveriam desativar seus lixões.

Em Pernambuco, o Tribunal de Contas do Estado (TCE-PE), deu início ao chamamento através de inquérito civil para aquelas prefeituras que não seguiram a lei imposta, até o tempo determinado. No Sertão do Moxotó, municípios que não elaboraram e apresentaram o plano de ação que eliminam a disposição de resíduos nos lixões, começaram as ser penalizados pela Segunda Câmara do TCE, com multa de até 27 mil reais (PERNAMBUCO, 2021).

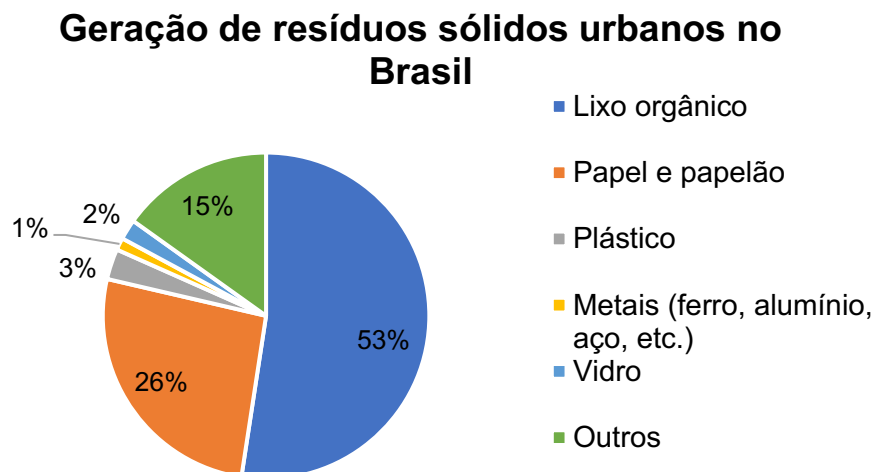
A cidade de Sertânia cumpriu com o prazo estabelecido de desativação do vazadouro, ficando apenas necessitando da implantação de um plano de recuperação para a área atualmente desativada.

3.2 Vazadouro – “Lixão”

Os vazadouros, popularmente conhecidos como lixões, são considerados como uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, sem considerar nenhum critério técnico, caracterizado por dispor o lixo diretamente sobre o solo, sem qualquer tratamento prévio, colocando em risco o meio ambiente e a saúde pública (LANZA, 2009).

A destinação ambientalmente inadequada desses resíduos sólidos provoca vários impactos negativos no meio ambiente, especialmente nos compartimentos ambientais solo, água e ar. No Brasil estima-se que entre 25 a 29 milhões de toneladas de resíduos sólidos sejam destinados a lixões e aterros controlados anualmente (ABRELPE, 2020), com o predomínio dos resíduos orgânicos que representam mais da metade dos resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil, seguido de materiais, como papel e papelão, plásticos, metais (ferro, alumínio, aço etc.), vidros e outros (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Geração dos resíduos sólidos no Brasil.



Fonte: Adaptado de SALVADOR (2012).

Segundo TERRACAP (2003), expressa que os materiais perigosos são os mais agressivos ao meio ambiente, por possuírem em sua formulação elementos químicos na forma iônica, no qual são absorvidos e acumulados pelos organismos. Esses materiais devem ser destinados a locais adequados para que possam receber o tratamento específico, evitando o contato direto com o meio ambiente.

Entre os materiais que representam riscos químicos, estão:

- Pilhas e baterias: possuem cádmio e níquel que é lançado diretamente no meio ambiente;
- Lâmpadas: contêm mercúrio, metal pesado e tóxico que pode contaminar água e solo;
- Fertilizantes: ricos em nitrogênio, carbono e fósforo, que são lixiviados pela chuva para rios e lençol freático, causando desequilíbrio dentro dos ecossistemas, quando em excesso;
- Material eletrônico: tubos de televisão (contém chumbo, metal pesado que se acumula em organismos).

A desativação de um lixão encerra a presença de catadores, um dos principais problemas sociais associados aos lixões. Entretanto, os processos (físicos, químicos e biológicos) da decomposição da matéria orgânica permanecem por anos até que seja estabilizada, sendo que esta estabilização pode levar mais de 15 anos (CEMPRE, 2010). Durante esse período, a geração de gases e chorume permanece, gerando poluição atmosférica e a contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas, se intensificando ao longo do tempo.

Uma das características da inativação de um lixão é o abandono da área, sem os mecanismos técnicos adequados de recuperação da área degradada. Dessa forma, a proliferação dos vetores de doenças surge como uma grande ameaça a saúde pública, assim como a poluição visual, e a produção de maus odores (NOGUEIRA, 2015).

Existem tecnologias que podem amenizar os impactos gerados após a desativação de um lixão, entre elas o replantio da cobertura vegetal da área que atuará como agente fitorremediador, além de promover a mudança visual, a qualidade ambiental e o bem estar para a população.

3.3 Técnicas para Recuperação de Lixões

3.3.1 Implementação de áreas verdes

A população de uma área urbana ou rural precisa ter seu bem estar garantido, e isso depende não somente de educação, cultura, equipamentos públicos, mas principalmente de um ambiente com qualidade. Dessa forma, a introdução da vegetação intervém positivamente na qualidade de vida dos cidadãos (LIMA; AMORIM, 2006).

Os termos área verdes, arborização urbana, ou verde urbano, têm sido frequentemente utilizados no meio científico com o mesmo significado para designar a vegetação intraurbana. No entanto, pode-se considerar que a maioria deles não são sinônimos, e tampouco se referem aos mesmos elementos. Uma área verde é considerada como um tipo especial de espaço livre, onde o elemento principal de composição é a vegetação. No qual precisa atender a três objetivos principais: ecológico-ambiental, estético e de lazer (GOMES, 2016).

Nucci (2003) explica que para considerar como sendo uma área verde, a vegetação e o solo devem ocupar ao menos 70% da área, além de promover atividades de recreação.

As áreas verdes são elementos relevantes para a manutenção da qualidade ambiental, por terem a função de manter o equilíbrio entre o espaço modificado (região urbana ou rural), e o meio ambiente. São esses espaços públicos e/ou particulares responsáveis por garantir uma melhor qualidade de vida aos cidadãos, contribuindo como um espaço para atividades de lazer (LIMA, 2006).

3.3.2 Fitorremediação

A recuperação de áreas degradadas por contaminação é um procedimento complexo e potencialmente lento, pois além da perda da cobertura vegetal e do tempo necessário para sua regeneração natural, que varia a depender do tipo de vegetação predominante, vários outros distúrbios antrópicos se acumulam ao longo do tempo. Diante desse cenário, se faz necessária a intervenção antrópica para que seja possível o retorno da vegetação nativa e das condições ambientais mais próximas possível da condição original (SILVA, 2019).

A fitorremediação é conhecida como uma das técnicas de recuperação de áreas degradadas que utiliza plantas e micro-organismos (fungos, bactérias, protozoários,

fungos) do solo, vistos como agentes remediadores que, em conjunto, se manifestam a fim de reduzir os efeitos tóxicos de contaminantes do meio ambiente, removendo do solo metais pesado, poluentes orgânicos, e outros (PAZ, 2012).

Dessa forma, a técnica de fitorremediação surge como um método alternativo para o tratamento de solos que possuem diferentes níveis de contaminação, e que contem micro-organismos estimulados através de raízes de algumas plantas. Isto é, essa metodologia consiste em usar as plantas que, em conjunto com micro-organismos (p.ex. bactérias e fungos) com o objetivo de degradar e estabilizar os agentes poluentes existentes no solo (TAVARES, 2009).

Rocha (2016) explica que os micro-organismos existentes nas raízes, assim como também, em torno das plantas se favorece da rizosfera, local ideal para a propagação dos micróbios, proporcionando alimento para os mesmos, existindo a alteridade entre os tipos de solos, que podem contem diferentes componentes.

Para alcançar o resultado desejado com o método da fitorremediação é essencial que sejam utilizadas plantas que contenham características de absorção, um alto nível de crescimento, entre outras características. A eficácia do método depende da correlação entre solo, planta e o poluente, devido as diferentes características que cada caso dispõe para remoção ou imobilização do agente poluidor (COUTINHO et al., 2015).

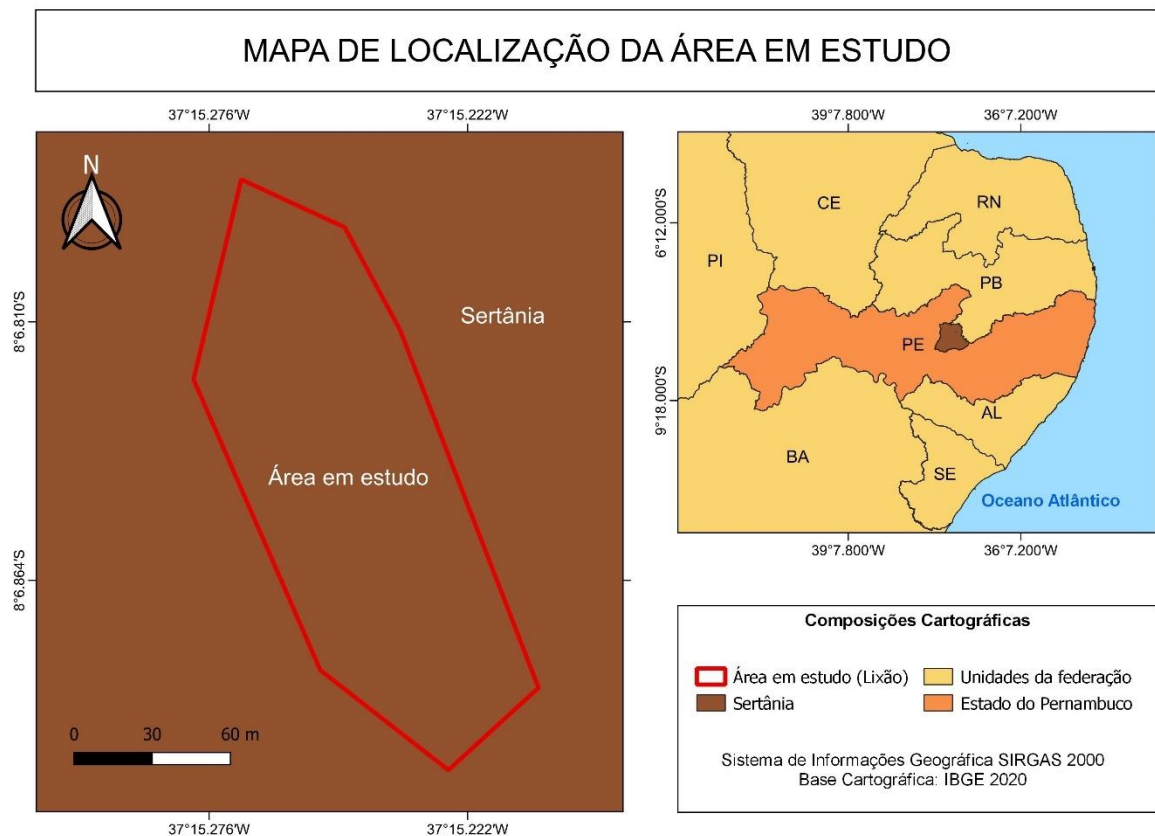
Assim, dentre as várias técnicas usadas para diminuir os danos causados em solos através de metais pesados, a fitorremediação apresenta potencial para minimizar impactos em solos contaminados, sendo uma técnica de baixo custo de aplicação (ANSELMO; JONES, 2005).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da Área de Estudo

O Estado de Pernambuco está localizado na região nordeste do País compreendendo uma área equivalente a 98.076,109 km². Sertânia fica localizado a acerca de 262.69 km da capital Recife, a cidade no último censo (2015) do IBGE possui uma área de 2.421,511 Km² e uma população de 35.367 habitantes. O lixão fica localizado no Sitio Soares, zona rural do município de Sertânia. O clima da cidade é o semiárido, do tipo BSh', com temperatura média de 25°C. A predominância da vegetação é a caatinga hiperxerófila (IBGE, 2012).

Figura 7 – Localização da área em estudo.



Fonte: Ventura (2021).

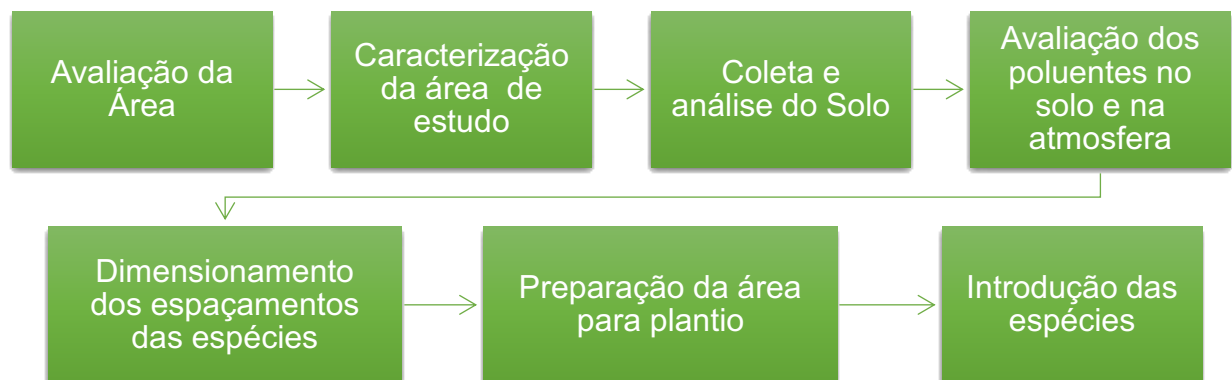
4.2 Procedimentos Metodológicos

O desenvolvimento do estudo foi realizado em várias etapas (figura 1). A primeira consistiu em avaliar a área para certificar as condições da desativação do lixão. Em

seguida, foi realizada uma descrição da área de estudo, na qual compõe o georreferenciamento do local, dos pontos de coleta de solo, coleta de imagens, e pesquisas bibliográficas.

As etapas seguintes foram, a seleção das espécies a serem introduzidas na área; dimensionamento dos espaçamentos entre espécies utilizadas; preparação da área de plantio das espécies; introdução das espécies e por último a avaliação da sobrevivência das espécies implantadas.

Figura 1 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Ventura (2021).

4.2 Avaliação da Área

Para essa etapa foram realizadas 05 visitas de campo no período entre 10 de maio e 20 do mês de Junho. Nas visitas foram realizados o procedimento de observação direta e análise da área impactada. De forma complementar, foram realizadas consultas nas Secretarias Municipais de Serviços Públicos, e Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente, afim de entender os problemas atuais existentes naquele ambiente, e assim formular ações prévias para execução do projeto.

Através da parceria com as Secretarias, foram realizadas a reposição de cercamento da área, a inclusão de placas educativas no local. Além disso, foi iniciada uma ação educativa através da rádio, assim como, foi firmado juntamente com a

prefeitura, e as secretarias que dão suporte nos serviços públicos, que uma ação mais ativa seria iniciada, para que as pessoas possam contribuir com o progresso do projeto.

4.4 Coleta de Solo

No processo de coleta de solo na área de lixão, foram marcados 23 pontos, formando uma área total de 1,55 há, e em cada ponto foi coletada uma amostra simples, em uma profundidade de 20 cm (figura 2), onde toda a área foi contemplada. Após isso, as amostras simples foram misturadas de forma homogênea, constituindo uma única amostra composta.

Figura 2 – Medição da profundidade à esquerda, e coleta de solo à direita.



Fonte: Ventura (2021).

A área do lixão foi demarcada com piquetes de acordo com o procedimento padrão de coleta de solo, e em cada ponto foi coletado uma amostra em um recipiente com volume de 450 g de solo. Cada amostra foi acondicionada em uma sacola plástica, e em seguida colocada em um depósito maior para que houvesse a mistura de todas as amostras. Em seguida foi retirada uma única amostra de 500g que foi encaminhada ao laboratório.

Figura 3 – a) Pontos demarcados e b) amostragem de solo.



Fonte: Ventura (2021).

A amostra de solo foi enviada para o Laboratório Terra Análises Para Agropecuária, localizado na cidade de Goiânia (GO), para determinar as seguintes análises: pH em CaCl_2 , fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), alumínio (Al^{2+}), H+Al (Acidez Potencial), saturação de bases (SB), CTC efetiva, CTC a pH 7,0, índice de saturação por bases (V), índice de saturação por alumínio (m) e fósforo remanescente (P-Rem).

Foram realizadas análises de metais pesados Níquel (Ni), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Ferro (Fe) e Manganês (Mn). Esses metais estão presentes em pilhas, baterias, latas, eletroeletrônicos; materiais esses dispostos no lixão de forma inadequada.

4.5 Georreferenciamento da Área

O georreferenciamento foi executado com o auxílio das ferramentas GPS eTrex 30 GARMIN e do Software livre de código aberto QGIS. A delimitação da área total consistiu com a marcação de pontos nos vértices (figura 4). Os pontos da área total, e dos pontos de coleta de solo, foram demarcados com piquetes de madeira, o uso dos piquetes foi uma metodologia utilizada para facilitar a orientação no local. Durante todo o processo em campo, foi feito o uso de EPI's, devido ao contato direto com os

materiais potencialmente perigosos, como os materiais perfuro-cortantes (p.ex. vidro, alumínio).

Figura 4 – a) Coleta das coordenadas, e b) demarcação de ponto.



Fonte: Ventura (2021).

4.6 Seleção das Espécies Arbóreas e Plantio

As espécies escolhidas foram o Ipê Roxo, Ipê Rosa, Jucá, Oiti-da-praia, Aroeira Vermelha, e Aroeira do Sertão. Por serem nativas, possuem fatores que atraem a fauna, trazerem em um aspecto visual mais atraente, e por terem um grande potencial de fitoremediação dos contaminantes presentes no local de estudo. A escolha das espécies a serem introduzidas na área foi realizado a partir dos seguintes critérios:

- Espécies nativas, que possuem resistência às condições climáticas locais;
- Possuem atividade fitorremediadora, por possuírem enraizamentos profundos, capazes de extrair contaminantes do solo;
- Crescimento rápido;
- Espécies arbóreas, para resgate de aves, e insetos polinizadores.

A classificação do porte das espécies foi definida de acordo com a altura em

pequeno (até 4 metros), médio (de 4 a 7 metros) e grande (maior que 7 metros), (ALENCAR, 2014).

Tabela 5 – Identificação das espécies introduzidas na área de estudo.

Espécie	Nome Popular	Quantidade	Espaçamento entre Plantas	Porte (Altura)
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Ipê Roxo	100	7 m	10 a 20 metros
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Ipê Rosa	100	7 m	7 a 16 metros
<i>Licania tomentosa</i>	Oiti-da-praia	100	4 m	5 a 9 metros 9 a 12 metros
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Aroeira Vermelha	100	4 m	5 a 9 metros 9 a 12 metros
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira do Sertão	100	4 m	8 a 20 metros
<i>Caesalpinia férrea</i>	Jucá	100	7 m	10 a 20 metros

Fonte: Ventura (2021).

As espécies selecionadas para introduzir na área foram todas nativas do Brasil. As mudas foram compradas no Viveiro da Cultive Ambiental, localizado na cidade de Poção-PE. O plantio foi realizado no início de setembro, com distribuição das mudas em uma área total de 1,55 hectare, totalizando 600 mudas, com espaçamento determinado a partir de seu porte. O local de plantio recebeu uma camada de solo de 10 cm para que nenhum resíduo ficasse exposto. A irrigação das plantas foi feita com carro pipa, e com ajuda manual para não danificar as espécies.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Avaliação da Área

A avaliação da área possibilitou a determinação das ações da pesquisa necessárias a serem desenvolvidas, como a quantidade de plantas, o espaçamento, etc. Observou-se que apesar da desativação da área, havia a circulação de animais, de pessoas do comércio que insistiam em realizar o descarte de resíduos na área, mediante a ausência de cercamento, e portão de entrada no “lixão”. A partir deste diagnóstico foi possível dar início a realização do trabalho.

5.2 Caracterização da Área do Lixão

A área do lixão desativado fica localizada no Sítio Soares, zona rural do município de Sertânia-PE. O local destinado ao descarte de resíduos sólidos urbanos existe há anos, e durante esse período recebeu todo material domiciliar, hospitalar e da construção civil. No ano de 2019 o lixão foi desativado, e a cidade iniciou um consórcio com o Aterro Sanitário de Arcoverde para destinação adequada dos resíduos.

Assim, o início da pesquisa se deu por meio de uma avaliação da situação atual da área (figura 4). Foi realizada uma visita *in loco* para uma análise visual, onde foram diagnosticadas as situações listadas abaixo.

O lixão apesar de ter sido desativado, continuava a receber resíduos, como por exemplo: resíduos de supermercado (papelão, plástico, e etc.), de empresas privadas (material contaminado), de matadouro (dejetos, carcaças), e animais mortos. Essas informações foram coletadas a partir de monitoramento na área de estudo, conseguindo identificar as pessoas que levavam esse material até o lixão.

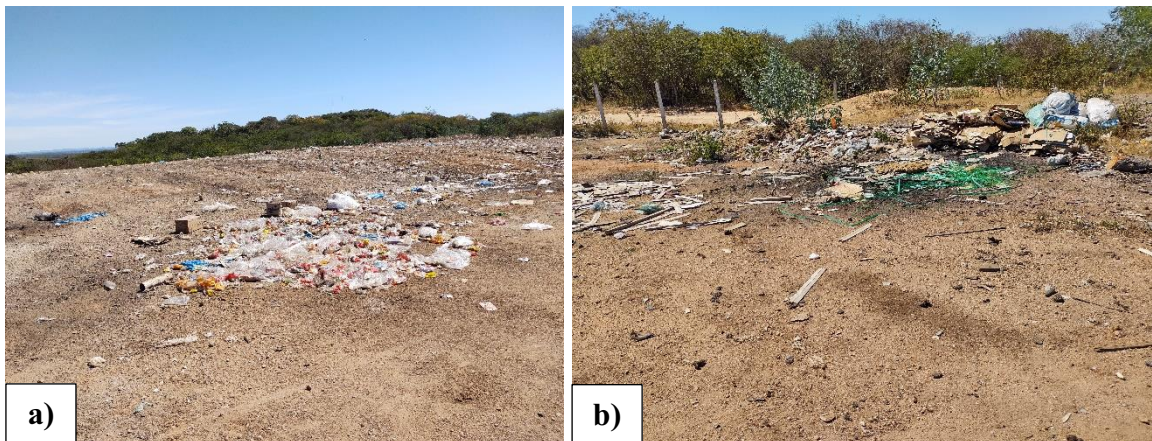
Figura 4 – Visita *in loco*.



Fonte: Ventura (2021).

Observa-se na figura 4, que apesar da desativação do lixão, as pessoas continuam depositando material no local, sendo possível identificar a origem dos mesmos através do tipo de resíduo. O papelão, assim como o plástico é um material muito atrativo para os catadores, por possui uma busca do mercado da reciclagem, assim, eles continuam a circular pelo local em busca desse material, (figura 5).

Figura 5 – a) Resíduos de supermercados, e b) papelão separado por catadores.



Fonte: Ventura (2021).

Em consequência desses materiais ainda estarem sendo depositados na área, observou-se a presença de vários animais (suínos, caprinos, cachorros), e aves como *Coragyps atratus* (urubus), que irão se alimentar dos resíduos dispostos a céu aberto, pois a cobertura de solo feita na desativação, mantém em alguns pontos com

sobreposição de material (figura 6). A entrada desses animais na área é possível porque a cerca e o portão que impediam o trânsito de animais foram roubados, facilitando assim a entrada no local.

Figura 6 – Animais que circulam na área.



Fonte: Ventura (2021).

Dessa forma, uma equipe da Secretaria de Serviços Públicos iniciou uma limpeza no local, retirando materiais colocados por pessoas externas, e materiais soltos na superfície do solo, que eram levados pela força natural do vento até a área frontal do lixão. Uma camada de solo foi transportada para cobrir toda a área que iria receber as mudas, essa cobertura serve tanto para estruturação das plantas, mas também para cobrir todos os resíduos que continuavam visíveis.

5.4 Avaliação dos Poluentes

5.4.1 Análises do solo

A poluição ambiental engloba a contaminação do ar, das águas e do solo. Esses compartimentos ambientais tem a capacidade de dissolver acumulações de substâncias que são lançadas por processos naturais, no entanto, as atividades antrópicas cessam essa capacidade (DAVIES; STULP, 2016). A poluição ocorre em

decorrência da presença, lançamento, ou liberação no ambiente, de resíduos orgânicos, domiciliares, e resíduos industriais.

Conforme os resultados das análises químicas do lixão de Sertânia, o pH em CaCl₂, possui uma acidez baixa, com pH 5,6. De acordo com valores encontrados por (CORRÊA, 2018), isso ocorre devido as grandes concentrações de cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺), no qual são íons básicos que tornam o solo com teor menos ácido (Tabela 1).

De acordo com a classificação agronômica, a qualificação indica como adequados valores de pH entre 5,5-6,0; e como inadequados valores abaixo e acima de 5,5 a 6,0.

Tabela 1 – Resultado das análises químicas do solo referente ao pH em CaCl₂, Cálcio, Magnésio, Alumínio e Saturação por bases(V)

	pH em CaCl ₂	Ca ² (cmolc/dm ³)	Mg ² (cmolc/dm ³)	Al ³ (cmolc/dm ³)	V (%)
Área	5,6	10,2	2,0	0,00	89

Fonte: Ventura (2021).

Os macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), são absorvidos pelas plantas com maior proporção do que os elementos traços (B, Zn, Cu, Fe, Mo, Cl e Mn), também conhecidos como micronutrientes. Ambos são constituintes da matéria orgânica e dos minerais do substrato (onde as plantas crescem) e encontram-se também dissolvidos na solução do solo (SILVA, 2019).

O alumínio (Al³⁺) apresentou valor neutro, assim, já que o alumínio é um causador de acidificação do solo, pode-se entender que a vida microbiana do solo, encarregada de realizar a decomposição da matéria orgânica e da fixação de nitrogênio, está em andamento (LOPES, 1998).

O nível de saturação por bases (V) foi de 89%, o que indica boa fertilidade do solo, um parâmetro importante para áreas que precisam ser recuperadas. Esse resultado de boa fertilidade pode ser confirmado pela ausência de Al³⁺ e pela presença de Ca²⁺ e Mg²⁺. Os solos que exibem valores de saturação por bases acima de 50%, são considerados de boa fertilidade (RONQUIM, 2010).

Na Tabela 2, observa-se que a disposição de fósforo (P) é de 158 mg/dm³, considerada alta. Esse valor está relacionado ao valor do pH, quando maior o valor de fosforo, menor será a acidez do solo (SOUSA; LOBATO, 2003).

Tabela 2 – Resultado das análises químicas do solo referente ao fósforo e ao fósforo remanescente

	Fósforo (P) mg/dm ³	Fósforo remanescente (P-Rem) mg/dm ³
Área	158	40

Fonte: Ventura (2021).

O fósforo é essencial para o crescimento e reprodução dos organismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. Em grande quantidade, esse elemento pode ser transportado através do escoamento superficial do solo para corpos hídricos, podendo causar a eutrofização das águas.

O fósforo remanescente se mostrou elevado, comparado aos estudos de CORRÊA (2018); esse componente em excesso pode ser percolado para corpos hídricos e causar a eutrofização das águas, como indicado por Carvalho (2001).

Em relação à capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva e a CTC a pH 7,0 os valores são altos, como podemos analisar na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado das análises químicas do solo referente a CTC efetiva e CTC a pH 7,0.

	CTC efetiva (cmolc/dm ³)	CTC a pH 7,0 (cmolc/dm ³)
Área	12,86	14,37

Fonte: Ventura (2021).

Seguindo os valores da Embrapa para interpretação de resultados de análises de solo, em relação à CTC efetiva, e CTC a pH 7,0, a área apresenta valores altos. A CTC do solo indica a qualidade do solo, está diretamente relacionada com os cátions

Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} . Quando a CTC tem bons níveis de cálcio, magnésio e potássio é indicativo de que o solo apresenta boa qualidade.

Os metais pesados (tabela 4) são produzidos através do meio natural na crosta terrestre, constituindo cerca de 1% das rochas em termos geológicos. Porém, se houver uma elevação dessa porcentagem, tende a ser prejudicial à saúde humana, devido suas características de acumulação, que são cancerígenas e mutagênicas (KLAASEEN, 2001).

Os metais presentes no solo são considerados como antropogênicos e litogênicos. A parte litogênica dos metais é cedida das rochas por meio dos processos de intemperismo (bióticos e abióticos). As origens dos metais antropogênicos do solo são provenientes de várias práticas, como mineração, atividade agrícola, queima de combustíveis fósseis, e a eliminação de resíduos (SILVA, 2019).

Tabela 4 – Resultado das análises químicas do solo referente aos metais pesados (mg/kg).

	Cu	Mn	Fe	Zn	Cr	Ni	Cd	Pb
Valores de referência de qualidade (CETESB)	35	-	-	60	-	13	< 0,5	17
Área	0,9	58	20	7	115	35	2	25

Fonte: Ventura (2021).

O Cádmiio (Cd) resultou em um valor maior que o de referência de qualidade do solo, e ultrapassou o valor de prevenção de (VP) de 1,3 mg/kg (tabela 4), de acordo com a CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2005.

A Resolução CONAMA nº. 420, de 28 de dezembro de 2009, no art. 6º, inciso XXII, o VQR é o Valor de Referência de Qualidade, que fala sobre a concentração nativa de determinado elemento no solo ou águas subterrâneas (BRASIL, 2009).

O Chumbo (Pb), que apresentou nível maior do que o considerado aceitável, pode ocasionar graves doenças, já que não exercem nenhuma função dentro do

organismo humano. Em contrapartida, é lançado no solo, na água e no ar como resíduos, que são absorvidos por plantas e animais, provocando graves intoxicações na cadeia alimentar (PEREIRA; EBECKEN, 2009).

Elementos como, Chumbo (Pb), Cádmio (Cd), Manganês (Mn) e Zinco (Zn), entre outros, são encontrados em lixões a partir de resíduos como, pilhas, lâmpadas, baterias, aerossóis, fungicidas, e vários outros resíduos que são descartados em lixões (MUNÕZ, 2002). Dessa forma fica explicado os valores altos desses elementos presentes no solo, devido ao descarte feito pela população desses resíduos em seu lixo doméstico.

Na fitorremediação de metais pesados são usados a fitoextração e a fitovolatilização, como métodos diretos, e a fitoestabilização, como método indireto. A fitoextração é um mecanismo se refere à capacidade da planta em absorver o contaminante do solo, armazená-lo em suas raízes ou em outros tecidos (folhas e caules), promovendo posteriormente seu descarte. Estima-se que a fitoextração possa reduzir a concentração de contaminantes a níveis aceitáveis num período de 3 a 20 anos. Essa técnica vem sendo empregada para metais como Cádmio (Cd), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Sódio (Na), Chumbo (Pb), Selênio (Se), entre outros (GOMES, 2016).

5.4.2 Emissão do Gás Metano

O gás metano (CH_4) é um gás que não contém cor, e nem cheiro. Visto como um dentre os demais hidrocarbonetos, o mais simples, e um dos responsáveis pela aceleração do efeito estufa, contém uma baixa solubilidade na água, mas quando inserido ao ar, torna-se inflamável, e prejudicial à saúde humana.

Segundo Lapa et al. (2004) é considerado um gás de efeito estufa todo aquele que consegue absorver radiação infravermelha na atmosfera. São inclusos os gases: dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O), hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), ozônio (O_3), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e enxofre hexafluorado (SF_6).

Conceitua-se que o metano é 23 vezes mais agressivo que o dióxido de carbono para o efeito estufa. Estimando a emissão de uma tonelada de metano corresponde à

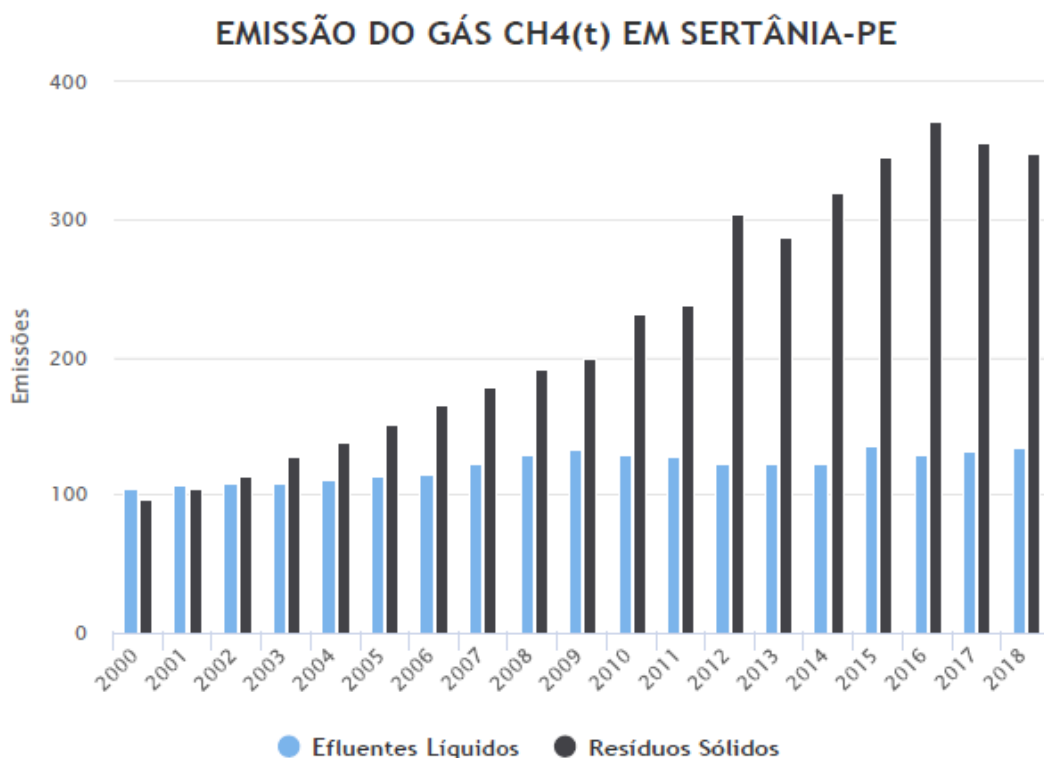
emissão de 23 toneladas de dióxido de carbono. No espectro eletromagnético, o CH₄ se enquadra na banda de absorção entre a escala de 7 e 8 nm, ou seja, se concentra na região onde a atmosfera apresenta uma maior transparência à radiação terrestre no qual transfere para a superfície energia que foi absorvida colaborando para um aquecimento (ALVALÁ et al., 1999).

No Brasil o órgão que estuda estimativas anuais das emissões de gases de efeito estufa (GEE) é o SEEG Brasil – Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, um órgão não governamental que juntamente com outras organizações discutem questões ambientais.

O metano (CH₄) é produzido pela decomposição da matéria orgânica, muito comum em áreas de lixões. Mesmo que o lixão não receba mais os materiais de maneira irregular, haverá a continuidade da produção do gás. Existe uma estimativa de que a emissão deste perdure ao equivalente a trinta anos a partir do dia que foi lançado no ambiente (BRASIL, 2019).

Na figura 10, é possível visualizar a emissão do gás metano na cidade de Sertânia (PE). Percebe-se um aumento significativo do ano de 2012 até 2018, em Sertânia, no entanto, precisamos de dados após a desativação do lixão em 2019.

Figura 10 – Emissão de gás CH₄ (t).



Fonte: SEEG (2014).

Esse aumento entre 2012 e 2018, de 304 (t) para 349 (t) em emissões, é observado um período que houve a chegada de empresas construtoras de grande porte na cidade, no qual trazem várias pessoas para morar na localidade, e conseqüentemente aceleram a produção de resíduos sólidos. Algumas dessas empresas fizeram o uso do lixão até o ano de desativação, inclusive para descarte, e queima de resíduos perigosos de suas obras.

5.5 Seleção e Introdução das Espécies

O uso de plantio de mudas é um método de recuperação bastante empregado em áreas degradadas que apresentam sua resiliência afetada. Porém, no Brasil, existe uma insuficiência de informações em relação à recuperação da vegetação arbórea de áreas de lixões ou aterros controlados (RESENDE, 2015).

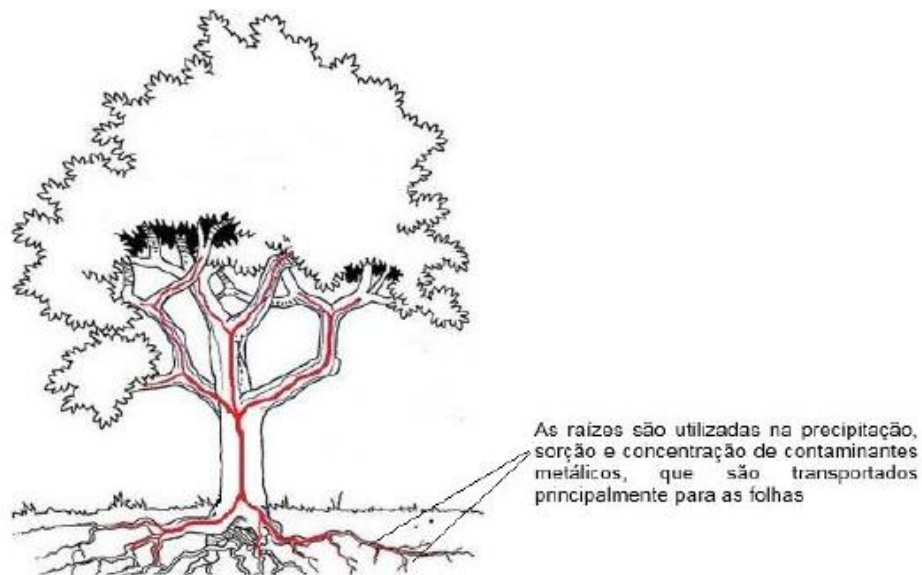
As plantas conseguem se adaptar aos ambientes com características diferentes, onde muitas espécies possuem a capacidade de interagir simbioticamente com outros organismos. Essa interação é determinante para a adaptação em ambientes como

solos salinos, ácidos, pobres e ricos em nutrientes ou excessivamente contaminados com metais.

Esse método de recuperação de áreas contaminadas tem obtido destaque, pois reduz teores de contaminantes a níveis seguros à saúde humana, além de contribuir com a melhoria das características físicas, químicas e biológicas destas áreas. O processo se aplica em quase todos os tipos de contaminantes, incluindo metais, pesticidas, solventes, explosivos, óleo cru e hidrocarbonetos.

No mecanismo da fitoextração, a planta absorve o contaminante do solo, armazena em suas raízes ou em suas folhas e caules, facilitando posteriormente seu descarte, conforme visualizado na Figura 11. Esta é a técnica de fitorremediação mais utilizada.

Figura 11 – Transporte de contaminantes nas árvores pela fitoextração.



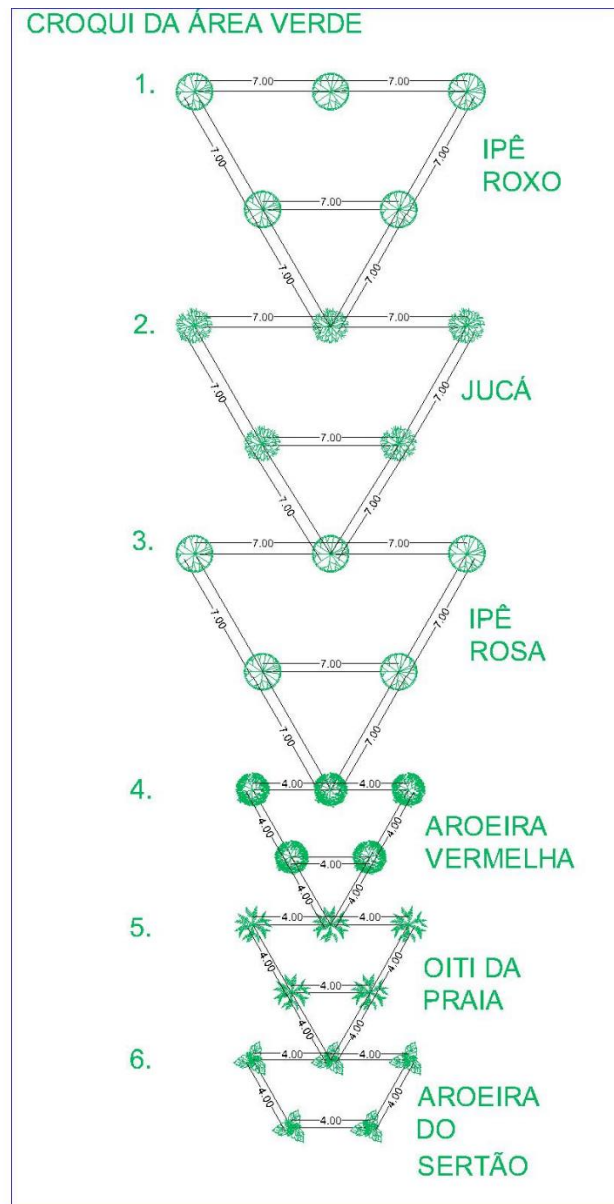
Fonte: Silva (2019)

O Ipê Roxo possui eficiência na transferência de Cádmiio (Cd) para as partes aéreas, e consegue localizar concentrações mais elevadas do elemento no caule e na raiz (ASSUNÇÃO, 2009). Por sua vez, o Jucá vem sendo bastante utilizado na descontaminação de solos contaminados por herbicida, por exemplo, (AGUIAR, 2015).

Em estudo realizado por Silva (2011) a aroeira-vermelha se mostrou tolerante a doses elevadas de Cobre (Cu). Os resultados do estudo revelaram que as doses testadas de Cobre (Cu) não alteraram a qualidade de mudas de aroeira-vermelha. Isso indica que a espécie implantada na área, pode apresentar resultados positivos, tanto em seu crescimento quanto na absorção de contaminantes.

Essas espécies além de possuírem um potencial fitorremediador, também atraem aves e pequenos animais que as procuram para se alimentar de frutos e néctar. No croqui (figura 12), é possível visualizar a distribuição das mudas em campo.

Figura 12 – Distribuição das espécies florestais em área de lixão desativado no município de Sertânia-PE



Fonte: Ventura (2021).

Essa distribuição de mudas foi determinada de acordo com o porte de cada espécie, assim como o espaçamento. O uso delas em formato triangular, tem a finalidade de dar um adensamento entre as espécies, formando uma comunidade entre elas. Isso irá contribuir com o crescimento delas, e evitar a competição entre espécies. O aspecto estético também foi levado em consideração, por isso a intercalação foi pensada em dar um aspecto visual mais agradável, colocando em uma escala decrescente em tamanho. Na figura 13, é possível visualizar a espécies que foram plantadas.

Figura 13 – Mudas plantadas em área de lixão desativado no município de Sertânia-PE.



Fonte: Ventura (2021).

O bioma de Sertânia é 100% da Caatinga, observou-se ao entorno do lixão a existência das espécies de Mandacaru (*Prosopis Juliflora*), Pinhão Roxo (*Jatropha*

gossypifolia), Juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild), e a Catingueira (*Cenostigma bracteosa* (Tul.) L.P. Queiroz).

A espécie do pinhão roxo demonstrou uma característica de crescimento na área específica do lixão. Em vários pontos ele se mostra como bom desenvolvimento, folhas verdes, sem presença do amarelo que é característico da toxidez da planta pelos contaminantes.

6 CONCLUSÃO

Através da avaliação técnica inicial, foi constatada que embora o lixão de Sertânia tenha sido desativado há dois anos, o local continua a receber lixo, por moradores da cidade devido ao acesso facilitado. Foi possível constatar que mesmo inativo o lixão, ainda gerava impactos ao meio ambiente, através da decomposição dos resíduos depositados durante anos naquela área.

A partir das análises de solo, fica diagnosticado que meio físico foi afetado devido concentrações elevadas de metais, mas, por outro lado possui um elevado nível de matéria orgânica, e baixa acidez, o que facilitara o crescimento das espécies. Em relação ao meio biótico, podemos afirmar que a área reduziu a biodiversidade nativa, e conseqüentemente o afugentamento da fauna, e o meio antrópico, com a presença de vetores de doenças e alteração da paisagem (poluição visual).

Os poluentes encontrados no solo foram principalmente, o chumbo, e o cádmio; já no ar um dos principais poluentes foi o metano. O metano é um gás inflamável e GEE, e juntamente com as queimadas que sempre ocorrem em áreas de lixão. Isso afeta diretamente a saúde das pessoas pela poluição atmosférica, devido a emissão de gases.

É necessário que se faça o acompanhamento do desenvolvimento das espécies, para observar a sobrevivência delas, diante dos contaminantes presentes no solo, e realizar o replantio. A implantação da área verde vai contribuir com a diminuição dos impactos gerados pelo uso do lixão. Pois, a vegetação através do mecanismo da

fitoextração age como agente fitorremediador dos contaminantes presentes no solo. Além de ser recuperado a vegetação nativa, onde irá contribuir com a volta da fauna local, irá melhorar o microclima local, entre outros benefícios.

Assim, diante do presente trabalho, reforça-se a importância de pesquisas nessa temática para que possa ter resultados sobre as espécies mais indicadas para fins de fitorremediação em áreas de lixão.

7 REFERÊNCIAS

ABETRE. **ATLAS DA DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS – BRASIL 2020**. 2020. Disponível em: <https://abetre.org.br/atlas-da-destinacao-final-de-residuos-brasil-2020/>. Acesso em: 16 set. 2021.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2014**. Disponível em: www.abrelpe.org.br/Pano-rama/panorama2014.pdf. Acesso em: 06 maio de 2021.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2020**. Disponível em: www.abrelpe.org.br/Pano-rama/panorama2020.pdf. Acesso em: 03 setembro de 2021.

AGUIAR, Luciana Monteiro. **FITORREMEDIAÇÃO POR ESPÉCIES ARBÓREAS DE SOLOS CONTAMINADOS PELOS HERBICIDAS ATRAZINE, CLOMAZONE E 2,4-D**. 2015. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Ufvjm Luciana, Diamantina – Mg, 2015.

ALBERTE, ELAINE P. V.; CARNEIRO, A. P.; KAN, Lin. **RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**. Diálogos & Ciência — Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana, [S. l.], p. 2-15, jun. 2005.

ALENCAR, L. S.; SOUTO, P. C.; MOREIRA, F. T. A.; SOUTO, J. S.; BORGES, C. H. A. **Inventário quali-quantitativo da arborização urbana em São João do Rio do Peixe – PB**. Agropecuária Científica no Semiárido, Patos, v.10, n.2, p.117-124, 2014.

ANSELMO, André Luis Faustino; JONES, Cleveland Maximino. **Fitorremediação de solos contaminados – O estado da arte**. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 2005. Disponível em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep1005_0558.pdf>

Acesso em: 13 set. 2021.

ASSUNÇÃO, Sara Julliane Ribeiro. **SELEÇÃO DE PLANTAS PARA FITORREMEDIAÇÃO DE CHUMBO, CÁDMIO E ZINCO, DE UMA ÁREA CONTAMINADA NA BACIA DO RIO SUBAÉ**. 2009. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas - Bahia, 2009.

BRASIL, Agência. **Lixões liberam 6 milhões de toneladas de gás de efeito estufa ao ano**. 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-06/lixoes-liberam-6-milhoes-de-toneladas-de-gas-de-efeito-estufa-ao-ano>. Acesso em: 19 set. 2021.

CEMPRE – Compromisso Empresarial Para Reciclagem. Lixo Municipal: **Manual de Gerenciamento Integrado**, ed. 3, São Paulo, Editora CEMPRE, 2010.

CORRÊA, J. Vieira; ALMEIDA, Lunara Cristina de Oliveira; RIBEIRO, Fabricio Rainha. **AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DO LIXÃO DE LEOPOLDINA-MG**. In: **7º SEMINÁRIO CIDADE BEM TRATADA**, 7., 2018, Porto Alegre. Anais [...] . Porto Alegre-RS: Cidade Bem Tratada, 2018. p. 3-6.

COUTINHO, Pablo; CADORIN, Danielle; NORETO, Lorena; GONÇALVES JR, Affonso. **Alternativas de remediação e descontaminação de solos: biorremediação e fitorremediação**. Nucleus (Online), Ituverava, v.12, n.1, p. 59-68, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307816236_ALTERNATIVAS_DE_REMEDIACA17_O_E_DESCONTAMINACAO_DE_SOLOS_BIORREMEDIACAO_E_FITOREMEDIACAO. Acesso em: 13 set. 2021.

DAVIES, Felipe Diego; STULP, Simone. **DETERMINAÇÕES DE GÁS METANO (CH₄) GERADO EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES, COM AVALIAÇÃO DO PODER CALORÍFICO PARA QUEIMA EM CALDEIRA**. Revista **Destaques Acadêmicos**, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 1-2, 29 dez. 2016. Editora Univates. <http://dx.doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v8i4a2016.1213>.

Estimativa Populacional - 2015. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Agosto de 2015.

GOMES, Felipe Rubira. **Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes / espaços livres e degradação ambiental / impacto ambiental**. Caderno de Geografia [en linea]. 2016. ISSN: 0103-8427. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333243260008>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2012

ISMAEL, D.A.M.; LEITE, J. C. A. **Elaboração de uma proposta de recuperação de área degradada (RAD) para o “lixão” de Pombal – PB**. Projeto PIVIC. Pombal: PB,

2015.

ISMAEL, Daniele Aparecida Monteiro. DANIELE APARECIDA MONTEIRO ISMAEL. 2016. 75 f. **TCC (Graduação)** - Curso de Engenharia Ambiental, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2016.

KLAASSEN C. D.; (2001). **Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons**. McGraw-Hill; Sixth Edition; pp. 812-837.

LANZA, V. C. V. **Caderno Técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009. 28 p.

LAPA, Katt Regina *et al.* **IMPACTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS COM A GERAÇÃO DE GÁS METANO POR FONTES ANTROPOGÊNICAS - DESTAQUE PARA ATERROS SANITÁRIOS**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1., 2004, Florianópolis/Sc. **Artigo**. Florianópolis/Sc: Ictr, 2004. p. 3-4. BRASIL,

SEEG. **SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA**. 2014. Disponível em: <http://seeg.eco.br/>. Acesso em: 19 set. 2021.

LIMA, Valéria; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **A IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS VERDES PARA A QUALIDADE AMBIENTAL DAS CIDADES**. Revista Formação, [s. l], v. 13, p. 139-165, 20 dez. 2006. Disponível em: http://www.conexaoambiental.pr.gov.br/sites/conexao-ambiental/arquivos_restritos/files/documento/2018-11/835-2346-1-pb.pdf. Acesso em: 18 set. 2021.

LOPES, A.S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1998.

MUÑOZ. S.I.S. **Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto-SP: avaliação dos níveis de metais pesados**. 2002. Tese de Doutorado, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 159 f.

NOGUEIRA, Israel de Almeida. **RECUPERAÇÃO DE LIXÕES: PROPOSTA DE METODOLOGIA DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO**. 2015. 102 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

NOGUEIRA, Israel de Almeida. **RECUPERAÇÃO DE LIXÕES: PROPOSTA DE METODOLOGIA DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO**. 2015. 102 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

PAZ, Fernanda Mayara Fernandes da. **A FITORREMEDIAÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA RECUPERAÇÃO DO SOLO DO LIXÃO DE ASSÚ/RN**. 2012. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Assú/Rn, 2012. Cap. 1. Disponível em: <http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/5914>. Acesso em: 13 set. 2021.

PEREIRA, G. C. And EBECKEN, N. F. F, 2009. **Knowledge discovering for coastal waters classification**. Expert Systems with Applications, vol. 36, no. 4, p. 8604-8609.

PERNAMBUCO, Tribunal de Contas do Estado de. **Lixões: municípios do Sertão são multados pela 2ª Câmara**. 2021. Disponível em: <https://www.tce.pe.gov.br/internet/index.php/mais-noticias-invisivel/347-2021/agosto/6181-lixoes-homologados-autos-de-infracao-contra-municipios>. Acesso em: 18 set. 2021.

PERNAMBUCO. Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco. Diagnóstico: Destinação de Resíduos Sólidos em PE – 2018/2019. Recife, 2019. Disponível em: <https://www.tce.pe.gov.br/internet/index.php/mais-noticias-invisivel/216-2019/marco/4544-estudo-do-tce-mostra-melhoria-na-correta-destinacao-do-lixo-em-pernambuco>

Resende, Luana Auxiliadora de et al. **CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM DIFERENTES MODELOS DE PLANTIO NA RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**¹. Revista Árvore [online]. 2015, v. 39, n. 1 [Acessado 21 Setembro 2021] , pp. 147-157. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0100-67622015000100014>>.

ROCHA, Lanna Shanyelle Moreira. **Fitorremediação de solo contaminado com Diclosulam utilizando Mucuna Aterrima, Crotalaria Juncea, Crotalaria Spectabilis**. Orientador: Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho. 2016. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - NSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS, São João Evangelista - MG, 2016. Disponível em: https://www.sje.ifmg.edu.br/portal/images/artigos/biblioteca/TCCs/Agronomia/2016/LANNA_SHANYELLE_MOREIRA_ROCHA.pdf. Acesso em: 13 set. 2021.

RONQUIM, C.C **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

SALVADOR, Fábio Leonardo Ramos. **ANÁLISE DAS ETAPAS DE UM PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA (PRAD) APLICADA PARA UM ANTIGO LIXÃO NO MUNICÍPIO DE GAROPABA**. 2012. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/Sc, 2012.

SILVA, Bruna Cardoso de Melo. **RECUPERAÇÃO DA ÁREA DO ANTIGO LIXÃO DA ESTRUTURAL - DF ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS FITORREMEIADORAS E DE LEGUMINOSAS NATIVAS DO CERRADO**. 2019. 76

f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

Silva, R. F. DA. **Influência da contaminação do solo por cobre no crescimento e qualidade de mudas de açoita-cavalo (*luehea divaricata mart. & zucc.*) E aroeira-vermelha (*schinus therebinthifolius raddi*).** Ciência Florestal 2011, 21, 111.

SILVA, Tiago J. da. **Fitorremediação de Solos Contaminados com Metais: Panorama Atual e Perspectivas de uso de Espécies Florestais.** Revista Virtual de Química, Itapeva-Sp, v. 11, n. 1, p. 18-34, 04 fev. 2019.

TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena. **Fitorremediação em solo e água de áreas contaminadas por metais pesados provenientes da disposição de resíduos perigosos.** Orientador: Cláudio Fernando Mahler. 2009. 371 p. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79270/1/Tese-Silvio-Completa.pdf>. Acesso em: 13 set. 2021.