

ENCERRAMENTO DE LIXÕES

Prof. José Fernando Thomé Jucá
 Grupo de Resíduos Sólidos
 Universidade Federal de Pernambuco

1

Situação Nacional da Destinação final dos RSU para 5.570 municípios



Municípios atendidos (40,2%)

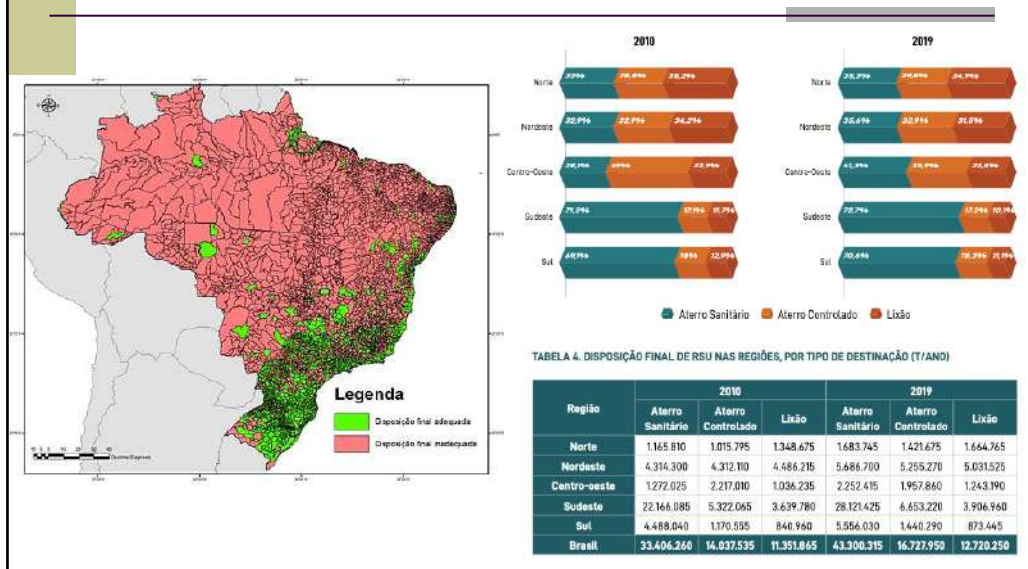
Condições inadequadas: 3.331 (59,8%)

Em volume total de resíduos depositados 72,7 milhões, temos:

- Aterros Sanitários recebem 43,3 milhões de toneladas (59,6%)
- Aterros Controlados e Lixões: 29,4 milhões de toneladas (40,4%)

2

Disposição Final no Brasil (2010 – 2019)



3

Região Norte ?

12.09.21

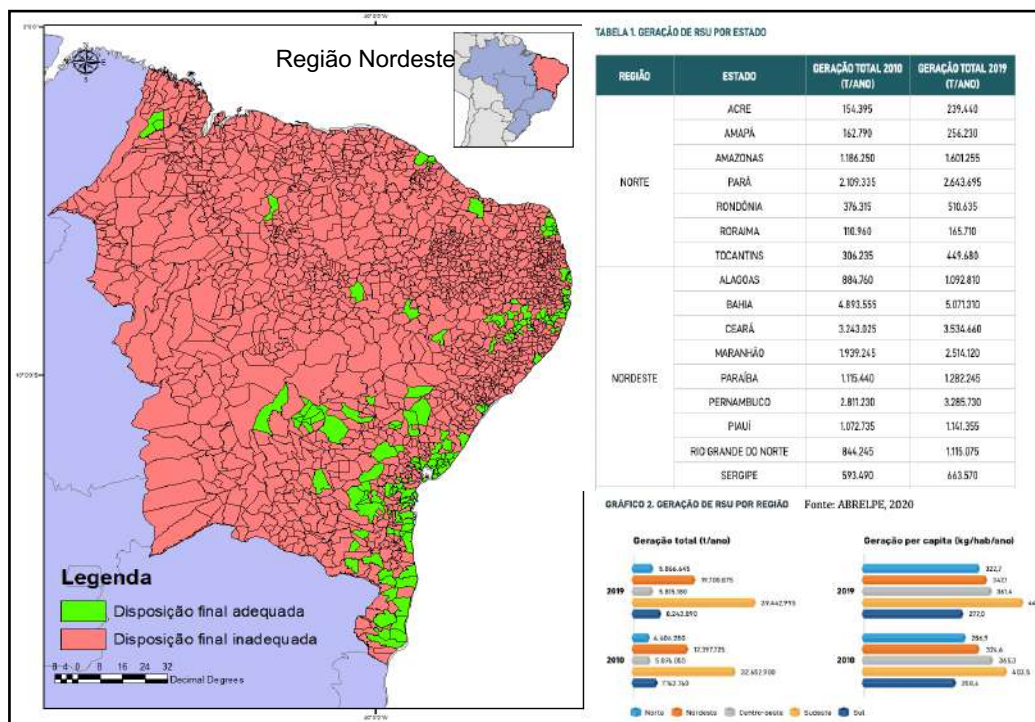
Na região Norte existem 390 lixões, destes 134 estão localizados no Pará aponta pesquisa nacional

A Universidade do Estado do Pará desenvolve pesquisas voltadas ao acompanhamento da gestão de resíduos

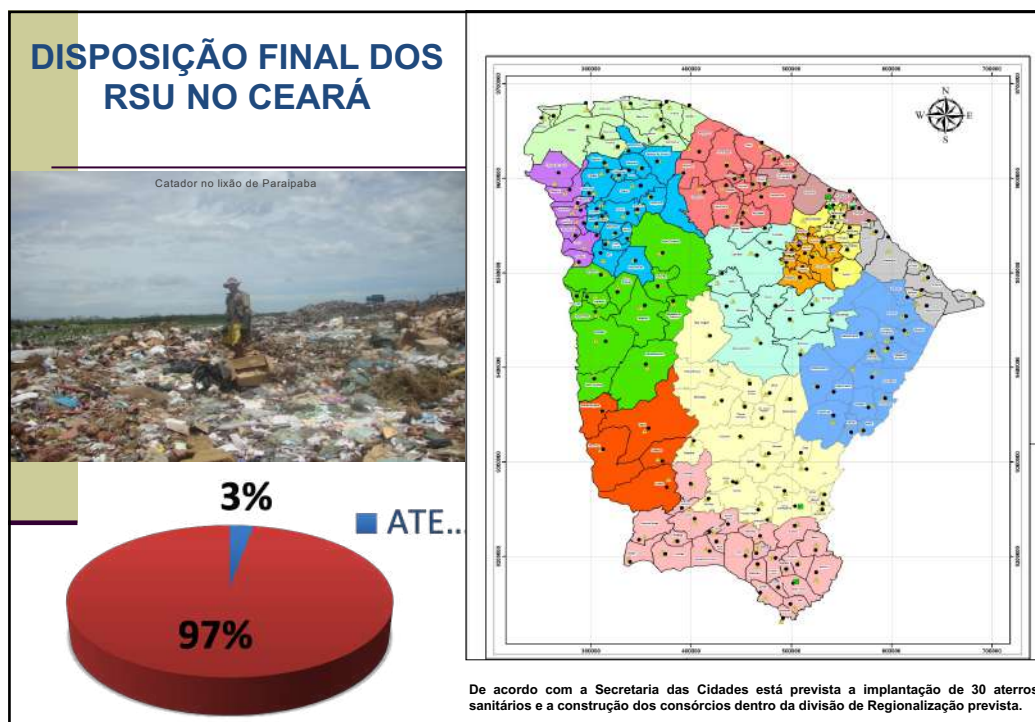


Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará explica que "de um total de 144 municípios paraenses, em torno de 68 % devem buscar sua regularização até agosto de 2024 e 18 % até agosto de 2023. E entre os 18 municípios restantes, cuja população seja superior a 100.000 (cem mil) habitantes. A regularização deverá ocorrer até agosto de 2022".

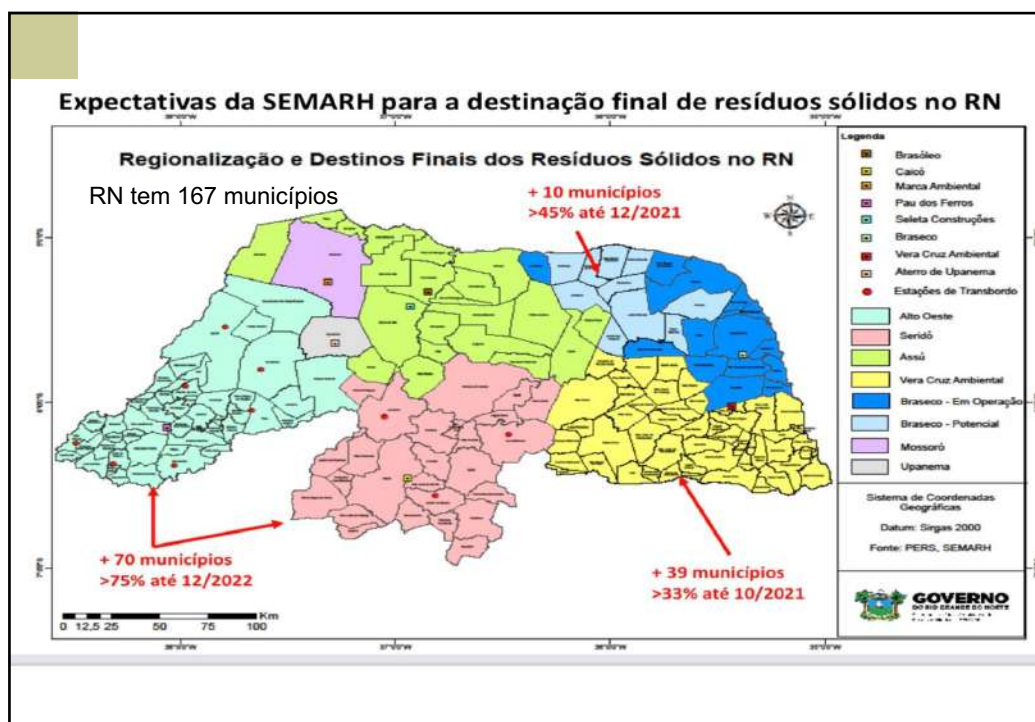
4



5



6

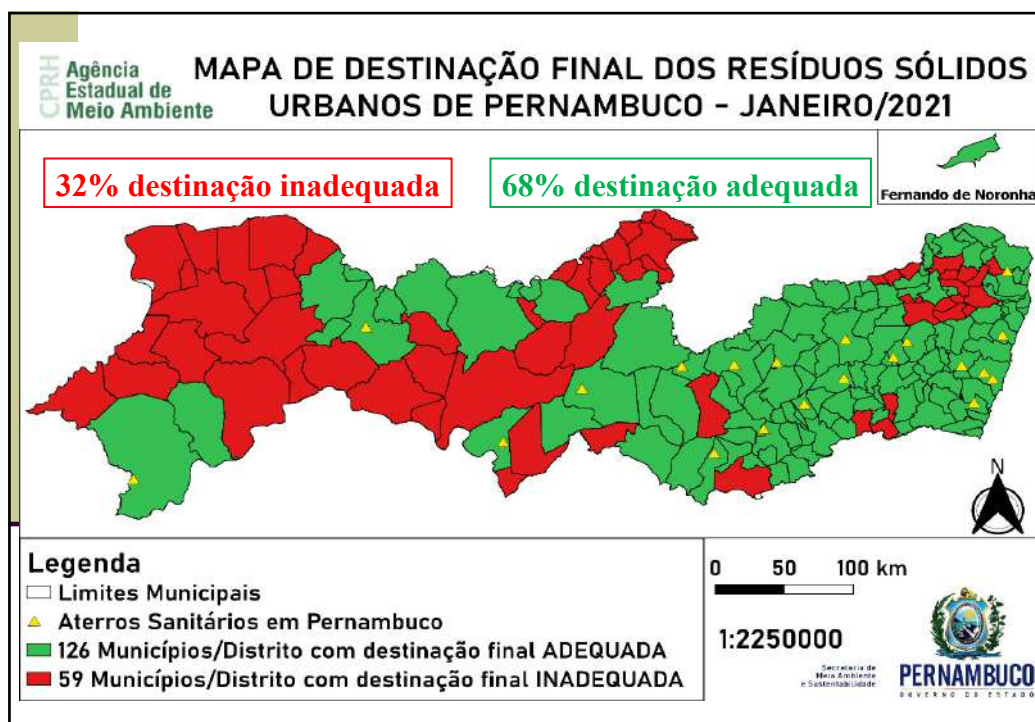


9

RN tem 167 municípios:

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO 2020	DESTINO FINAL
Ceará Mirim	73.886	Braseco
Extremoz	28.936	
Guamaré	15.965	
Ilmo Marinho	13.901	
Macaíba	81.821	
Maxaranguape	12.544	
Natal	890.480	
Parnamirim	267.036	
Rio do Fogo	10.905	
São Gonçalo do Amarante	103.672	
São Miguel do Gostoso	10.362	
Touros	33.509	
Taipu	12.297	
Bom Jesus	10.267	
Vera Cruz	12.637	CTR Potiguar
Mossoró	300.618	Mossoró
Upanema	14.800	Upanema
Riacho da Cruz	3.614	Riacho da Cruz
São Vicente	6.450	São Vicente
Taboleiro Grande	2.586	Taboleiro Grande
TOTAL GERAL	1.897.250	
POPULAÇÃO TOTAL DO RN 2020	3.534.165	
PERCENTUAL DE MUNICÍPIOS COM DESTINAÇÃO ADEQUADA	11,98%	
PERCENTUAL DA POPULAÇÃO ATENDIDA POR ATERRO	53,68%	

10



11

Sinais de alerta

- Os 50 maiores lixões do mundo afetam a vida de quase 65 milhões de pessoas, uma população do tamanho da França.
- Os 2.976 lixões em operação no Brasil afetam a vida de 76 milhões de pessoas.
- Pelo menos 2 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso a coleta regular de resíduos e são atendidas por lixões.
- A queima periódica de resíduos em lixões a céu aberto emite grandes quantidades de carbono negro, o segundo principal poluente causador do aquecimento global depois do dióxido de carbono (CO2).
- A exposição a lixões a céu aberto tem um impacto prejudicial sobre a expectativa de vida da população maior do que a malária e, além dos impactos humanos e ambientais, o custo financeiro dos lixões chega a dezenas de bilhões de dólares.

O que significa fechar um lixão

O encerramento ou a adequação de um lixão ocorre quando:

- Um lixão específico é encerrado e substituído por um aterro sanitário (talvez com separação na fonte e/ou pré-tratamento dos resíduos); ou
- Um lixão passa por adequações, tornando-se controlável e menos arriscado para a saúde humana e para o meio ambiente, como um primeiro passo para um sistema integrado de gestão de resíduos sólidos.

Em muitos casos, especialmente em países de baixa renda, a segunda opção é a única factível. No entanto, há experiências de vários países em que o primeiro caso também aconteceu.

Os lixões devem ser substituídos por sistemas integrados de gestão de resíduos sólidos, envolvendo:

- Elementos físicos:** infraestrutura de acondicionamento, coleta, transporte, transferência, reciclagem, recuperação, tratamento e disposição dos resíduos.
- Atores:** governos municipais, regionais e nacionais, geradores de resíduos/usuários de serviços, fabricantes, prestadores de serviços, sociedade civil, organizações não governamentais e agências internacionais.
- Aspectos estratégicos:** aspectos políticos, de saúde, institucionais, sociais, econômicos, financeiros, ambientais e técnicos.

Para um sistema funcional, a infraestrutura física que atenda à saúde pública, ao meio ambiente e à economia deve ser acompanhada por ações consistentes de colaboração, inclusão, governança, instituições estruturadas e políticas proativas.

Esta não é apenas uma questão de melhor gerenciamento de recursos; o principal desafio é criar os recursos humanos que executarão o aprimoramento em longo prazo do sistema local de gestão de resíduos. Estamos tratando de pessoas, não de resíduos!

Isawa, 2017

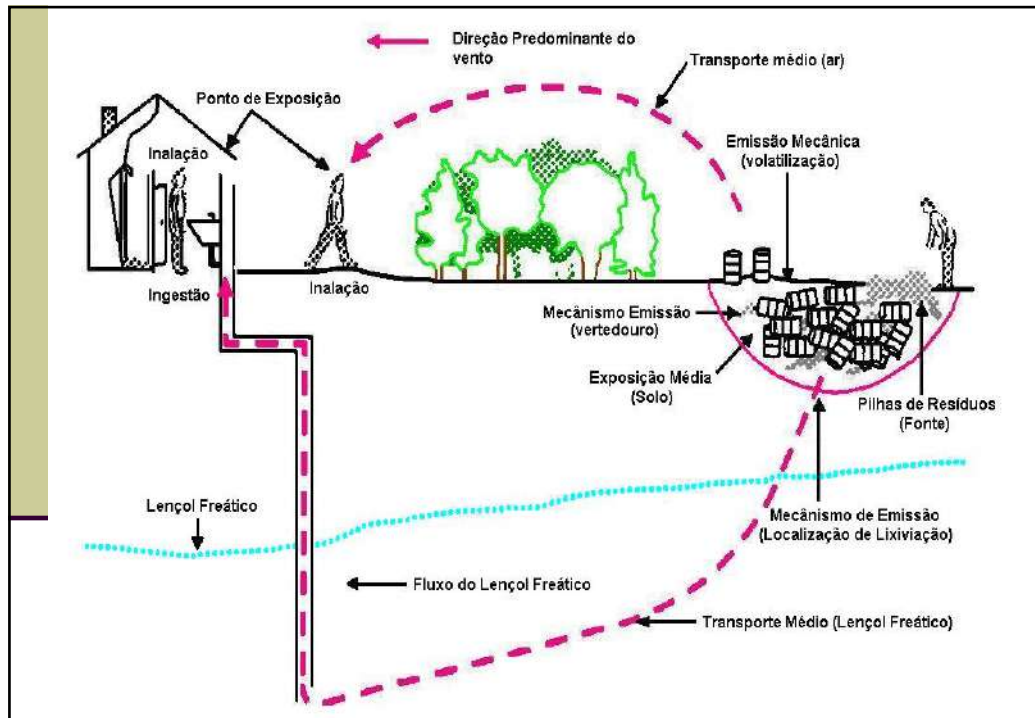
12



13



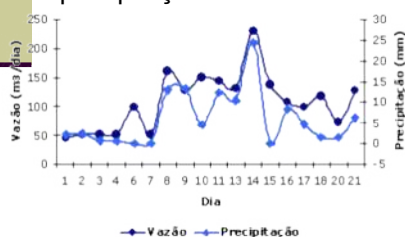
14



15

EFLUENTES DOS RESÍDUOS: LIXIVIADO

- Dificuldade de tratamento com técnicas convencionais
- Alta DBO e DQO
- Muitos elementos químicos presentes
- Quantidade de lixiviado gerado em função da precipitação



16

A QUÍMICA DO LIXIVIADO E SUAS ORIGENS

ÍONS	ORIGENS
Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}	Material orgânico, entulhos de construção.
PO_4^{3-} , NO_3^- , CO_3^{2-}	Material orgânico.
Cu^{2+} , Fe^{2+} , Sn^{2+}	Material eletrônico, latas, tampas de garrafas.
Hg^{2+} , Mn^{2+}	Pilhas, lâmpadas fluorescentes, fungicidas, tintas...
Ni^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+}	Baterias, plásticos, ligas metálicas, papéis, vidro...
Al^{3+}	Latas, utensílios, cosméticos, bem. laminadas.
Cl^- , Br^- , Ag^+	Tubos de PVC, negativos de filmes de raio-X.
As^{3+} , Sb^{3+} , Cr^{3+}	Embalagens de tintas, vernizes, solventes.

17

Contaminação do

Ar



18

Gases de efeito estufa “Gases Greenhouse - GGE”

• Gases Greenhouse x potencial de poluição

C (carbono)	O (oxigênio)	H (hidrogênio)	N (nitrogênio)	S (enxofre)
↓	↓	↓	↓	↓
CO ₂ (Gás carbônico)	CH ₄ (Metano)	NH ₃ (Amônia)	H ₂ S (Gás Sulfídrico)	

Gases	GWP
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	21
Óxido nitroso (N ₂ O)	310
Hidrofluorcarbonos (HFC's)	100 – 3.000
Perfluorcarbonos (PFC's)	5.000 – 10.000
Hexafluor de enxofre (SF ₆)	23.900

• Composição da atmosfera:

Gases	Concentração (% em volume)
Nitrogênio (N ₂)	78,1%
Oxigênio (O ₂)	21,0%
Vapor d'água (H ₂ O)	varia até 4,0%
Argônio (Ar)	0,93%
Dióxido de carbono (CO ₂)	aprox. 0,3%
Neônio (Ne)	abaixo de 0,002%
Hélio (He)	0,0005%
Metano (CH ₄)	0,0002%

19



Desafios Técnicos Existe solução para qualquer problema

Os problemas técnicos e os desafios mais comuns dos lixões a céu aberto são:

- Resíduos espalhados e descobertos;
- Nenhuma aplicação de cobertura, ou cobertura mínima que forme vias de acesso;
- Queima a céu aberto e/ou combustão espontânea dos resíduos;
- Ausência de controle na disposição ou compactação de resíduos;
- Ausência de registro ou inspeção dos resíduos recebidos;
- Presença de catadores na frente de trabalho do lixão;
- Ausência de cercamento de segurança ou pontos de acesso;
- Presença de vermes, cachorros, aves e outros vetores;
- Ausência de sistema de captação e tratamento de chorume;
- Ausência de controle de odores ou sistema de gestão dos gases;
- Ausência de medidas de planejamento, engenharia e monitoramento dos resíduos recebidos;

Soluções de longo prazo

Existem três métodos para fechar um lixão, e a preferência deve ser atribuída com base em uma série de fatores, incluindo sustentabilidade e custo-benefício.

- #### 1. Encerramento com adequação para um aterro controlado

Instale uma cobertura de baixa permeabilidade sobre a massa de resíduos existente, aplique em seguida uma camada de solo e vegetação, e instale um sistema básico de coleta de gás e chorume.

Este método pressupõe que haja espaço disponível adjacente ao lixão, onde novos resíduos podem ser depositados em células adequadamente projetadas e impermeabilizadas, e com sistema de coleta de chorume.

Para manter os custos sob controle, utilize métodos de construção e materiais locais, maximizando a melhoria e desempenho ambiental.
- #### 2. Fechamento com cobertura dos resíduos existentes

Dentro os resíduos existentes no local, cubra-os com o solo e vegetação, e instale um sistema básico de coleta de gás e chorume.

Este é o método mais utilizado para o encerramento de lixões e reduzirá a exposição dos resíduos ao vento e aos vetores, minimiza o risco de incêndios, evita que as pessoas e os animais tenham acesso aos resíduos, reduz a geração de chorume e controle do odor e a migração do gás.

O sistema de cobertura local servirá como meio de crescimento para a vegetação e poderá ser usado pós-encerramento, como recreação.
- #### 3. Encerramento com remoção dos resíduos do lixão

Remova a massa de resíduos do lixão e transfira para outro local, geralmente um aterro sanitário.

A remoção de resíduos pode ser combinada com a recuperação de alguns materiais recicláveis e resíduos perigosos. Problemas de odor são previsíveis e deverão ser discutidos com os moradores do entorno.

Após a remoção e limpeza, o terreno pode ser tratado como uma área de revitalização ou um parque de recreação. Se o local estiver perto de empreendimentos imobiliários, o valor do terreno pode ser significativamente maior do que os gastos para remoção dos resíduos.

Comentários

- Requer espaço disponível ao lado do lixão;
- A massa de resíduos existente deve estar estabilizada;
- Deve haver uma distância segura da população do entorno, e/ou estradas ou aqueduto raso;
- Certifique-se de que não haja problema com áreas de inundação;
- Garanta uma distância adequada do aeroporto mais próximo (risco de presença de aves);
- Certifique-se de que não haja resíduos perigosos misturados com os RLU.

Comentários

- Método de encerramento mais fácil e talvez o mais barato;
- Requer uma instalação alternativa de processamento de resíduos ou nova local para disposição final;
- Deve considerar os problemas de água subterrâneas e de gases de aterro, bem como sistema de controle e monitoramento da instalação.

Comentários

- Método caro;
- Deve considerar problemas de odor e transporte;
- Necessidade de outra instalação de tratamento para destinação dos resíduos;
- Potencial para novo uso da área pós-encerramento e a revitalização do local.

Isma, 2017

20

Remediação de Lixões

Recomendações Gerais:

- Delimitação da área, cercando-a completamente para impedir a entrada de animais;
- Realização de sondagens para definir o conhecimento do meio físico, a espessura da camada de resíduos ao longo da área degradada;
- Limpeza da área de domínio;
- Cobertura final dos resíduos expostos com uma camada de solo argiloso de 0,60m de espessura ou uma camada oxidativa de mesma espessura (solo + composto orgânico estabilizado);
- Movimentação e conformação da massa de resíduos; os taludes laterais devem ficar com declividade de 1:2 (V:H);
- Definição do futuro uso da área.

21

DIRETRIZES BÁSICAS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO DE REMEDIAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA (PRAD)

1. Caracterização do lixão

- 1.1 Localização e histórico
- 1.2 Características fisiográficas do local
- 1.3 Principais conclusões do relatório diagnóstico
 - 1.3.1 Poluição do horizonte de solo sob a camada de resíduos;
 - 1.3.2 Poluição das águas subterrâneas;
 - 1.3.3 Poluição das águas superficiais;
 - 1.3.4 Características do lixiviado.
- 1.4 Identificação das necessidades de intervenção

2. Descrição do Projeto de Remediação e Encerramento

- 2.1 Concepção do projeto
- 2.2 Modelo tecnológico proposto
- 2.3 Projeto de geometrização
 - 2.3.1 Geometrização da massa de lixo existente;
 - 2.3.2 Aterramento de resíduos sólidos inertes para nivelamento e cota de topo de célula;
 - 2.3.3 Cobertura final;
 - 2.3.4 Obras de contenção de taludes.
- 2.4 Projeto de drenagem de chorume e gás
 - 2.4.1 Projeto de drenagem de chorume;
 - 2.4.2 Projeto de drenagem de gás.
- 2.5 Projeto de sistema de tratamento de chorume
 - 2.5.1 Implantação de alternativa emergencial: acumulação e/ou tratamento ex-situ;
 - 2.5.2 Implantação de alternativa de tratamento no local.
- 2.6 Projeto de sistema de drenagem superficial
- 2.7 Projeto de unidade de transbordo (avaliar necessidade)
 - 2.7.1 Concepção da unidade;
 - 2.7.2 Estudo de alternativas de localização;
 - 2.7.3 Layout da unidade;
 - 2.7.4 Redes de serviços;
 - 2.7.5 Operação da unidade

CPRH
Agência
Estadual de
Meio Ambiente

- 2.8 Projeto Paisagístico
 - 2.8.1 Revegetação de taludes com gramíneas;
 - 2.8.2 Reflorestamento de áreas com espécies nativas;
 - 2.8.3 Plantio de vegetação nos platôs das células;
 - 2.8.4 Cercamento da área e cortina arbórea;
 - 2.8.5 Ações para monitoramento do projeto paisagístico.
- 2.9 Infraestrutura de monitoramento ambiental
 - 2.9.1 Plano de monitoramento;
 - 2.9.2 Plano de manutenção do local remediado.

3. Plano de obras / execução

- 3.1 Recursos para implantar a remediação
 - 3.1.1 Mão de obra necessária;
 - 3.1.2 Maquinaria necessária.
- 3.2 Cronograma de processo de remediação (implantação, monitoramento e manutenção do local).

22

RECUPERAÇÃO DE ÁREA DE LIXÕES:
Muribeca e Olinda

23



24

ATERRO DA MURIBECA – PE

Recuperação de vias internas



25

Drenagem de Águas Pluviais



26

Recuperação Ambiental do Aterro da Muribeca - PE



27

OBRA : PROJETO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO DA MURIBECA/PE					TAXAS: LS= 83,38%	
ORÇAMENTO : ORÇAMENTO DO ENCERRAMENTO						
LOCAL : Aterro da Muribeca, Jaboatão dos Guararapes - PE						
CODIGO	DESCRIÇÃO	CLASS	UNIDADE	QUANT.	PREÇO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
ORÇAMENTO GLOBAL						
011						
011.1						
ETAPAS						
1.0						
ESTUDOS, PROJETOS E SERVIÇOS PRELIMINARES						
001.002.139	PROJETO EXECUTIVO DO ATERRO	VERBA	UN	1,00	60.000,00	60.000,00
001.002.141	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE PLACA DE OBRA (5X4m)	SER.CG	UN	1,00	1.378,00	1.378,00
2.0						
SISTEMA VIARIO - VIA DE ACESSO INTERNA						
002.004.008.001.SCG	COMPACTAÇÃO DE ATERRO	SER.CG	M3	8.649,00	3,43	29.645,99
02.004.000058.SER	Escavação e carga em solo de 1ª categoria, utilizando trator sobre esteiras e pá-carregadeira sobre pneus	SER.CG	M3	8.649,00	2,62	22.649,05
030.001.004.002.SCG	CANALETAS EM TUBO DE CONCRETO MEIA CANA PARA ÁGUAS PLUVIAIS, Ø 400 MM	SER.CG	M	2.883,00	45,89	132.306,48
06.001.000150.SER	Alvenaria de vedação com bloco cerâmico furado 9 x 19 x 19 cm (furos horizontais), espessura da parede 9 cm, juntas de 10 mm, assentado com argamassa mista de cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:4, com 100 kg de cimento - (com mão-de-obra empreitada)	SER.CG	M2	9.802,30	39,42	386.397,27
10.001.000002.SER	Impermeabilização de alvenaria de embasamento com argamassa de cimento e areia traço 1:3, com aditivo impermeabilizante, e=2 cm	SER.CG	M2	9.802,30	17,43	170.834,50
3.0						
MOVIMENTO DE TERRA						
02.004.000058.SER	Escavação e carga em solo de 1ª categoria, utilizando trator sobre esteiras e pá-carregadeira sobre pneus	SER.CG	M3	192.960,00	2,62	505.302,42
30.004.000007.SER	Plantio de grama são carlos em placas de 40 x 40 cm	SER.CG	M2	268.000,00	7,07	1.894.581,51
4.0						
DRENAGEM DE GASES						
001.002.167	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE EM SOLO DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA UTILIZANDO TRATOR SOBRE ESTEIRAS E ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS	SER.CG	M3	1.215,00	2,84	3.451,68
001.002.185	QUEIMADOR TIPO FLAIRE	VERBA	UN	73,00	5.000,00	365.000,00
30.002.000057.SER	Tubo de concreto para dreno, concreto simples, Ø 300 mm, rejuntado com argamassa de cimento e areia sem peneirar no traço 1:3	SER.CG	M	208,00	33,73	7.015,51
5.0						
DRENAGEM SUPERFICIAL DA CELULA DE LIXO						
001.002.186	DRENO TIPO COLCHAO RENO INCLUSIVE EXECUÇÃO DA CAIXA DE PASSAGEM NO FINAL DA DESCIDA	VERBA	M	10.352,00	92,14	953.789,40
001.002.191	BUEIRO CIRCULAR DUPLO	VERBA	M	320,00	381,25	122.000,46
02.004.000016.SER	Gabião tipo caixa, para execução de obra	SER.CG	M3	120,00	191,98	23.037,65

28

ORÇAMENTO DA EXECUÇÃO

02.004.000016.SER	Gabião tipo caixa, para execução de obra	SER.CG	M3	120,00	191,98	23.037,65
30.002.000026.SER	Canaleta em tubo de concreto meia-cana para águas pluviais, ø 300 mm	SER.CG	M	3.704,00	31,22	115.651,71
30.002.000031.SER	Canaleta para águas pluviais em concreto moldada in-loco, largura 20 cm	SER.CG	M	3.579,00	61,46	219.971,05
6.1	DRENO TRANSVERSAL DE LIXIVIADO					
001.002.171	FORNECIMENTO DE GEOTEXTIL TIPO BIDIM OP 30 INCLUINDO APLICAÇÃO	VERBA	M2	2.662,50	6,80	18.105,00
001.002.177	EXECUÇÃO DE CAMADA DRENANTE COM PEDRA RACHÃO INCLUSIVE FORNECIMENTO DA MESMA	VERBA	M3	1.065,00	43,50	46.327,50
02.004.000071.SER	Escavação mecanizada de vala em solo de 1ª categoria, profundidade até 4 m	SER.CG	M3	1.065,00	4,49	4.778,41
030.001.005.013.SCG	POÇO DE VISITA DE ALVENARIA , Ø 1 M, PROFUNDIDADE 6 M	SER.CG	UN	17,00	4.622,12	78.575,99
6.2	DRENO DE PÉ DE TALUDE					
001.002.171	FORNECIMENTO DE GEOTEXTIL TIPO BIDIM OP 30 INCLUINDO APLICAÇÃO	VERBA	M2	11.037,00	6,80	75.051,60
001.002.177	EXECUÇÃO DE CAMADA DRENANTE COM PEDRA RACHÃO INCLUSIVE FORNECIMENTO DA MESMA	VERBA	M3	4.484,80	43,50	195.088,80
02.004.000071.SER	Escavação mecanizada de vala em solo de 1ª categoria, profundidade até 4 m	SER.CG	M3	4.484,80	4,49	20.122,25
6.3	DRENO SECUNDÁRIO DE TOPO					
001.002.171	FORNECIMENTO DE GEOTEXTIL TIPO BIDIM OP 30 INCLUINDO APLICAÇÃO	VERBA	M2	5.080,50	6,80	34.547,40
001.002.177	EXECUÇÃO DE CAMADA DRENANTE COM PEDRA RACHÃO INCLUSIVE FORNECIMENTO DA MESMA	VERBA	M3	1.828,98	43,50	79.560,63
02.004.000071.SER	Escavação mecanizada de vala em solo de 1ª categoria, profundidade até 4 m	SER.CG	M3	1.828,98	4,49	8.206,21
SUBTOTAL (ETAPAS CONSTRUTIVAS):						5.573.376,44
TOTAL GERAL:						5.573.376,44

29


ESTUDO DE CASO: OLINDA - PE



30




31



→ Célula com
geometrização e cobertura

❖ Ações Implementadas

→ Célula sem geometrização



32

❖ Ações Implementadas

→ Construção do dique de contorno na célula do aterro, até a cota 35.

→ Finalidade
→ Construído com argila compactada

33

❖ Ações Implementadas

→ Construção dos drenos de lixiviado.

→ Diminuir os riscos de contaminação do solo e da água.

34

Ações Implementadas

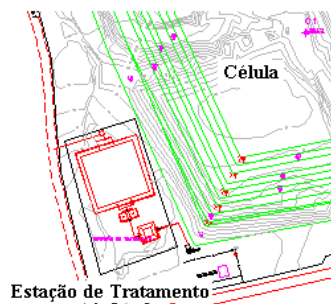


→ Construção dos drenos de Gás.



35

PROJETO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE PERCOLADO



→ Alternativa mais natural e envolve o mínimo de equipamentos.

→ Recirculação de 50% do chorume gerado.

→ Tratamento Biológico: Lagoa de Equalização, Filtro Biológico e Lagoa Facultativa.



36

PROJETO: UNIDADE DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS

Layout - Galpão de Triagem



→ Infra Estrutura

• Unidade de Triagem (90 ton/dia de lixo, área 2.200 m²).

Composta de: Área de estocagem de materiais; Galpão de Enfardamento; Sistema de baias para os recicláveis.

• Equipamentos e Instalações:

Galpão de Triagem; Esteira de seleção; Container; Prensa Enfardadeira, entre outros.

Sala de Administração; Sala para reciclagem de papel artesanal.

37



ProteGEEr

COOPERAÇÃO PARA A PROTEÇÃO DO CLIMA
NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS



GRS

Geotecnia Ambiental
Grupo de Resíduos Sólidos - UFPE

Home page: <http://www.grs-ufpe.com.br>
Email: jucah@ufpe.br

38