



PRODUTO 5 – PROJETO BASE DA ALTERNATIVA DE  
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO ANTIGO LIXÃO DO  
ROGER, JOÃO PESSOA/PB

"ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO  
AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER E A  
ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO  
DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL, na Cidade de  
João Pessoa, estado da Paraíba (PB).

**DRAFT - 03**

dezembro 2022



<b>EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO</b>			
<i>Contrato Administrativo nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV</i>			
<i>Razão Social:</i>	<i>Prefeitura de João Pessoa</i>	<i>Representante Legal:</i>	<i>Márcio Diego Fernandes Tavares</i>
<i>CNPJ:</i>	<i>08.778.326/0001-56</i>	<i>Fiscal do Contrato</i>	<i>Luiz Daniel Barboza Monte - Mat. 886-9</i>
<i>Endereço:</i>	<i>Rua Diógenes Chianca, nº 1.777, Água Fria, João Pessoa/PA</i>		

<b>CONSÓRCIO</b>			
<b>TERRA MEIO AMBIENTE – PROMON ENGENHARIA E AMBIENTE LTDA</b>			
<i>Razão social:</i>	<i>TERRA Ltda.</i>	<i>Diretor Executivo:</i>	<i>Tony Carlos Dias da Costa</i>
<i>CNPJ:</i>	<i>04.015.340/0001-47</i>	<i>Diretor Operacional</i>	<i>Daniel Meninea Santos</i>
<i>CTDAM:</i>	<i>1114</i>		
<i>Belém / PA - terra@terrameioambiente.com.br</i> <a href="http://www.terrameioambiente.com.br">www.terrameioambiente.com.br</a> <i>Av. Governador José Malcher, 2306, 3º Andar – São Brás – CEP: 66.060 – 232. Belém- Pará- Brasil</i> <i>Tel. (91) 3212 0294</i>			
<b>Razão social: PROMON ENGENHARIA E AMBIENTE LTD. Diretor Executivo: Mário A Tavares Russo</b> <b>CNPJ: 41.982.767/0001-40</b>			
<a href="mailto:mariorusso@mrt-engenharia.com">mariorusso@mrt-engenharia.com</a> <a href="mailto:mariorusso@promon.pt">mariorusso@promon.pt</a>			
<i>Rua Amadeo de Sousa Cardoso, nº 100: Gondomar 4510 492 Fânzeres Portugal</i> <i>Avenida Governador José Malcher nº 153 sala 12. Belém/PA, Brasil</i> <i>+351 224808944 +351 967641935 e +55 (91) 991641935</i>			

<b>CONTROLE INTERNO DE REVISÕES</b>		
<b>PRODUTO 4: Análise Técnica comparativa das alternativas de recuperação ambiental aplicáveis</b>		
<i>Controle de Revisões</i>	<i>nº</i>	<i>Data Envio</i>
<i>Emissão Inicial</i>	<i>Draft 01</i>	<i>05 de outubro 2022</i>
<i>Versão corrigida</i>	<i>Draft 2</i>	<i>18/11/2022</i>
<i>Versão corrigida</i>	<i>Draft 3</i>	<i>14/12/2022</i>

<i>ESTA EQUIPE PARTICIPOU DA ELABORAÇÃO DESTE DOCUMENTO E RESPONSABILIZA-SE TECNICAMENTE POR SUAS RESPECTIVAS ÁREAS</i>		
<i>PROFISSIONAL</i>	<i>FORMAÇÃO</i>	<i>RESPONSABILIDADE</i>
<i>Mário Augusto Tavares Russo</i>	<i>Eng. Civil, Mestre Hidráulica, Doutorado Eng. Civil</i>	<i>Coordenador Geral</i>
<i>Tony Carlos Costa</i>	<i>Licenciado em Geologia, Mestre em Eng Civil e Doutorado em Geociências</i>	<i>Coordenador Adjunto</i>
<i>José Fernando Thomé Jucá</i>	<i>Eng. Civil, Mestre e Doutor em Eng Civil</i>	<i>Especialista Aterro Sanitário</i>
<i>Maria Odete Holanda Mariano</i>	<i>Eng. Civil, Mestre e Doutora em Eng, Civil</i>	<i>Eng. Pleno Sênior</i>
<i>Taciana da Câmara Lima Cavalcanti</i>	<i>Eng<sup>a</sup> Civil</i>	<i>Eng<sup>o</sup> Pleno Coordenador Projeto BIM</i>
<i>José Mauro Sodré Lima</i>	<i>Engenheiro Eletricista</i>	<i>Eng<sup>o</sup> Pleno responsável Projeto BIM</i>
<i>Maria Marques Cavalcanti</i>	<i>Arquiteta e Urbanista</i>	<i>Projeto do Parque</i>
<i>Ana Priscila</i>	<i>Arquiteta e Urbanista</i>	<i>Apoio projeto de urbanismo</i>
<i>Camila de Melo Tavares</i>	<i>Eng. Civil, Mestre em engenharia Civil. Doutoranda em Engenharia Civil.</i>	<i>Equipe Técnica de apoio</i>
<i>Ilton dos Reis Moraes Júnior</i>	<i>Desenhista</i>	<i>Equipe de apoio Desenhista Projetista</i>
<i>Lara Zahalan</i>	<i>Auxiliar de escritório</i>	<i>Equipe de apoio Auxiliar de escritório</i>
<i>PRODUÇÃO GRÁFICA</i>	<i>TERRA MEIO AMBIENTE</i>	

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>ABNT</i>	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
<i>ANVISA</i>	<i>Agência Nacional de Vigilância Sanitária</i>
<i>ASCARE</i>	<i>Associação de Catadores de Resíduos de João Pessoa</i>
<i>AS</i>	<i>Aterro Sanitário</i>
<i>CAGEPA</i>	<i>Companhia de Água e Esgotos da Paraíba</i>
<i>CETESB</i>	<i>Companhia Ambiental do Estado de São Paulo</i>
<i>CONAMA</i>	<i>Conselho Nacional de Meio Ambiente</i>
<i>COPAM</i>	<i>Conselho de Proteção Ambiental</i>
<i>DBO</i>	<i>Demanda Bioquímica de Oxigênio</i>
<i>DQO</i>	<i>Demanda Química de Oxigênio</i>
<i>EMLUR</i>	<i>Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana</i>
<i>EPI</i>	<i>Equipamento de Proteção Individual</i>
<i>GPS</i>	<i>Global Positioning System</i>
<i>IBAMA</i>	<i>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais</i>
<i>IEX</i>	<i>Índice de Exclusão/Inclusão Social</i>
<i>IPHAN</i>	<i>Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional</i>
<i>ITEP</i>	<i>Instituto de Tecnologia de Pernambuco</i>
<i>OMS</i>	<i>Organização Mundial da Saúde</i>
<i>PMJP</i>	<i>Prefeitura Municipal de João Pessoa</i>
<i>POP</i>	<i>Poluentes Orgânicos Persistentes</i>
<i>RDC</i>	<i>Resolução de Diretoria Colegiada</i>
<i>SCIENTEC</i>	<i>Associação para Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia</i>
<i>SNIS</i>	<i>Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento</i>
<i>SPT</i>	<i>Standard Penetration Test</i>
<i>USEPA</i>	<i>United States Environment Protection Agency</i>
<i>UFPB</i>	<i>Universidade Federal da Paraíba</i>
<i>VMP</i>	<i>Valor Máximo Permitido</i>

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b><u>PREÂMBULO</u></b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b><u>ÁREA DE ESTUDO</u></b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b><u>INTRODUÇÃO</u></b> .....	<b>14</b>
<b>4</b>	<b><u>MODELAGEM GEOMÉTRICA DO MACIÇO</u></b> .....	<b>16</b>
4.1	CONFINAMENTO PERIMÉTRICO DO MACIÇO DE RESÍDUOS .....	17
4.2	MODELAGEM DAS PLATAFORMAS .....	19
4.3	VIAS DE CIRCULAÇÃO INTERNAS .....	20
<b>5</b>	<b><u>SISTEMA DE DRENAGEM DE BIOGÁS</u></b> .....	<b>22</b>
5.1	DRENAGEM NATURAL DO BIOGÁS .....	22
5.1.1	DRENAGEM PASSIVA EM VALA DRENANTE .....	22
5.1.2	VALA DRENANTE COM COLCHÃO DRENANTE .....	25
<b>6</b>	<b><u>IMPERMEABILIZAÇÃO DA COBERTURA COM GEOMEMBRANA PEAD</u></b> .....	<b>27</b>
6.1	DIMENSIONAMENTO DA GEOMEMBRANA .....	27
6.1.1	PROCEDIMENTOS RELATIVOS À APLICAÇÃO DOS GEOSSINTÉTICOS .....	28
6.1.2	ÁREA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA COBERTURA DO LIXÃO .....	33
<b>7</b>	<b><u>DRENAGEM DE LIXIVIADOS</u></b> .....	<b>35</b>
7.1	PRECIPITAÇÃO E BALANÇO HÍDRICO .....	35
7.2	DIMENSIONAMENTO DA REDE PERIMETRAL DE LIXIVIADOS (DRENO ANELAR) .....	38
7.3	DIMENSIONAMENTO .....	43
7.4	TRATAMENTO DO LIXIVIADO NA ETE DA CAGEPA .....	45
<b>8</b>	<b><u>ESTABILIDADE DO MACIÇO</u></b> .....	<b>54</b>
8.1.1	FATOR DE SEGURANÇA MÍNIMO ADOTADO – NBR 11682/2009 .....	55
8.1.2	DESCRIÇÃO DO SOFTWARE UTILIZADO .....	57
8.1.3	4.8.3 GEOMETRIA DO ATERRO .....	57
8.1.4	NÍVEL PIEZOMÉTRICO .....	57
8.1.5	PARÂMETROS GEOTÉCNICOS ADOTADOS .....	57
8.1.6	CENÁRIOS ANALISADOS .....	58
<b>9</b>	<b><u>ESCOAMENTO SUPERFICIAL</u></b> .....	<b>60</b>
9.1	ESQUEMA GERAL PRECONIZADO .....	61
9.2	CÁLCULO HIDRÁULICO DOS COLETORES .....	62
9.3	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO .....	66
9.4	CÁLCULO HIDRÁULICO .....	66
<b>10</b>	<b><u>MATERIAIS E ACESSÓRIOS DA REDE DE DRENAGEM</u></b> .....	<b>70</b>
10.1	COLETORES .....	70
10.2	POÇO DE VISITA DA REDE PERIMETRAL DE LIXIVIADOS .....	70

<b>10.3 CAIXA DE VISITA E LIGAÇÃO DA VALETA.....</b>	<b>72</b>
<b><u>11 MONITORAMENTO AMBIENTAL .....</u></b>	<b><u>74</u></b>
<b>11.1 MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E MANGUE .....</b>	<b>75</b>
<b>11.2 MONITORAMENTO DO LIXIVIADO .....</b>	<b>76</b>
<b>11.3 MONITORAMENTO GEOTÉCNICO .....</b>	<b>76</b>
<b>11.4 MONITORAMENTO DOS GASES .....</b>	<b>78</b>
<b><u>12 REDE VIÁRIA DO PARQUE.....</u></b>	<b><u>81</u></b>
<b>12.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>81</b>
<b>12.2 CONCEITOS UTILIZADOS .....</b>	<b>81</b>
<b>12.3 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS QUE CONSTITUEM AS CAMADAS .....</b>	<b>82</b>
<b>12.3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS EMPREGADOS NO PAVIMENTO.....</b>	<b>84</b>
<b>12.3.2 JAZIDA DE MATERIAIS EM JOÃO PESSOA .....</b>	<b>85</b>
<b>12.3.3 BOLETINS DE ENSAIO DO MATERIAL DE JAZIDA.....</b>	<b>86</b>
<b><u>13 UTILIZAÇÃO DE CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE NO PROJETO.....</u></b>	<b><u>87</u></b>
<b><u>14 METODOLOGIA DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS E EAP DO PROJETO BÁSICO.....</u></b>	<b><u>92</u></b>
<b>14.1 ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO E CRONOGRAMA GANTT .....</b>	<b>93</b>
<b><u>15 MAPA DE QUANTIDADES E PREÇOS .....</u></b>	<b><u>97</u></b>
<b><u>16 CANTEIRO DE OBRAS E VEDAÇÃO DE OBRA.....</u></b>	<b><u>105</u></b>
<b><u>17 CONCLUSÕES .....</u></b>	<b><u>107</u></b>
<b><u>18 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</u></b>	<b><u>109</u></b>
<b><u>19 ANEXOS – DESENHOS .....</u></b>	<b><u>110</u></b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	13
FIGURA 4.1 – PLANTA COM AS PLATAFORMAS DE IMPLANTAÇÃO DO EDIFICADO E DRENAGEM PERIMETRAL .....	16
FIGURA 4.2 – PERFIL DE CORREÇÃO DE TALUDES PERIMÉTRICOS COM INCLINAÇÃO SUPERIOR A 1:2 (S/ESCALA).....	18
FIGURA 4.3 – PLANTA SETORIZADA DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL REAL FILIPÉIA DE JOÃO PESSOA ..	20
FIGURA 4.4 – PLANTA COM OS ARRUAMENTOS INTERNOS A PARTIR DA PORTARIA DE ENTRADA DO PARQUE.....	21
FIGURA 5.1 – MALHA DE VALAS DE DRENAGEM DE GASES E DRENO PERIMETRAL DE LIXIVIADOS, SEM COLCHÃO DRENANTE.....	23
FIGURA 5.2 – ESTRATIGRAFIA DE UMA VALA DRENANTE DE GASES NO LIXÃO.....	24
FIGURA 5.3 – DETALHE DA INSTALAÇÃO DO POSTE RESPIRO SOBRE A BRITA DA VALA DRENANTE .....	25
FIGURA 5.4 – PLANTA DA REDE DE DRENAGEM EM VALA E COLCHÕES DRENANTES SOB AS ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO DE EDIFICAÇÕES E EQUIPAMENTOS DO PARQUE.....	26
FIGURA 5.5 – DETALHE ESQUEMÁTICO DO COLCHÃO DRENANTE E LIGAÇÃO A VALA ADJACENTE .....	26
FIGURA 6.1 – EXEMPLOS DO TRANSPORTE DE ROLOS DE GEOMEMBRANAS, ADEQUADO E INADEQUADO .....	29
FIGURA 6.2 – EXEMPLOS DE ARMAZENAMENTO DOS ROLOS (ADEQUADO E INADEQUADO) .....	30
FIGURA 6.3 – ASPETOS DE DOBRAS POR ESCORREGAMENTO DOS PAINÉIS POR DEFICIENTE ANCORAGEM .....	30
FIGURA 6.4 – INCLINAÇÕES RECOMENDADAS PARA A INSTALAÇÃO DE PAINÉIS EM PARAMENTOS INCLINADOS (TALUDES) .....	31
FIGURA 6.5 – SOLDADURA DE REPARAÇÃO POR EXTRUSÃO (AUTOR) .....	32
FIGURA 6.6 – SOLDADURA POR TERMOFUSÃO (AUTOR).....	32
FIGURA 6.7 – SOLDADURA POR TERMOFUSÃO: (A) SIMPLES; (B) DUPLA (FONTE: STE) .....	33
FIGURA 6.8 – ENSAIO DE PRESSÃO DE AR (AUTORES).....	33
FIGURA 6.9 – PLANTA DE IMPLANTAÇÃO DA COBERTURA DE TOPO COM GEOMEMBRANA DE 1MM .....	34
FIGURA 7.1 - LOCALIZAÇÃO NA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS UTILIZADOS NA CARACTERIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO.....	36
FIGURA 7.2 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL E ANUAL NO POSTO JOÃO PESSOA INMET .....	37
FIGURA 7.3 – BALANÇO HÍDRICO SIMPLIFICADO – PERÍODO 2002 ATÉ 2019 - POSTO JOÃO PESSOA INMET .....	37
FIGURA 7.4 – OSCILAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO AO LONGO DOS ANOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA DO POSTO JOÃO PESSOA INMET .....	38
FIGURA 7.5 – ESQUEMA EM CORTE DO MOVIMENTO VERTICAL DA ÁGUA NUM ATERRO .....	39
FIGURA 7.6 – ESQUEMA DA CONTENÇÃO PERIFÉRICA E DRENO PERIMETRAL AO MACIÇO .....	45
FIGURA 7.7 - GRÁFICOS DE BOX-PLOT DE INCREMENTO DE CARGA DE DBO, DQO E N COM DISTINTAS CONTRIBUIÇÕES DE LIXIVIADO.....	49

FIGURA 9.1 – CORTE ESQUEMÁTICO DA VALA DE BANQUETA JUNTO AO MURO DE GABIÃO .....	60
FIGURA 9.2 – ESQUEMA DO MURO DE GABIÃO, DA VALETA DE BANQUETA E DA CAIXA DE REUNIÃO E DESCARGA NO MANGUE .....	61
FIGURA 9.3 – PLANTA COM AS ÁREAS DE INFLUÊNCIA PARA CÁLCULO DA VAZÃO DE RUNOFF PELO TALUDE DO MACIÇO .....	67
FIGURA 10.1 – TUBO 125 MM RANHURADO DE PEAD EM VALA PARA DRENAGEM BIOGÁS .....	70
FIGURA 10.2 – CORTE DE UM POÇO DE VISITA DA REDE DE DRENAGEM DE LIXIVIADOS NO PERÍMETRO DO MACIÇO JUNTO AO MURO DE GABIÃO .....	71
FIGURA 10.3 – ILUSTRAÇÃO DE TAMPA DE POÇO DE VISITA EM FERRO FUNDIDO COM FECHO DE SEGURANÇA (SABESP) .....	71
FIGURA 10.4 – CAIXA DE PASSAGEM EM VALETA .....	73
FIGURA 11.1 – ESQUEMA DE MONITORAMENTO DOS GASES EM ATERROS DE RSU .....	79
FIGURA 11.2 – EQUIPAMENTOS PORTÁTEIS DE ANÁLISE DO BIOGÁS .....	79
FIGURA 12.1 – PERFIL TÍPICO DO ARRUAMENTO .....	82
FIGURA 12.2 – SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA DE PAVIMENTO DE PEDRA PARALELEPIPÉDICA (CUBO DE GRANITO OU GNEISSE) .....	83
FIGURA 12.3 – PERFIL TÍPICO DOS ARRUAMENTOS DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL (AUTORES) .....	84
FIGURA 12.4 - LOCALIZAÇÃO RELATIVA AO ROGER, DA EMPRESA COM A JAZIDA DE MATERIAIS CERTIFICADOS PARA RUAS E ESTACIONAMENTOS DO PARQUE (GOOGLE EARTH, 2022) .....	85
FIGURA 13.1 – IMAGEM DE QUADRAS DE ESPORTES .....	89
FIGURA 13.2 – IMAGEM INTERIOR DE QUADRA DE ESPORTES .....	89
FIGURA 13.3 – IMAGEM DO SKATEPARK E QUADRA DE ESPORTES .....	90
FIGURA 13.4 – EQUIPAMENTO DE APOIO AO PARQUE (CAFÉ) .....	90
FIGURA 13.5 – QUADRAS DE ESPORTE ABERTAS .....	90
FIGURA 13.6 – IMAGEM DA TELA DO PROGRAMA BIM REVIT DA AUTODESK REFERENTE AO PROJETO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER, JP/PB .....	91
FIGURA 14.1 – EAP DE EXECUÇÃO PARA O PROJETO BÁSICO (AUTORES) .....	94
FIGURA 14.2 – CRONOGRAMA GANTT DE EXECUÇÃO (AUTORES) .....	95
FIGURA 14.3 – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO ANTIGO LIXÃO DO ROGER (PROJETO BÁSICO) .....	96
FIGURA 16.1 – PLANTA DE IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS E A VEDAÇÃO DO LOCAL .....	106

## LISTA DE TABELAS

TABELA 6.1 – MÉTODOS DE UNIÃO ENTRE PAINÉIS DE GEOMEMBRANAS (ADP. PELOS AUTORES A PARTIR DE KOERNER, 1998).....	31
TABELA 7.1 – DADOS HISTÓRICOS DE OBSERVAÇÕES CLIMATOLÓGICAS – PERÍODO 2022 ATÉ 2019 – ESTAÇÃO: JOÃO PESSOA (INEMET) .....	36
TABELA 7.2 – DIMENSÕES DOS DRENOS PRINCIPAIS DE FUNDAÇÃO E DRENOS ANELARES .....	44
TABELA 7.3 – RESUMO DAS DIMENSÕES DOS DRENOS PERIMETRAIS (ANELARES) POR ÁREA DE INFLUÊNCIA.....	44
TABELA 7.4 – DIMENSIONAMENTO DOS POÇOS DE ACUMULAÇÃO DE CADA ÁREA DE INFLUÊNCIA.....	45
TABELA 7.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO LIXIVIADO DO ROGER. ....	46
TABELA 7.6: VARIÁVEIS EMPREGADAS PARA ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE CO-TRATAMENTO DE LIXIVIADO EM ETE DE ESGOTO SANITÁRIO.....	46
TABELA 7.7: RESULTADOS DO INCREMENTO DE CARGA DE DBO, DQO E N EM FUNÇÃO DO PORTE DA ETE (SITUAÇÃO 1).....	51
TABELA 7.8: RESULTADOS DO INCREMENTO DE CARGA DE DBO, DQO E N EM FUNÇÃO DO PORTE DA ETE (SITUAÇÃO 2).....	51
TABELA 7.9: RESULTADOS DO INCREMENTO DE CARGA DE DBO, DQO E N EM FUNÇÃO DO PORTE DA ETE (SITUAÇÃO 3).....	52
TABELA 7.10: RESULTADOS DO INCREMENTO DE CARGA DE DBO, DQO E N EM FUNÇÃO DO PORTE DA ETE (SITUAÇÃO 4).....	53
TABELA 8.1 – NÍVEL DE SEGURANÇA DESEJADO CONTRA PERDAS DE VIDAS HUMANAS – (TABELA 1 - NBR 11682/2009) .....	55
TABELA 8.2 – NÍVEL DE SEGURANÇA DESEJADO CONTRA DANOS MATERIAIS E AMBIENTAIS (TABELA 2 - NBR 11682/2009) .....	56
TABELA 8.3 – FATORES DE SEGURANÇA MÍNIMOS PARA DESLIZAMENTOS (TABELA 3 - NBR 11682/2009) .....	56
TABELA 8.4 – PARÂMETROS UTILIZADOS NAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE DE TALUDES .....	58
TABELA 9.1 – MÉDIAS MENSAIS DA PLUVIOSIDADE EM JOÃO PESSOA (INMET).....	63
TABELA 9.2 – PRECIPITAÇÕES ANUAIS ACUMULADAS EM JOÃO PESSOA (INMET) .....	64
TABELA 9.3 – INTENSIDADE DA PRECIPITAÇÃO EM FUNÇÃO DA DURAÇÃO E TEMPO DE RETORNO DE JOÃO PESSOA .....	65
TABELA 9.4 – SIMULAÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DE CANAL TRAPEZOIDAL COM INCLINAÇÃO DE 0.75% EM VALETA DE BANQUETA .....	68
TABELA 9.5 – DIMENSÕES E FÓRMULAS PARA CÁLCULO DOS PARÂMETROS UTILIZADOS NA EQUAÇÃO DE MANNING .....	68
TABELA 9.6 – CAPACIDADE DE ESCOAMENTO A SEÇÃO CHEIA E A MEIA SEÇÃO .....	69
TABELA 11.1 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA NO RIO SANHAUÁ .....	76
TABELA 11.2 – PARÂMETROS E FREQUÊNCIA DO MONITORAMENTO GEOTÉCNICO. ....	80

TABELA 15.1 – RESUMO DO ORÇAMENTO.....	97
TABELA 15.2 – DEMONSTRATIVO DO CÁLCULO DO BDI .....	98
TABELA 15.3 – MAPA DE QUANTIDADES E PREÇOS DO ORÇAMENTO SINTÉTICO .....	99

## **1 PREÂMBULO**

O presente trabalho diz respeito ao projeto base da alternativa de reabilitação do antigo lixão do Roger, referente ao Contrato Administrativo nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV, firmado entre a Prefeitura Municipal de João Pessoa/PB e o Consórcio Terra-Promon para o desenvolvimento dos "ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER E A ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL, na Cidade de João Pessoa, estado da Paraíba (PB), que constitui o Produto 5.

Devido à necessidade de se proceder a pesquisa direta da existência de biogás, em concentrações dos seus constituintes, tal como as vazões ainda emergentes na área, que não foram contemplados na licitação, o presente documento tem apenas resultados preliminares da pesquisa de campo, fase 1, que ainda não é suficiente para delimitar com segurança a solução de desgaseificação em termos de área, pelo que é uma versão preliminar que contempla a solução passiva, que é justificável, com drenagem em valas dispostas em malha sob a área artificializada e por colchões drenantes (em contínuo) sob as áreas objeto de construções do parque, como medida cautelar. Por outro lado, devido a necessidade de garantir que as construções do parque não sejam minimamente afetadas por emissões fugidias, mesmo que insignificantes, por precaução se preconiza uma cobertura de cerca de 100 mil metros quadrados de geomembrana de 1mm, sobre as áreas de implantação do parque, como medida cautelar de solução de engenharia. Após o término da pesquisa, será apresentado o Produto 6 - projeto executivo, incorporando as conclusões do relatório do biogás, com os ajustes resultantes dos resultados e recomendações dos trabalhos de campo e laboratório atualmente em curso. Esses resultados deverão levar à otimização das áreas de drenagem passiva, incluindo a necessidade, ou não da geomembrana sobre a área que se propõe nesta versão.

Este documento foi organizado em 14 capítulos e anexos de desenhos, do seguinte modo: 1 – preâmbulo; 2 – Área de Estudo; 3- Introdução; 4 – Modelagem Geométrica do maciço; 5 – Sistema de drenagem de biogás; 7 –Drenagem de lixiviados 8 – Estabilidade do maciço; 9 – Escoamento superficial; 10 - Materiais e acessórios da rede de drenagem; 11 – Monitoramento ambiental; 12 – Rede Viária do parque; 13- Utilização de conceitos de sustentabilidade no projeto; 14 - Método de execução dos trabalhos e

EAP do Projeto básico; 15 – Mapa de quantidades e preços; 16 – Conclusões; 17 – Referências Bibliográficas e 18 – Anexos – pranchas de desenho.

As peças desenhadas de apoio às soluções encontram-se nos anexos deste documento, em escala conveniente, no formato PDF gerado pelo programa Autocad. O trabalho foi realizado por uma vasta equipe pluridisciplinar, identificada na Tabela da Equipe Chave e de Apoio, cuja coordenação do produto foi do Prof. Mário Russo.

João Pessoa, 14 de dezembro de 2022

O Coordenador Geral

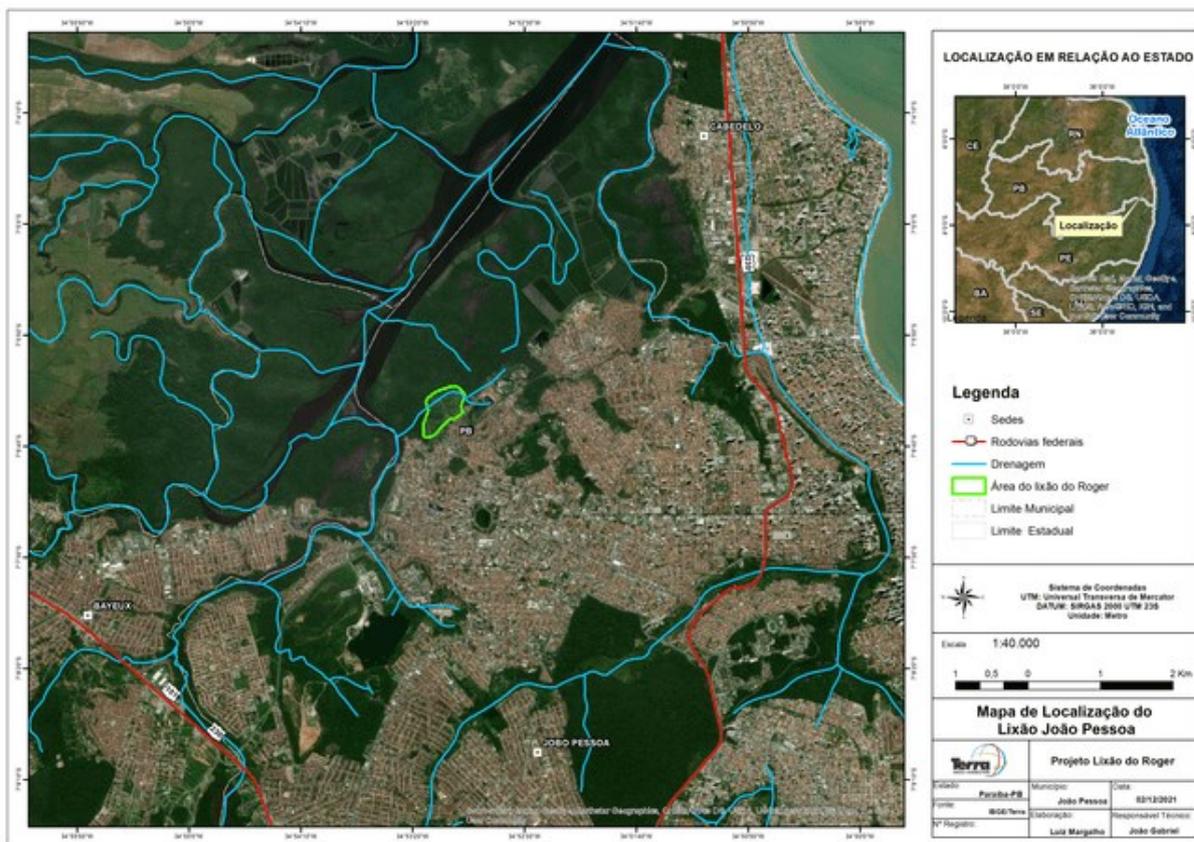
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mário Russo', is centered below the text 'O Coordenador Geral'.

Prof. Doutor Mário Russo

## 2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é o antigo lixão do Roger localizado no município de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba (Figura 2.1) que serviu para o descarte de resíduos urbanos até 2003 e possui uma área de ocupação de cerca de 30,9 hectares devidamente identificada nos produtos 1 e 2 do contato e que se dispensa de voltar a descrever o local com mais detalhe.

Figura 2.1 – Localização da área de estudo



Fonte: Autores, (2022).

### **3 INTRODUÇÃO**

A recuperação do antigo lixão do Roger recomendada pelos estudos apresentados no Produto 4 é no próprio local, com retaludamento do maciço de resíduos em áreas específicas onde a inclinação deve ser suavizada, no mínimo para 1:2, e estabelecimento de plataformas para implantação dos edifícios e equipamentos dos diversos setores que constituem o parque socioambiental, e a instalação de sistemas de drenagem de líquidos e gases.

A recuperação da área sem remoção de resíduos processa-se com a reconfiguração do maciço, mantendo no máximo a situação renaturalizada em que se encontra. No entanto, para que se possa implantar os edifícios e equipamentos previstos para o Parque, será necessária artificialização de patamares com adição de terras provenientes de áreas de empréstimo, para conformação geométrica das referidas plataformas.

Neste sentido, a localização dos equipamentos e edifícios que irão compor o parque socioambiental já foi estabelecida de modo geral e a sua implantação foi apresentada, inclusive com a presença do Prefeito Municipal e Secretários Municipais, tendo recebido contributos diversos, bem como a auscultação da população através de inquéritos, a qual já está contribuindo para a determinação/delimitação dos espaços físicos, tais como quadras poliesportivas para treinamento e ações culturais, além da implantação dos edifícios e campos esportivos, estacionamentos e os arruamentos internos.

Assim, para a recuperação da área sem remoção de resíduos, são necessárias algumas ações que garantam a segurança da área, entre elas:

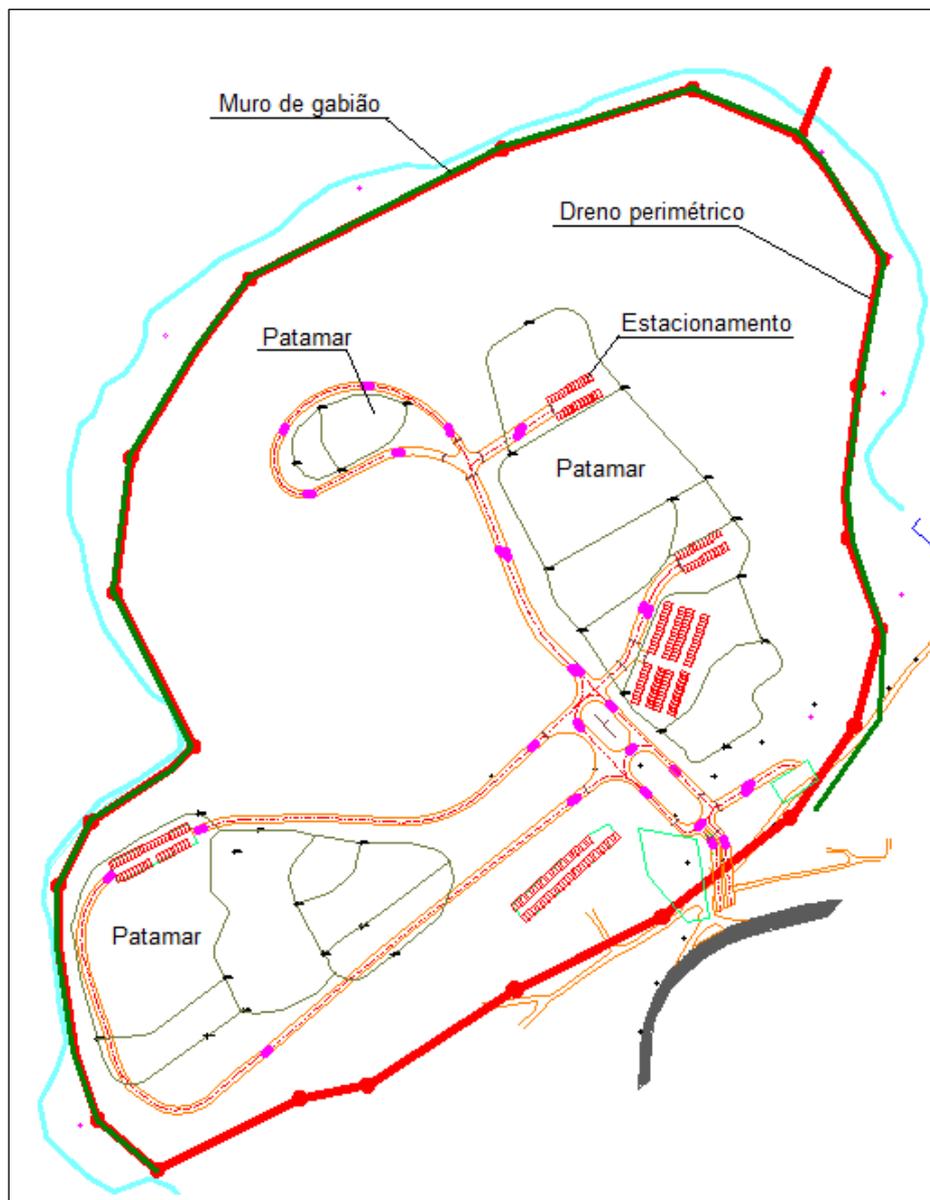
- a) Geometrização adequada das áreas, em conformidade com o projeto do parque socioambiental e as unidades a serem implementadas;
- b) Coleta de resíduos ainda dispersos na área;
- c) Configuração do sistema de drenagem de águas pluviais em conformidade com o projeto do parque socioambiental e as unidades a serem implementadas;
- d) Definição de um sistema de drenagem e tratamento de lixiviados;
- e) Definição de um sistema de drenagem e tratamento de gases;
- f) Definição de um programa de monitoramento ambiental da área, que contemple os aspectos geotécnicos, qualidade de água superficial e subterrânea, preservação do mangue do entorno e avaliação de emissões de gases.

O detalhamento destes itens constitui o denominado PRODUTO 5 - Projeto Básico da Alternativa Seleccionada de entre diversas apresentadas no Produto 4.

## 4 MODELAGEM GEOMÉTRICA DO MACIÇO

O maciço de resíduos apresenta uma área ocupada com os resíduos de cerca de 30 hectares, sendo que o parque será implantado numa área de cerca de 20 hectares no topo do maciço entre cotas 9,50 e 14,00m, em patamares (Figura 4.1) para que os equipamentos previstos no Produto 7 sejam instalados, cuja proposta preliminar foi apresentada e constituiu consenso generalizado quanto ao programa conceitual e ao seu conteúdo.

Figura 4.1 – Planta com as plataformas de implantação do edificado e drenagem perimetral



Para o estabelecimento dos equipamentos e edificações do Parque nas zonas de implantação, serão criadas plataformas nas cotas previstas no projeto de terraplenagem, com a premissa de aproveitamento da topografia da área, de forma que

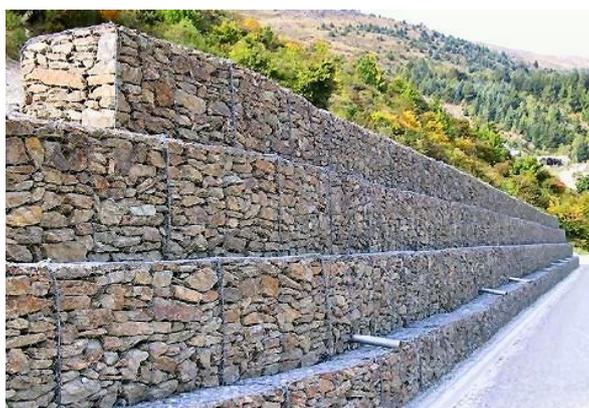
não deverá haver escavações no estabelecimento das cotas de projeto, uma vez que só haverá aterros sobre o existente para não fragilizar a espessura de cobertura de resíduos existente, em favor da segurança contra a emissão de gases pela cobertura do maciço.

#### **4.1 CONFINAMENTO PERIMÉTRICO DO MACIÇO DE RESÍDUOS**

A estratégia adotada para a recuperação do maciço do antigo lixão do Roger é de preservar ao máximo a atual cobertura, cuja consolidação com o tempo tem-se revelado estável, reforçando com terras de empréstimo para implantar as plataformas onde se prevê a construção dos campos de esportes e edifícios.

Na periferia do atual maciço constata-se que há zonas em que a cobertura de resíduos nos taludes apresenta declividades superiores a 1:2. Nessas zonas será feito um reforço de cobertura, com terras de empréstimo ou de escavações, com solos ricos em argila. Antes da deposição dos solos haverá uma limpeza do talude, com supressão do coberto vegetal que existe de modo que os solos fiquem em contacto com as terras de cobertura. A deposição de terras será feita em camadas sucessivas de 50 cm, devidamente compactadas, de maneira que o talude apresente uma inclinação final máxima de 1:2.

Em toda a periferia do maciço, na sua base, será construído um muro de gabião com altura de 2,00m, para proteção do maciço da influência de marés.



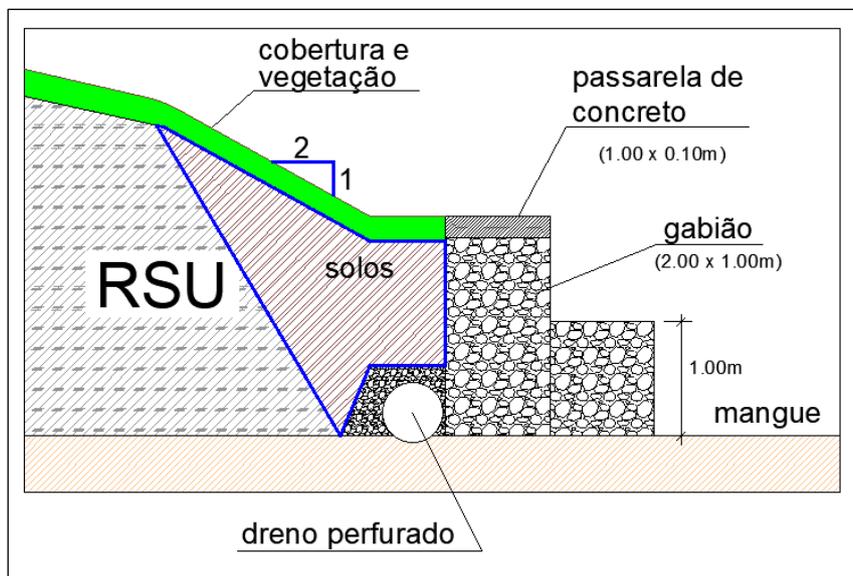
Constituição do muro de gabião:

- Muro de gabiões composto por caixa de 2x1x1 m de rede de torção tripla, hexagonal, de 80x100 mm, de arame de aço galvanizado de 2,70 mm de diâmetro, preenchida de pedra granítica de empréstimo de granulometria compreendida entre 100 e 200 mm, colocada com retroescavadeira sobre

pneus. Inclui elementos de escoramento necessários para o seu alinhamento e aprumo, cabo de aço para fixação da caixa e tubos de PVC para drenagem.

- Extensão total no perímetro do sopé do maciço: 1.554 m

Figura 4.2 – Perfil de correção de taludes perimétricos com inclinação superior a 1:2 (s/escala)



Sobre o muro de gabião será construída uma passarela de concreto de 10 cm de espessura, na largura do topo do muro de gabião em toda a extensão do muro.

Modo de construção:

- Será utilizada uma cofragem (forma) de madeira nos alinhamentos verticais do muro até 10 cm acima do topo do muro para conformar o concreto a ser disposto por bomba com a espessura desejada de 10 cm e transversalmente (1,00m) será aplicada uma tábua de 10cm de espessura para separar trechos do comprimento de 15 metros, de modo a constituir uma junta de dilatação.
- Sobre a superfície de pedra do muro serão estendidos 4 fiadas corridas de aço de 6mm espessadas de 25 cm.
- A concretagem será feita em trechos com comprimento de 15 metros, alternadamente, com regularização da superfície final com régua e talocha para alizamento da superfície. No dia seguinte retira-se a madeira transversal da cofragem e substitui-se por uma junta de dilatação de 1.00x0.10 com espessura de 10 mm de isopor (EPS), procedendo-se de seguida à concretagem com acabamento superficial.
- Dois dias depois da concretagem remove-se pelo menos 2 cm de profundidade do isopor para se preencher esse espaço com um mastique à base de

poliuretano, constituindo a junta de dilatação impermeável. Não há problema em se manter o isopor na junta, abaixo do mastique.

Volume de concreto: 155.4 m<sup>3</sup>

Aço: 6372 m de aço de construção (verguinha) d= 6 mm (1.414,5 kg)

Mastique: 20.72 litros.

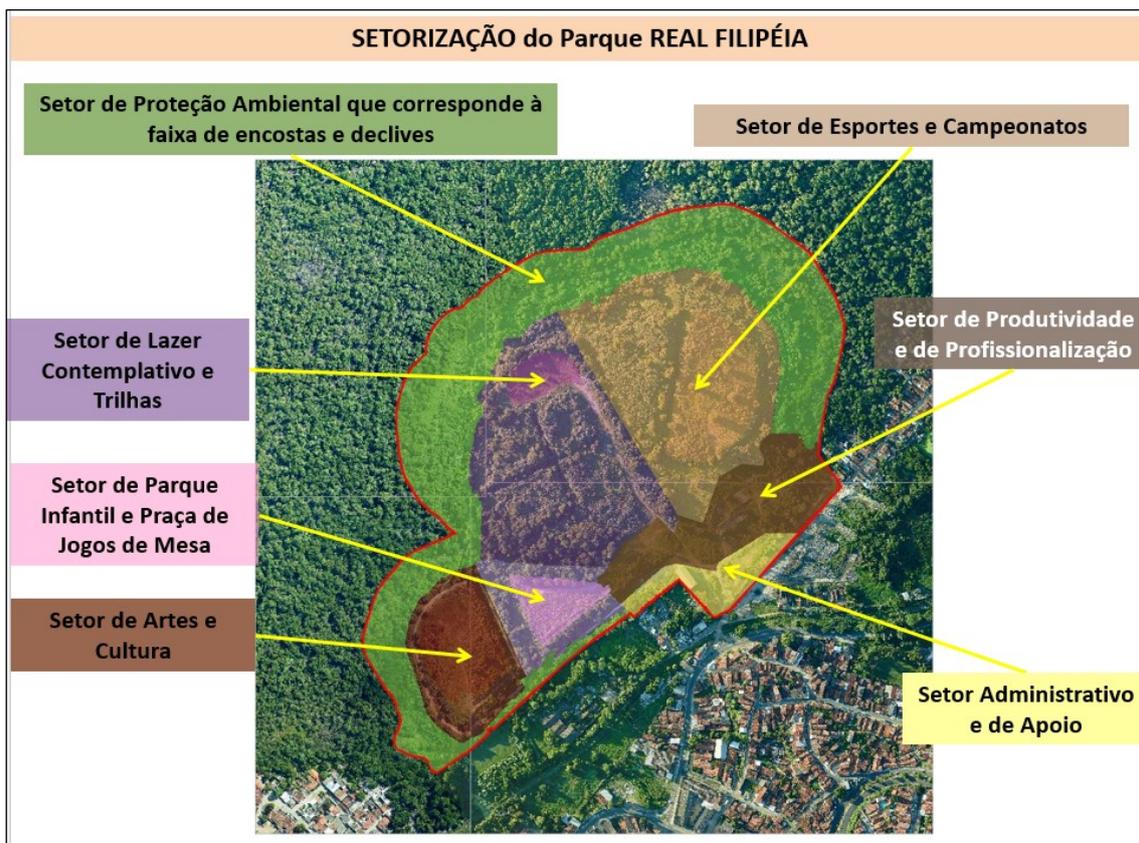
Esta passarela tem função de permitir que frequentadores do Parque possam percorrer como trilha contemplativa esse trecho da área junto ao mangue

## **4.2 MODELAGEM DAS PLATAFORMAS**

Serão estabelecidas plataformas para a implantação dos setores do Parque Socioambiental:

1. Setor de Administrativo e de Apoio;
2. Setor de Produtividade e Profissionalização;
3. Setor de parque Infantil e Praça de Jogos de mesa;
4. Setor de Lazer Contemplativos e Trilhas;
5. Setor de Artes e Cultura;
6. Setor de Esportes e Campeonatos.

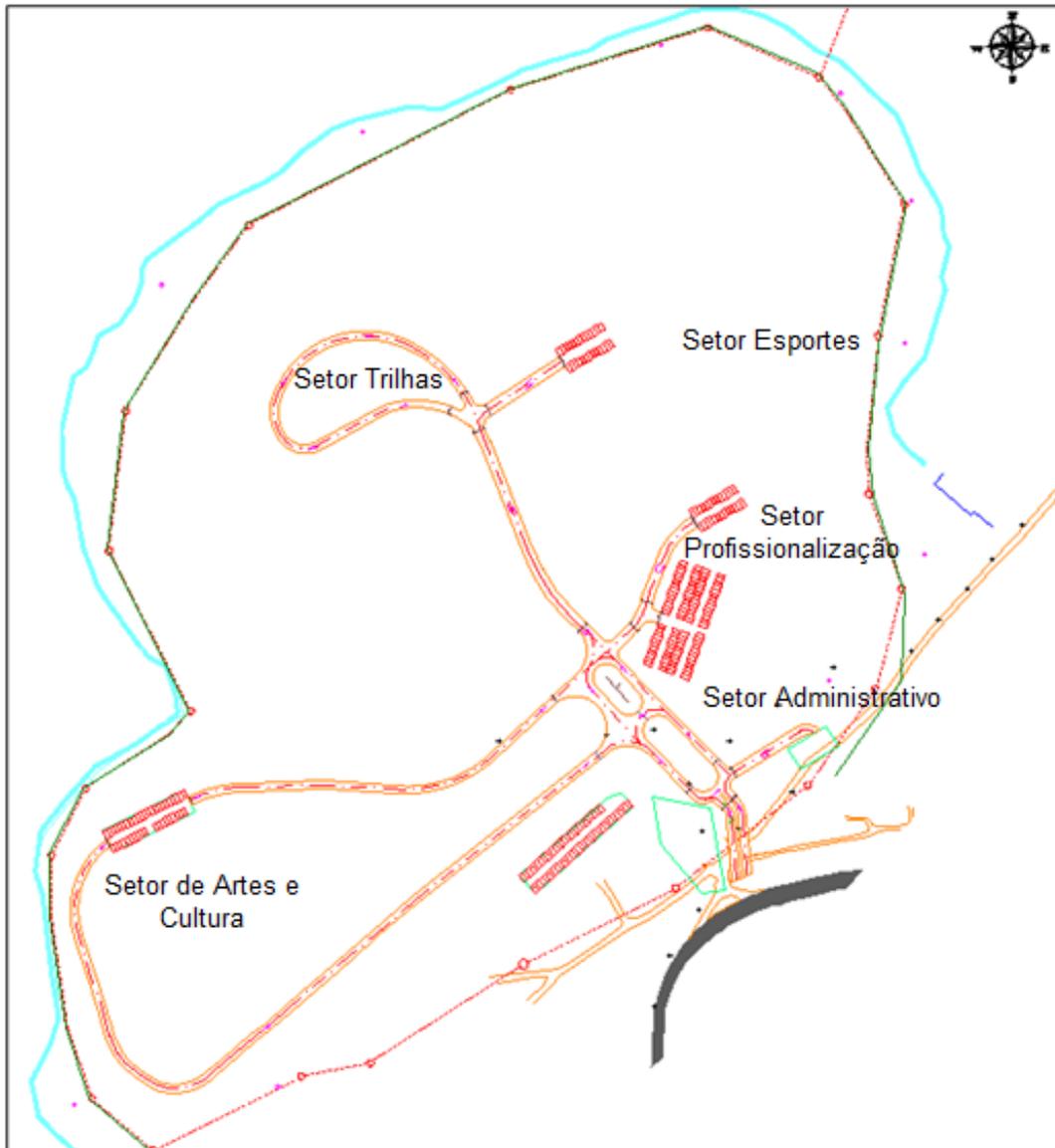
Figura 4.3 – Planta setorizada do Parque Socioambiental Real Filipéia de João Pessoa



### 4.3 VIAS DE CIRCULAÇÃO INTERNAS

Os acessos internos partem da portaria do Parque através de uma alameda com cerca de 180 metros e dotada de duas vias que fazem a distribuição aos diversos setores através de arruamentos, conforme planta de implantação. Os trechos com uma só via terão 5,00m de largura útil e passeios de 1,00 metro a ladear o piso rodante e os trechos com 2 vias a largura será de 7,00m.

Figura 4.4 – Planta com os arruamentos internos a partir da Portaria de entrada do Parque



O desenvolvimento do projeto dos arruamentos faz parte do Produto 7, tendo em conta que é uma infraestrutura do parque socioambiental. No entanto, apresenta-se o desenho com o seu desenvolvimento em planta.

## **5 SISTEMA DE DRENAGEM DE BIOGÁS**

Com base na modelagem matemática da geração do biogás e de resultados de ensaios de SV em amostras coletadas no local a várias profundidades, que de forma indireta apoiam a decisão, propõe-se drenagem passiva “natural” do biogás através de uma rede de valas drenantes em malha e de colchão drenante em áreas específicas onde se implantam edificações ou equipamentos do parque. As valas têm espaçamento máximo de 25m entre elas, distância considerada pela experiência como sendo de efetiva captura passiva do biogás (equivalente ao raio de influência de poços de desgaseificação, conforme Thchobanoglous, et all, (1993), de modo a que as áreas onde serão construídas as obras físicas tais como salas, bloco administrativo e quadras do parque socioambiental estejam protegidas de eventuais emissões para a atmosfera.

Considerando as pequenas vazões, este sistema de drenagem será baseado nas seguintes premissas:

- a) Construção de um sistema de drenagem em malha espaçada no máximo de 25 metros com profundidade média de cerca de 1,00m;
- b) 65 drenos verticais (denominados de respiro) de altura de 5 metros para a saída de gases nas áreas previstas no projeto Socioambiental onde constam construções e locais de maior aglomeração, tais como: Sede Administrativa, Edificações de apoio, Pavilhão de artesanato, Quadras poliesportivas, campo de futebol, Skatepark, parque infantil e jogos. Estes drenos também possuem a finalidade de eliminação de possíveis bolsas de gases em área de maior densidade;
- c) Colchão drenante sob as áreas de edificações e infraestruturas, constituídas de forma semelhante às valas, a uma profundidade de cerca de 1 metro.

### **5.1 DRENAGEM NATURAL DO BIOGÁS**

A drenagem natural do biogás, também denominada de desgaseificação passiva, é adotada quando as vazões de gases são baixas ou inexistentes, ou não constituam qualquer risco para a utilização do local.

#### **5.1.1 DRENAGEM PASSIVA EM VALA DRENANTE**

Apresenta-se, em tese, uma solução de desgaseificação passiva em que os drenos são realizados em vala escavada em média até 1,00m de profundidade (ou até aparecer

o lixo) em trincheiras envolvidas sobre os patamares e construções previstas para o parque, constituindo uma rede com 3.400 metros de vala drenante e 23.353 metros quadrados de colchão drenante.

Apresenta-se a malha drenante sem os colchões drenantes, porque estes poderão ser dispensados, caso os resultados da pesquisa de campo assim o determinem.

Figura 5.1 – Malha de valas de drenagem de gases e dreno perimetral de lixiviados, sem colchão drenante

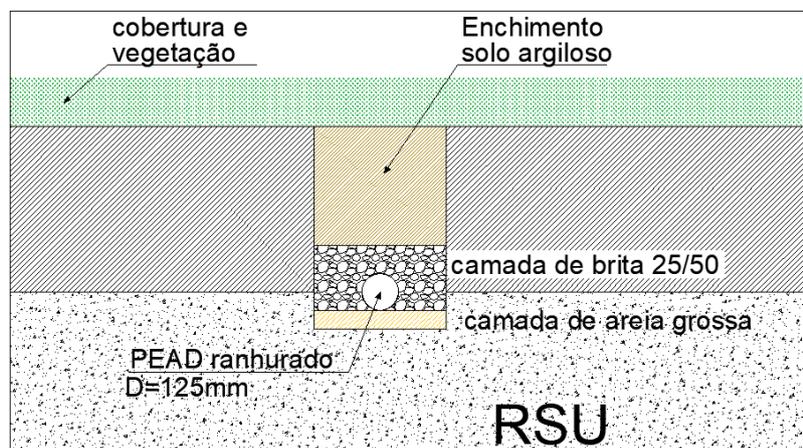


Fonte: autores

A malha drenante cobre uma área de cerca de 106 mil metros quadrados.

As valas têm 80 cm de largura e o tubo drenante é em PEAD  $\varnothing = 125\text{mm}$  ranhurado assente sobre camada de areia grossa de 20 cm em média, aplicada sobre um geotêxtil 400 g/m<sup>2</sup>, de separação acima dos resíduos e envolta por brita 25/50mm até 30 cm acima da geratriz do tubo (Figura 5.2).

Figura 5.2 – Estratigrafia de uma vala drenante de gases no Lixão



Fonte: autores

### Modo de execução das valas

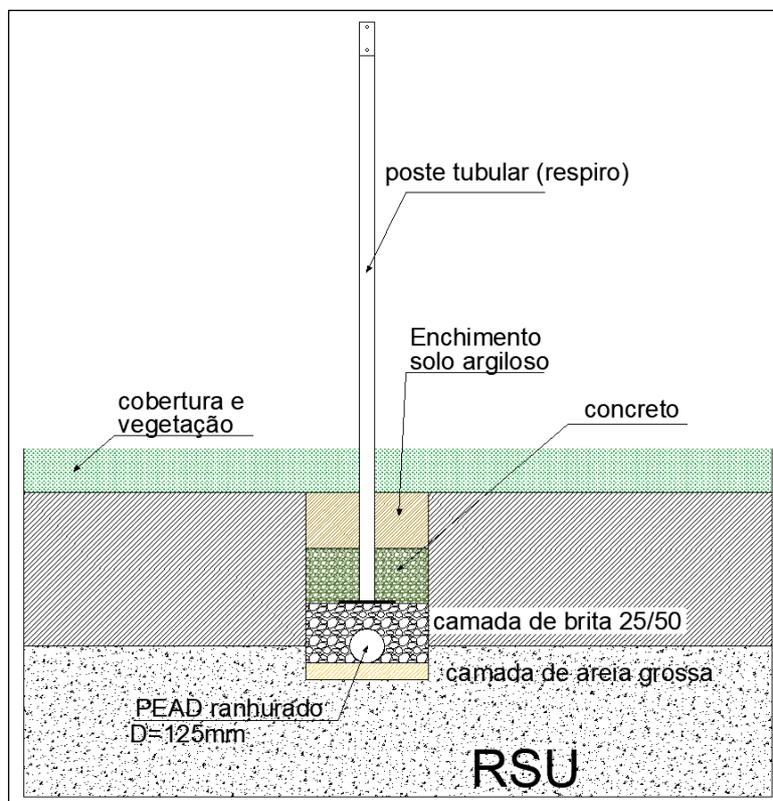
As valas são escavadas nos alinhamentos indicados na planta do projeto, com balde de 80 cm, removendo a camada de terras de cobertura do lixão até atingir os resíduos, podendo mesmo remover uma camada superficial de resíduos, seguindo-se as seguintes etapas:

- Aplicação de uma manta de geotêxtil de 400 g/m<sup>2</sup> com largura de 3.00m de separação sobre os resíduos;
- Aplicação de camada de areia grossa para a colocação do tubo drenante;
- Instalação do tubo de PEAD 125mm ranhurado sobre a areia;
- Preenchimento da vala envolvendo o tubo e até 30 cm da geratriz superior do tubo com brita 25/50;
- Encerramento da zona drenante com o envelopamento feito com o geotêxtil, com a finalidade de separação dos materiais;
- Preenchimento do restante da vala até 15 cm da superfície com solo argiloso, bem compactado;
- Fecho do restante da vala com 15 a 20 cm de terras pretas para suporte do coberto vegetal.

Nos pontos indicados na planta, serão instalados 65 respiros em postes tubulares de ferro galvanizado pintado, de diâmetro de 100mm e de 6,00m de altura, aplicados sobre

a brita das valas de modo a receber gases provenientes das valas, que funcionam como zonas de descompressão que facilita o escoamento do biogás eventualmente comprimido abaixo da camada de solo de cobertura do lixão.

Figura 5.3 – Detalhe da instalação do poste respiro sobre a brita da vala drenante



Fonte: autores

### 5.1.2 VALA DRENANTE COM COLCHÃO DRENANTE

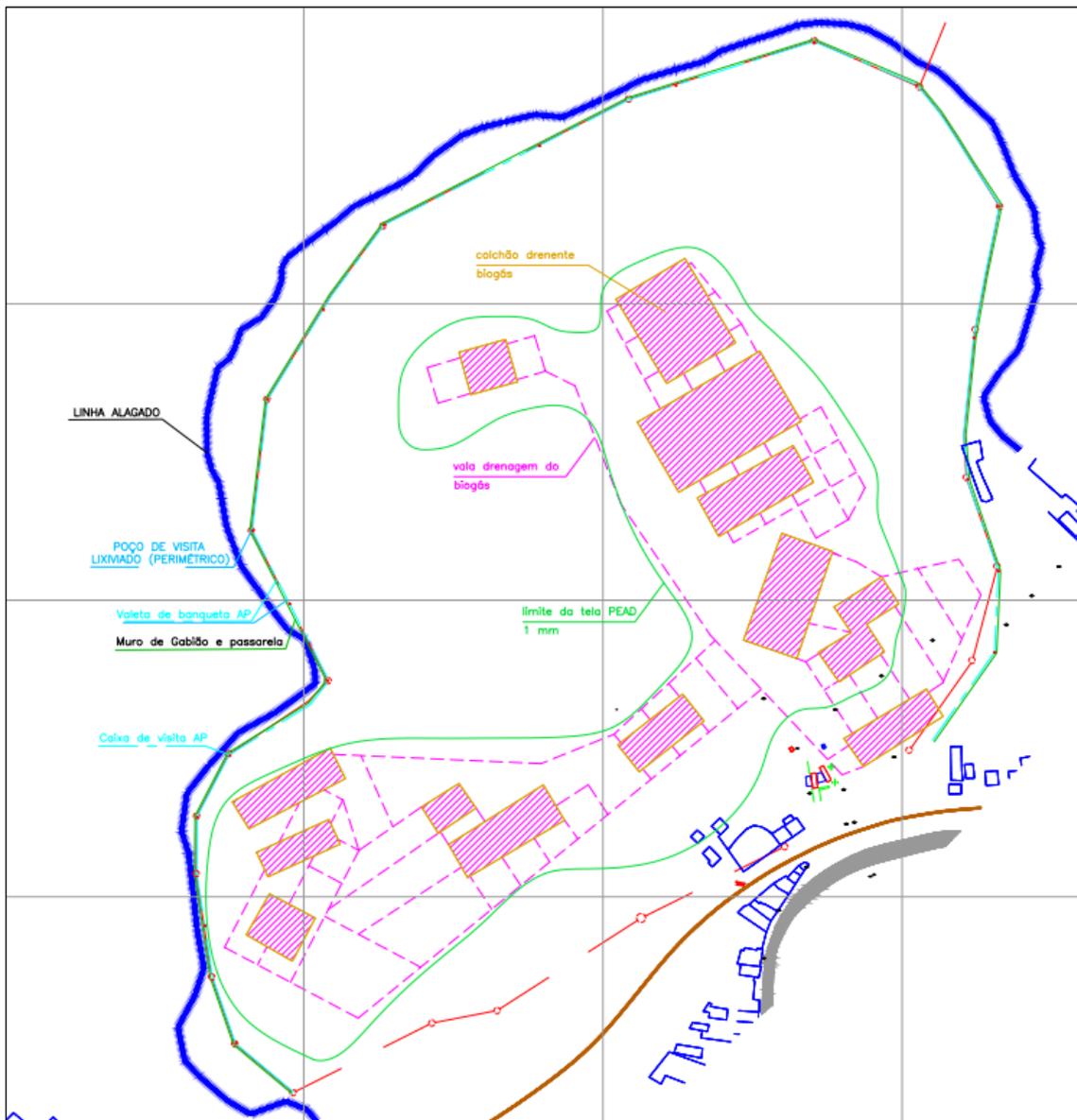
Apresenta-se a solução com vala drenante e colchão drenante nas áreas críticas do parque onde há implantação de edificações ou equipamentos, conforme referido, a ser validado após os trabalhos de pesquisa de biogás e de laboratório.

O colchão drenante sob áreas específicas do Parque Socioambiental é um adicional à solução de drenagem em valas alinhadas em malha, para garantia de que as eventuais emissões de biogás sejam drenadas de forma eficaz nas áreas de implantação dos setores do parque.

Não há queima do biogás porque os ensaios preliminares indicam que não há quantidade e teor de metano susceptíveis de serem queimados localmente. Assim, as vazões que ainda venham a emanar das valas ou colchões drenantes, por serem insuficientes para queima, são drenadas em postes respiro ( Figura 5.3).

Apresenta-se na Figura 5.4 a planta de implantação das valas e dos colchões drenantes.

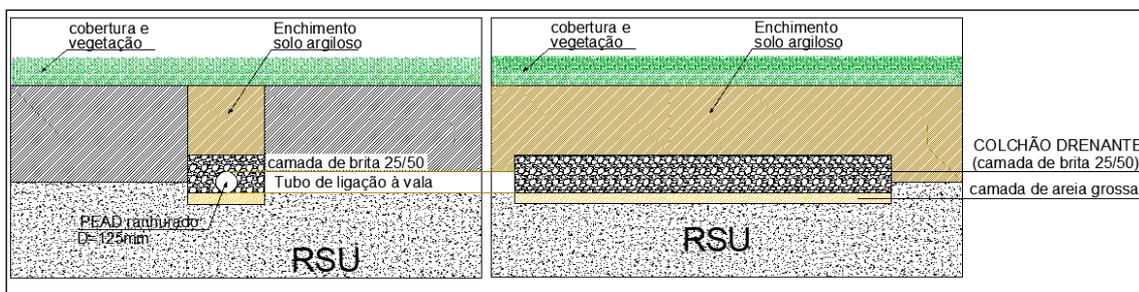
Figura 5.4 – planta da rede de drenagem em vala e colchões drenantes sob as áreas de implantação de edificações e equipamentos do parque



Fonte: autores, 2022

Apresenta-se o detalhe da constituição do colchão drenante e ligação a vala drenante

Figura 5.5 – detalhe esquemático do colchão drenante e ligação a vala adjacente



## 6 IMPERMEABILIZAÇÃO DA COBERTURA COM GEOMEMBRANA PEAD

Já referido anteriormente, a não existência de resultados da pesquisa do biogás (medições de poços e no topo, as emissões fugidias) e resultados complementares de laboratório (BMP e SV, por exemplo), aconselha impermeabilização da cobertura com geomembrana de PEAD de 1mm de espessura para evitar as emissões fugidias nas áreas de implantação de edificações e equipamentos, para além da recomendação da cota de implantação dessas edificações ao nível do rés-do-chão, seja deslocado de 50 cm da superfície do solo para total segurança. Nesse sentido, preconiza-se como medida cautelar e enquanto não existem esses dados a cobertura na área dos equipamentos e edificações, com superfície coberta de 101.480 m<sup>2</sup>, que poderá não ser validada após conclusão dos referidos estudos.

### 6.1 DIMENSIONAMENTO DA GEOMEMBRANA

A geomembrana em PEAD têm como principal função servir de barreira ativa à passagem de líquidos e gases, cuja espessura é determinada através da expressão:

$$\sigma_{adm} \times e_{req} \times \cos \beta = P \times b \times [\text{tg}(\delta_s) + \text{tg}(\delta_i)]$$

em que:

$\sigma_{adm}$  – Tensão admitida – 27.450 KN/m<sup>2</sup>;

$e_{req}$  - Espessura da geomembrana (mm);

$P$  – Pressão aplicada;

$b$  – Tolerância admitida – 0.05;

$\delta_s$  – Ângulo de atrito entre a geomembrana e o material sobrejacente (superior) – 18°;

$\delta_i$  - Ângulo de atrito entre a geomembrana e o material subjacente (inferior) – 10°;

$\beta$  – Ângulo da força mobilizadora da geomembrana com a horizontal – 26.6°.

A pressão a que estará sujeita a geomembrana de cobertura é o material que será disposto sobre esta, no caso a cobertura de terras, que se admite  $P_1 = 21$  KN/m<sup>2</sup> e sobrecargas eventuais, que se estima de forma genérica para situações ultra desfavoráveis ser de 180 KN/m<sup>2</sup>, totalizando  $P = 201$  KN/m<sup>2</sup>.

Substituindo os valores na fórmula, teremos:

$$e_{req} = 0,2 \text{ mm}$$

Admitindo Fator de segurança = 4, a espessura de cálculo = 0.8 mm.

A espessura requerida para a geomembrana,  $e_{req}$  é inferior à espessura prescrita de 1 mm, que garante o cumprimento dos requisitos.

Dimensionamento de geossintético de proteção à geomembrana é justificável na impermeabilização de fundo, em que o mesmo deve garantir que a camada de brita drenante não afete a integridade da geomembrana por puncionamento. Na cobertura a efetuar no lixão do Roger será utilizada terra selecionada de áreas de empréstimo, com espessura média de 100 cm sobre a geomembrana, pelo que não haverá puncionamento sobre a membrana, pelo que o geotêxtil terá função de proteção ligeira e de separação.

### **6.1.1 PROCEDIMENTOS RELATIVOS À APLICAÇÃO DOS GEOSSINTÉTICOS**

Em sede de projeto executivo será elaborada a memória descritiva da recepção, instalação, controle de qualidade e fiscalização da aplicação dos geossintéticos, com particular relevância para a geomembrana. Neste capítulo faz-se a referência a nível preliminar os aspectos mais relevantes.

Estão previstos diversos materiais geossintéticos em substituição de materiais naturais, substituindo-os em funções de proteção, filtro ou barreira à passagem de líquidos e gases.

A utilização dos geossintéticos obedece ao cumprimento de requisitos constantes de normas editadas pela ABNT (NBR ISO 10318:2013 – Geossintéticos – Termos e Definições).

A instalação das geomembranas, geotêxteis e outros geossintéticos, obedece a regras de aplicação e de avaliação e monitoramento da qualidade da aplicação.

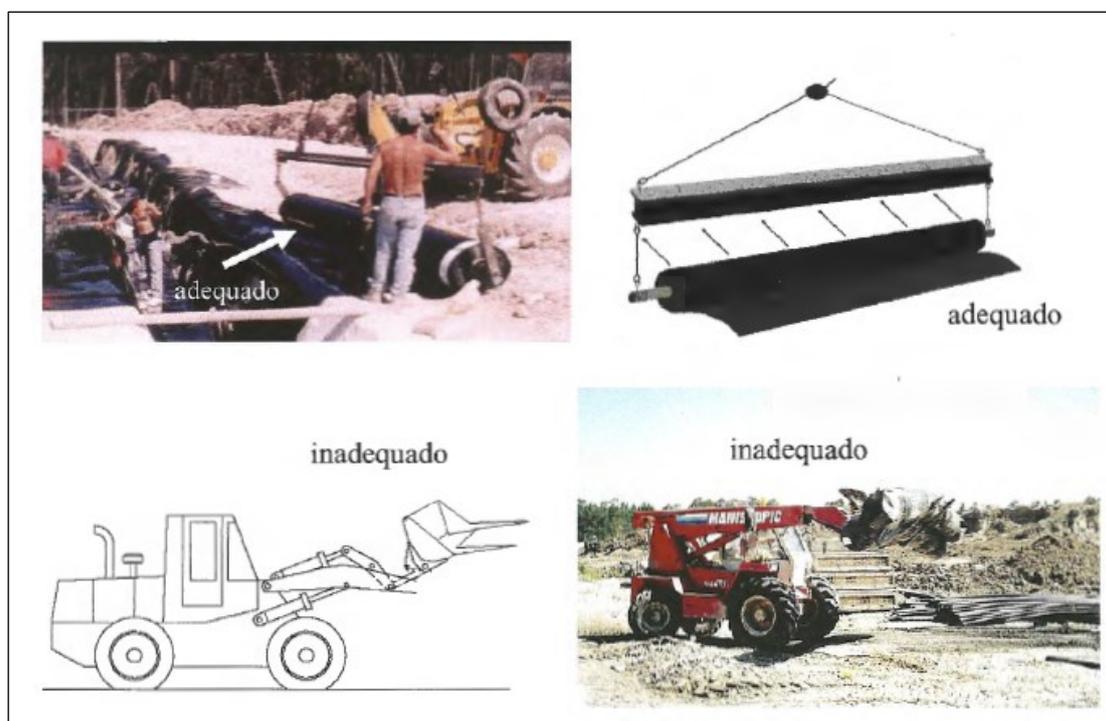
#### **Procedimentos de apreciação da conformidade**

A utilização de materiais geossintéticos deve ser regulada por norma específica, sendo tarefa da fiscalização da obra/operação do aterro verificar se os produtos exibem a identificação do fabricante e/ou fornecedor e demais informações como consta da norma NBR ISO 10318:2013, designadamente:

- Designação comercial;
- Tipo de produto;
- Número do rolo ou o seu código de identificação;
- Peso e dimensões;
- Massa por unidade de área;
- Matéria-prima predominante;
- Classificação do produto.

O seu manuseamento e transporte em obra requer cuidados especiais, como se ilustra na Figura 6.1.

Figura 6.1 – Exemplos do transporte de rolos de geomembranas, adequado e inadequado



Fonte: autores

A disposição e armazenamento temporário dos rolos das geomembranas e geossintéticos em obra é igualmente um dos aspetos a ter em consideração para evitar danificar o material, como se ilustra na Figura 6.2.

Os rolos devem ficar sobre uma esteira guia que possibilite a sua disposição regular num plano sem deformar os rolos.

Figura 6.2 – Exemplos de armazenamento dos rolos (adequado e inadequado)



Fonte: autores

### Controle da qualidade na instalação de geomembranas

A instalação de painéis de geomembranas deve ser precedida de cuidados na preparação da superfície, designadamente estar nivelada, isenta de elementos grosseiros ou pontiagudos ou perfurantes, devidamente compactada e sem depressões ou zonas fofas, isenta de fissuras por dessecação excessiva do solo, entre outras.

Após chuvadas é comum em fases de instalação de painéis de geomembranas, os taludes terem sido afetados pelo escorrimento de águas e apresentarem erosão evidenciada pelo percurso da água. Nestes casos é preciso reperfilar a superfície de modo a estar uniforme sobre os taludes. O ideal é a instalação dos painéis logo após a preparação da superfície.

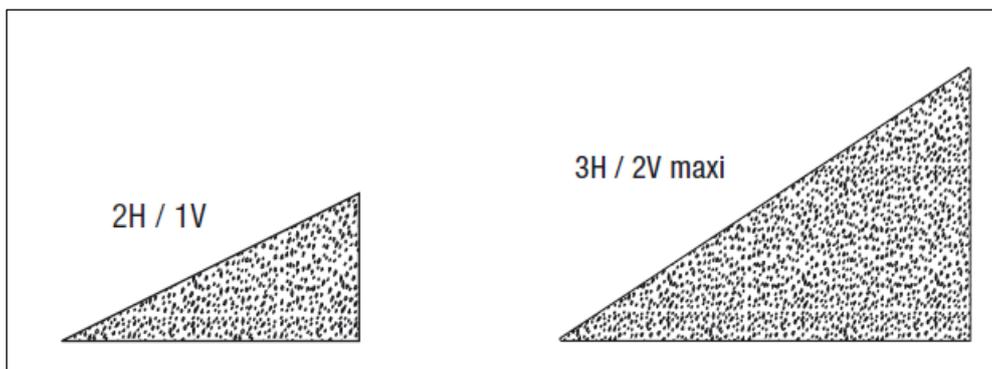
Figura 6.3 – Aspectos de dobras por escorregamento dos painéis por deficiente ancoragem



Fonte: autores

A inclinação dos taludes é muito importante. São passíveis de instalação de painéis com comodidade e segurança em inclinações de 1:2 (V/H), uma vez que os ângulos de atrito entre geossintéticos são pequenos, potenciando o escorregamento das geomembranas e formação de dobras em particular no pé-de-talude (muito frequente).

Figura 6.4 – Inclinações recomendadas para a instalação de painéis em paramentos inclinados (taludes)



A ação do vento pode causar subpressões e causar danos às geomembranas, devendo, por isso, ser preservadas através de pesos.

Os raios UV são causadores do envelhecimento das geomembranas, pelo que a sua proteção é determinante para preservar as suas características de impermeabilização.

Tabela 6.1 – Métodos de união entre painéis de geomembranas (Adp. Pelos autores a partir de Koerner, 1998)

Métodos de união	Tipos de geomembranas			
	PEAD	PEBD	CSPE	PVC
extrusão 	a	a	na	na
termofusão (dupla) 	a	a	a	a
química 	na	na	a	a
colagem: 	na	na	a	a

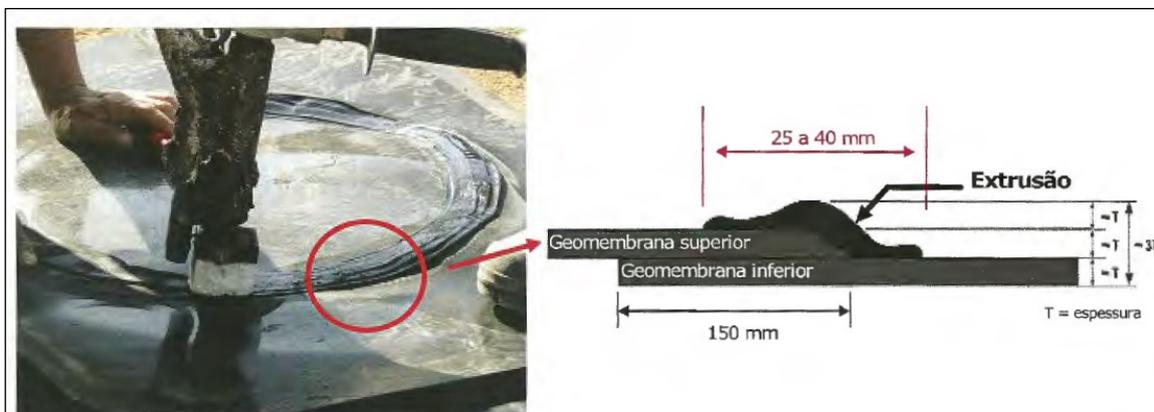
- método aplicável

na - método não aplicável

PEAD – polietileno de alta densidade; PEAB – polietileno de baixa densidade; CSPE – polietileno clorosulfonado; PVC – policloreto de vinilo.

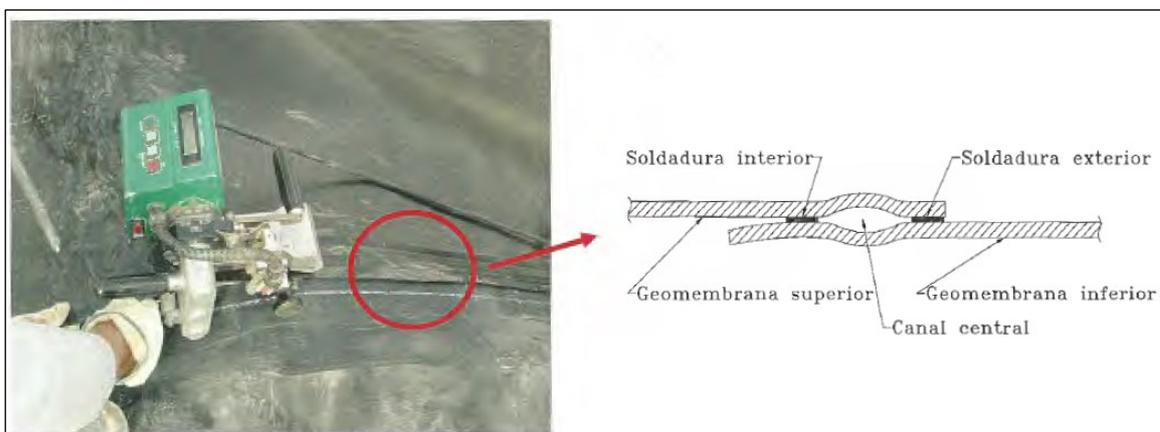
Exemplo de soldadura de reparação após deteção de uma anomalia na aplicação.

Figura 6.5 – Soldadura de reparação por extrusão (autor)



Fonte: autores

Figura 6.6 – Soldadura por termofusão (autor)

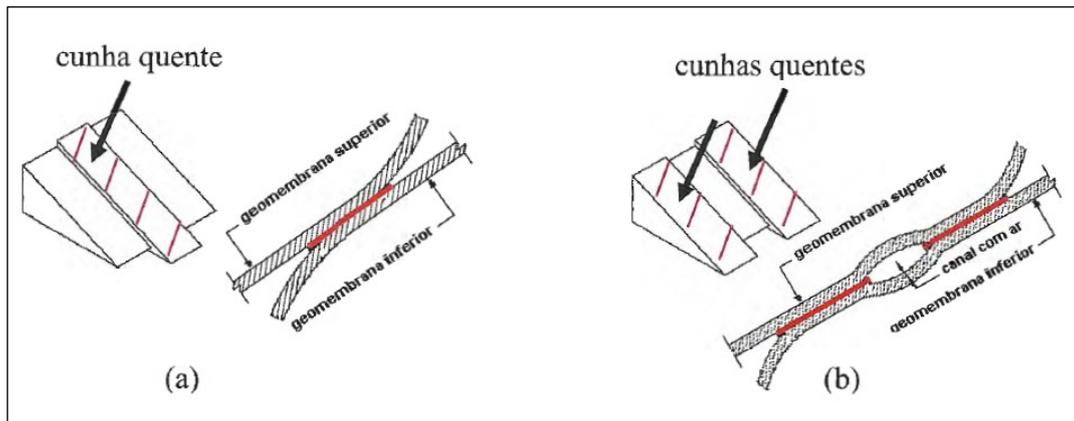


Fonte: autores

A soldadura por termofusão é uma união realizada entre 2 painéis sobrepostos por aquecimento, através de cunha metálica quente ou por insuflação de ar quente, e com auxílio de uma pressão mecânica de rolos compressores do equipamento de soldadura, sobre as geomembranas aquecidas.

Para obtenção de dupla soldadura utilizam-se duas cunhas (Figura 6.8).

Figura 6.7 – Soldadura por termofusão: (a) simples; (b) dupla (fonte: STE)



Fonte: autores

### Ensaio às soldaduras

Ensaio não destrutivo: Todas as soldas devem ter a estanqueidade verificada ao longo do seu comprimento, através de ensaios não destrutivos.

Ensaio de Vácuo com caixa: Executado nas soldas por extrusão nas geomembranas de PEAD.

Ensaio de Pressurização (Figura 6.9).

Figura 6.8 – Ensaio de pressão de ar (autores)



Fonte: autores

### 6.1.2 ÁREA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA COBERTURA DO LIXÃO

A área de cobertura com geomembrana de 1mm no topo do maciço tem uma área de cerca de 101 mil metros quadrados, aplicada sob a zona de implantação dos equipamentos e edifícios do Parque.

Apresenta-se na Figura 6.9 a planta que mostra a área sobre a qual se procederá à impermeabilização pra evitar a emissão fugidia de gases para a zona de utilização do Parque.

Figura 6.9 – planta de implantação da cobertura de topo com geomembrana de 1mm



Fonte: autores, 2022

## **7 DRENAGEM DE LIXIVIADOS**

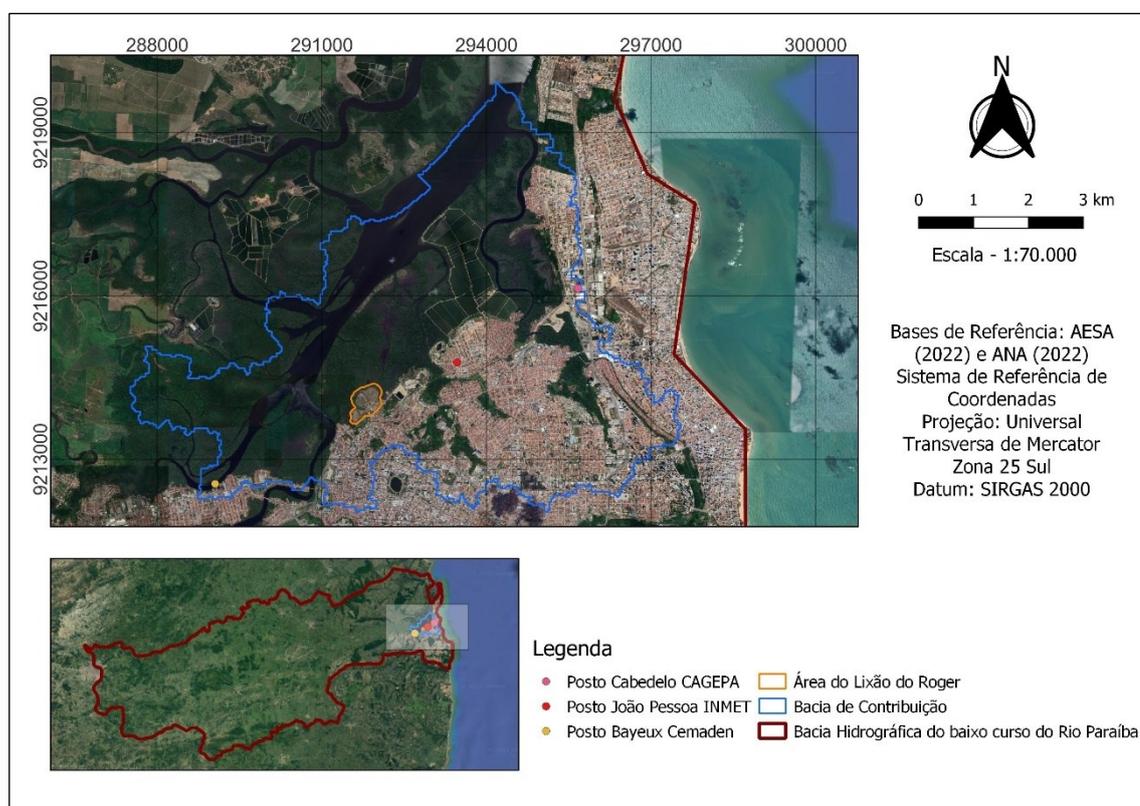
### **7.1 PRECIPITAÇÃO E BALANÇO HÍDRICO**

As vazões de lixiviados no lixão do Roger dependem da pluviosidade que percola sobre o maciço de resíduos e que se vai acumulando nos interstícios dos resíduos, da permeabilidade existente na cobertura e da precipitação.

Baseado nos Estudos Hidrológicos apresentados no Produto 2, para caracterizar a precipitação pluviométrica da área de estudo foram utilizados os dados de chuva disponibilizados pelo site da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2022). Os dados estão disponíveis para download no site Hidroweb v.3.2.6, podendo ser acessado no endereço a seguir: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>.

Como a área do antigo lixão do Roger não possui estação pluviométrica própria, utilizou-se como base os dados, as informações do Posto INMET situado em João Pessoa (Código da estação 734006), pois este é o posto mais próximo ao antigo lixão, conforme apresentado na e apresentados na Tabela 7.1 mostram a média do comportamento da pluviosidade e da temperatura ao longo do ano na cidade de João Pessoa. Para a determinação da série de dados pluviométricos utilizados, conforme descrito no Estudo Hidrológico apresentado no Produto 2 “...foram analisadas e descartadas as séries com dados faltosos maior que 10% seguindo o critério de Aryee et al. (2018). Foram verificadas também a homogeneidade absoluta e relativa dos dados pluviométricos, conforme Alexandersson e Moberg (1997). Por esta razão, foi utilizada uma série histórica de 18 anos, no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2019, tendo em vista que o referido período foi o que apresentou menores falhas e maior homogeneidade de dados entre os três postos”. Assim, as médias climatológicas são valores calculados a partir de uma série de dados de no período de 2002 a 2019 conforme apresentados na Tabela 7.1.

Figura 7.1 - Localização na bacia de contribuição dos Postos Pluviométricos utilizados na caracterização da precipitação



Fonte: Estudos Hidrológicos, Autores (2022)

Tabela 7.1 – dados históricos de observações climatológicas – Período 2022 até 2019 – Estação: João Pessoa (INMET)

Mês	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Precipitação (mm)	Evaporação (mm)	Precipitação - Evaporação (mm)
Janeiro	25,0	28,0	99,3	116,4	
Fevereiro	26,0	28,0	120,7	105,2	15,5
Março	26,0	28,0	166,1	109,0	57,1
Abril	25,0	28,0	234,3	90,6	143,7
Maio	25,0	27,0	291,1	83,0	208,1
Junho	24,0	27,0	400,3	75,2	325,1
Julho	24,0	26,0	268,0	85,1	182,9
Agosto	23,0	26,0	149,5	106,5	43,0
Setembro	24,0	26,0	83,4	120,4	
Outubro	25,0	27,0	27,1	135,9	
Novembro	25,0	27,0	18,3	133,3	
Dezembro	25,0	28,0	32,0	130,6	
Acumulado (Média)			1875,1	1291,0	

Fonte: Autores (2022)

Pode constatar-se que as maiores precipitações ocorrem nos meses de abril a julho, com médias mensais acima de 200 mm, conforme apresentado na Figura 7.2 dados

médios da precipitação observados nos últimos 17 anos no Posto INMET de João Pessoa.

Figura 7.2 – Precipitação média mensal e anual no Posto João Pessoa INMET

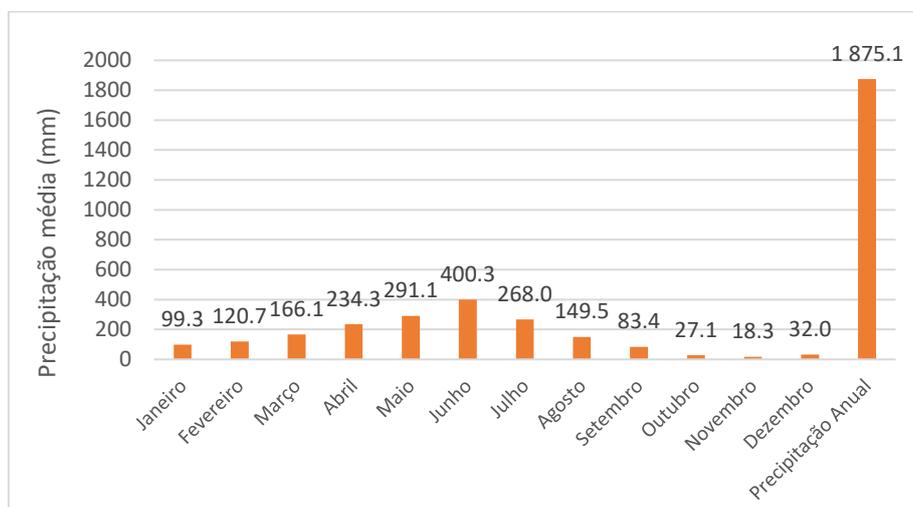
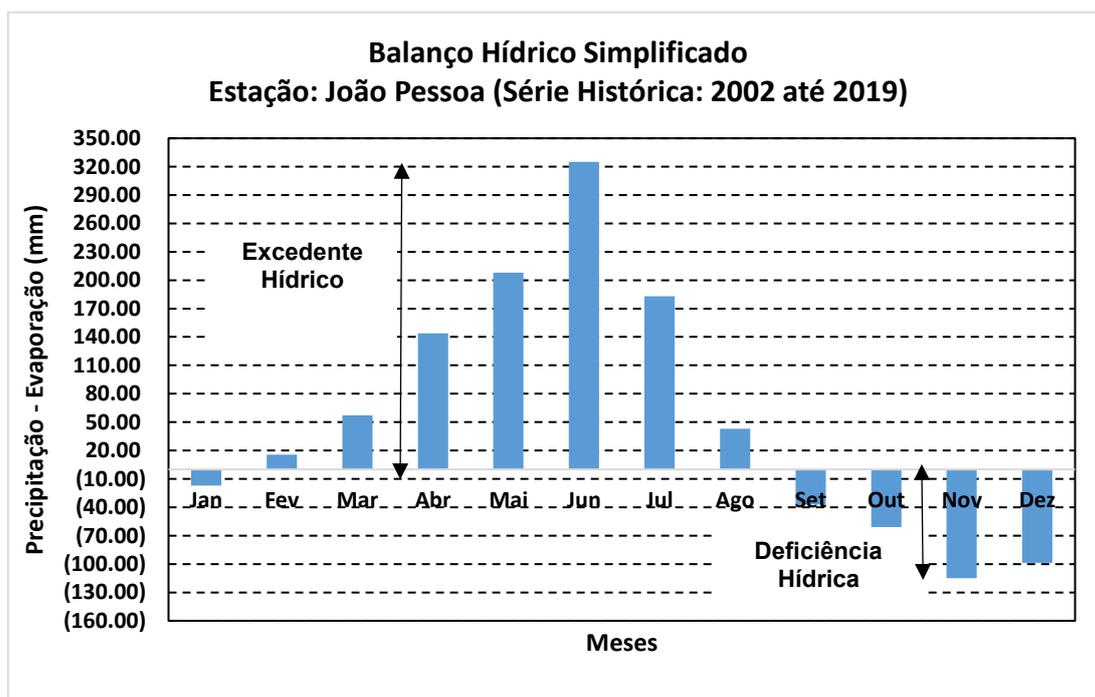


Figura 7.3 – Balanço Hídrico Simplificado – Período 2002 até 2019 - Posto João Pessoa INMET



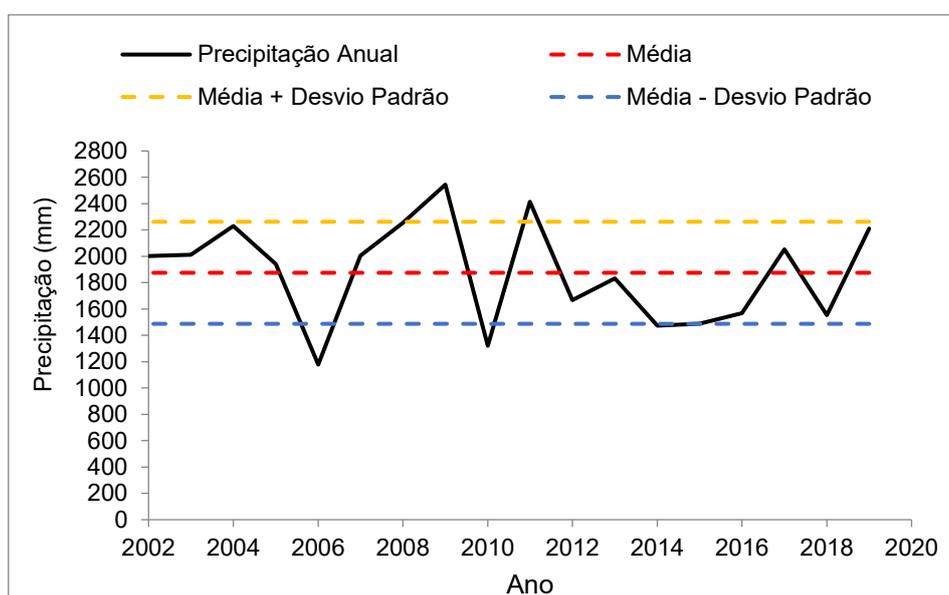
Analisando os dados do Posto João Pessoa INMET, conforme Tabela 7.1 e Figura 7.2, observa-se que:

- a precipitação anual da série histórica de 17 anos (2002 a 2019) apresentou em média 1.875,1 mm;
- A maior precipitação ocorre no mês de junho, em média 400,3 mm, representando cerca de 21,3% de toda a precipitação média anual;

- O mês de menor precipitação em média é o mês de novembro, aproximadamente 18,3 mm, representando cerca de 0,97% do total da precipitação anual;
- Os períodos de setembro a dezembro representam os meses de deficit hídrico na região;
- O mês de Junho é mês com maior excedente hídrico.

Na Figura 7.4 apresenta-se os limites da variação temporal da precipitação anual da série histórica analisada no Posto João Pessoa INMET.

Figura 7.4 – Oscilação da precipitação ao longo dos anos e análise estatística do Posto João Pessoa INMET



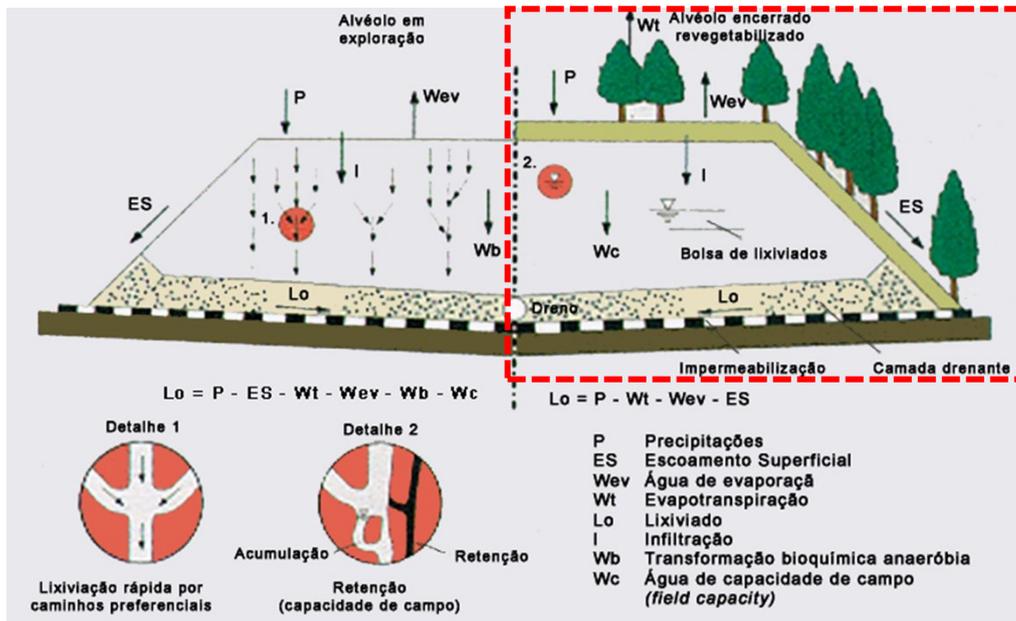
Como dito anterioremente, para efeito de dimensionamento dos drenos anelares de lixiviados utilizaremos os dados médios mensais do mês mais pluvioso do Posto de João Pessoa INMET, cuja média do mês mais pluvioso (junho) é de 400,03 mm e como balanço hídrico simplificado, tem-se um excente hídrico de 325,10 mm.

## 7.2 DIMENSIONAMENTO DA REDE PERIMETRAL DE LIXIVIADOS (DRENO ANELAR)

A área sujeita ao efeito da percolação das chuvas no antigo lixão do Roger é de 30 hectares. A quantidade de água que pode percolar por essa área, caso não houvesse nenhuma cobertura nem escoamento superficial, seria diretamente proporcional à precipitação. No entanto, o volume de água que cai sobre um aterro, ou lixão encerrado

com uma cobertura e revegetação, como o Roger, não percola na sua totalidade, uma vez que uma parte substancial é desviada por escoamento superficial (runoff) e também, devido à capacidade de retenção de líquidos dos resíduos devida à sua capacidade de campo (Field Capacity), como se pode perceber pelo esquema da Figura 7.5.

Figura 7.5 – Esquema em corte do movimento vertical da água num aterro



Fonte: autores

Como se pode verificar no esquema, o ex-lixão do Roger encontra-se na situação de encerramento, representado na porção da direita da Figura, com reduzida percolação devido à cobertura e à vegetação existente. De qualquer modo, há uma percentagem da água em que o escoamento processa-se na matriz de resíduos que é um meio poroso, ou seja, é constituído pelos resíduos compactados e as partículas de solo de sucessivas coberturas durante a operação do lixão e os seus interstícios (volume de vazios preenchido por um fluido ou uma mistura de fluidos).

Um material para ser considerado como meio poroso deve verificar uma de duas condições (Dullien, F.L. 1992):

- Conter espaços vazios relativamente pequenos, os poros, no interior de uma matriz sólida ou semissólida. Os poros contêm um fluido, normalmente ar, água ou mistura de vários fluidos.
- Deve ser permeável a alguns tipos de fluidos, ou seja, estes fluidos deverão poder penetrar no meio poroso através de uma face e emergir na outra face. O tipo de fluido que pode atravessar um determinado meio poroso depende tanto

das características termodinâmicas em que decorre o escoamento do fluido. Meios porosos com esta propriedade são designados de **meios porosos permeáveis**.

- E segunda condição exige que o escoamento através do meio poroso seja viscoso e é caracterizada pelo parâmetro permeabilidade, independente das propriedades do fluido. Esta propriedade implica que as dimensões características dos espaços vazios atravessados pelo fluido são muito maiores que as dimensões das moléculas de fluido que o atravessa. A estrutura dos meios porosos depende fortemente da sua génese. Em função do tipo de interligações entre os elementos (partículas) que os constituem, é possível dividi-los em duas classes principais.

Se a fase sólida for contínua, ou não for possível distinguir as partículas que formam a estrutura do meio, este designa-se por **meio poroso consolidado**. Este tipo de meio poroso pode ser formado de diferentes formas, como por exemplo, pela dissolução de uma matriz sólida, ou pela compressão e ou aquecimento das partículas de um meio não consolidado, que não é o caso do lixão do Roger.

Os resíduos sólidos dispostos no solo constituem uma matriz que se estabelece e consolida com a compactação dos meios mecânicos de operação, bem como do peso das sucessivas camadas de resíduos e das transformações microbiológicas da matéria orgânica que se operam em ambiente anaeróbio. Esta matriz constitui um meio poroso permeável, em que o escoamento se processa por gravidade, do topo para o fundo em canículos (tubos), podendo ficar retida uma parte da água percolante, devido à capacidade de campo (FC = field capacity) que os resíduos têm, em função das forças de atração molecular. Diversos estudos sobre resíduos têm revelado FC variando de 30% a 55%. Com a idade dos resíduos no aterro, a porosidade vai diminuindo devido à compactação e diminuição dos poros pela degradação da matéria orgânica, ocasionando menor FC. Considerou-se capacidade de campo de 30%, nos cálculos de vazão para o antigo lixão do Roger.

Considera-se que o **escoamento é laminar**, devido às baixas velocidades que se estabelecem no percurso da água pelos interstícios, segundo a Lei de Darcy. Não se pretende estudar o escoamento em si, mas estimar a quantidade de água transformada em lixiviado, que pode estar armazenada na matriz porosa que é o maciço de resíduos do lixão do Roger e como se pode cortar o escoamento para fora da projeção da área de ocupação e contaminar o entorno. O objetivo do dreno horizontal em toda a periferia

tem a missão de constituir um elemento de descompressão que recebe o líquido da envolvente, encamionhando-o para uma unidade e tratamento.

**Premissas adoptadas para o dimensionamento dos drenos perimetrais:**

- O dreno perimetral constitui uma área de descompressão e "atrai" o lixiviado que se encontra depositado na matriz porosa de resíduos no fundo do maciço promovendo o rebaixamento do nível do lixiviado no maciço de resíduos;
- A área de influência de escoamento do dreno é de 60 metros, isto é, os lixiviados existentes no maciço e distanciados até 60 metros da tubulação são drenados pela tubulação perimetral, com encaminhamento à ETE da CAGEPA;
- O lixiviado que está na área central do maciço permanece no local e vai drenando lentamente para a área de influência do dreno perimetral em função do esvaziamento do lixiviado no seu entorno imediato.

O cálculo da vazão de lixiviado utilizado foi o método do Balanço hídrico simplificado, a quantidade de água percolada é:

$$Perc = P - ETP - ES - ARM \quad (\text{Equação 1})$$

- P = precipitação média mensal (mm);
- ETP = Evaporação média mensal (mm)
- ES = escoamento superficial (mm)
- ARM = Água armazenada no solo (mm).

Por conservadorismo, iremos considerar ES = 0 e ARM = 0, então

$$Perc = P - ETP$$

Salienta-se que para o dimensionamento do sistema de drenagem de lixiviados foi considerado a área total do antigo lixão (30,90 hectares), subdivididos em 3 grandes áreas de influência de aproximadamente 10 hectares cada e considerada o maior valor mensal de  $P_{ER}$  (Precipitação – Evaporação).

A vazão de lixiviado é calculada como:

$$Q_{PERC} = \frac{PERC \times A \times K}{\Delta t}$$

Onde:

- $Q_{perc}$  = vazão percolada
- A = área de influência de cada sistema de drenagem anelar (perimetral) do antigo lixão (m<sup>2</sup>) = 10 hectares

- K = coeficiente de infiltração em função das características do solo de cobertura para solos argilosos: K = 0,10
- P<sub>ER</sub> : para vazão máxima mensal: P<sub>ER</sub> = (P - E) = 325,10 mm (mês de junho, referente ao mês com maior excedente hídrico da série histórica de 2002 até 2019)
- Δt = mensal = 30 x 86.400 = 2.592.000 s

$$Q_{PERC} = \frac{325,10 \text{ mm} \times 100.000 \text{ m}^2 \times 0,1}{2.592.000 \text{ s}}$$

$$Q_{PERC} = 1,25 \frac{l}{s} = 108,37 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Os coletores instalados terão visitação por meio de 21 poços de visita construídos em anéis de concreto e terminação troncocônica, cujas cotas e extensão, para o trecho A são as seguintes:

TRECHO A		Cotas do terreno		Extensão
		mont. (m)	jus. (m)	
1	PV 01 - PV 02	5.000	3.996	152.89
2	PV 02 - PV 03	3.996	4.536	46.81
3	PV 03 - PV 04	4.536	3.854	99.85
4	PV 04 - PV 05	3.854	3.575	40.24
5	PV 05 - PV 06	3.575	4.000	109.63
6	PV 06 - PV 07	4.000	5.000	102.28
7	PV 07 - PV 08	5.000	4.000	101.54
8	PV 08 - PV 09	4.000	4.001	69.52
9	PV 09 - PV 10	4.001	4.021	61.53
10	PV 10 - PV 11	4.021	4.001	59.15
11	PV 11 - PV 12	4.001	3.995	96.1
12	PV 12 - PV 13	3.995	3.984	80.28
13	PV 13 - PV 14	3.984	3.142	92.88

O trecho B apresenta as seguintes cotas e extensões:

TRECHO B		Cotas do terreno		Extensão
		mont. (m)	jus. (m)	
14	PV 01 - PV 15	5.000	4.000	43.09
15	PV 15 - PV 16	4.000	4.000	78.9
16	PV 16 - PV 17	4.000	4.001	109.17
17	PV 17 - PV 18	4.001	4.005	85.08

TRECHO B		Cotas do terreno		Extensão
		mont. (m)	jus. (m)	
18	PV 18 - PV 19	4.005	4.000	136.44
19	PV 19 - PV 20	4.000	3.010	181.17
20	PV 20 - PV 21	3.010	3.003	125.86
21	PV 21 - PV 14	3.003	3.142	72.81

### 7.3 DIMENSIONAMENTO

Os lixiviados que existem no maciço podem constituir fonte de contaminação da área do entorno, em particular o que se encontra na periferia. Para evitar que tal aconteça, será implantada uma tubulação de PEAD perfurada a envolver todo o maciço para constituir uma barreira à migração horizontal do lixiviado para fora da área de projeção do maciço.

A drenagem de lixiviado será realizada por drenos anelares.

A equação mais adequada para descrever o escoamento através de meios porosos, nesta faixa de domínio, é a equação de Wilkins, aplicável aos escoamentos com número de Reynolds entre 1,0 e 3.000 ( $1,0 < Re < 3.000$ ).

Para os materiais utilizados como drenos de lixiviado (rocha britada), admitindo escoamento à superfície livre, a equação é:

$$V = C_v \cdot I^{0,54}$$

Onde:

V = velocidade média de percolação (cm/s)

$C_v = 20,86$  (cm/s) (para Brita 4).

I = inclinação do dreno = 0,5%

$$V = 20,86 \times (0,005)^{0,54}$$

$$V = 1,19 \text{ cm/s} = 0,0119 \text{ m/s}$$

Considerando que a seção transversal do dreno ( $S'$ ) pela equação da continuidade é:

$$S' = \frac{Q}{V}$$

Q = vazão a ser drenada (função da precipitação passível de se infiltrar)

PERC = precipitação máxima mensal = 325,10 mm

K = 0,10, em função do grau de compactação do aterro (aterro bem compactado)

A = área de influência em m<sup>2</sup>

$\Delta t$  = tempo em segundos = 2.592.000 s

S' = Seção transversal do dreno

Considerando o fator de segurança igual a 1,5 temos que a seção transversal do dreno e dimensões de fácil operação (S):

$$S = 2 \times S'$$

Considerando o dreno com seção retangular, onde:

$$S = B \times H$$

H = B, acha-se B e H

Tabela 7.2 – Dimensões dos drenos principais de fundação e drenos anelares

Dimensões do Dreno anelar	Valores
Q (l/s) =	1,25
Q (m <sup>3</sup> /s) =	0,00125
V (cm/s) =	1,19
V (m/s) =	0,0119
S (m <sup>2</sup> ) =	0,1051
FS =	1,5
S' =	0,1577
Adotando-se	S = B x H e B = H
B (m) =	0,40
H (m) =	0,40

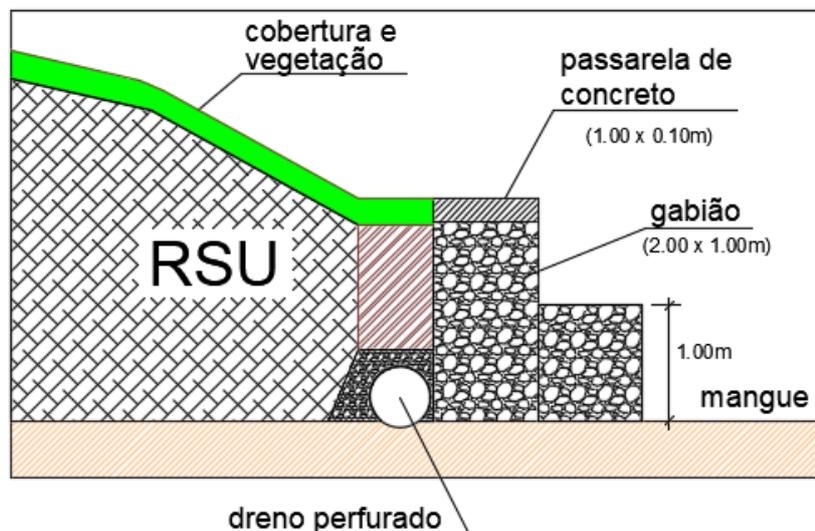
Tal drenagem tem a função de encaminhar o lixiviado dos poços de visita, poços de acumulação, onde a partir daí, serão direcionados para a estação de tratamento de esgoto da CAGEPA.

Tabela 7.3 – Resumo das dimensões dos drenos perimetrais (anelares) por área de influência

<b><u>Dimensões para Drenos Anelares de cada área de influência</u></b>
Valor Adotado no Projeto:
B = 0,60 m
H = 0,60 m
Tubo interno com $\varnothing = 400$ mm

A drenagem será horizontal e periférica confinando a área, através de tubos de PEAD de D=400mm ranhurados, instalados em vala na cota inferior a base do lixão, conforme apresentado de forma ilustrativa Figura 7.6 no tardo do muro de gabião.

Figura 7.6 – esquema da contenção periférica e dreno perimetral ao maciço



Fonte: Autores (2022)

A princípio, todo o líquido drenado será enviado por tubulação enterrada para a Estação de Tratamento de esgoto mais próxima. Será monitorada a vazão do lixiviado enviado para tratamento, bem como os parâmetros físico-químicos do lixiviado, conforme apresentado no item de Monitoramento Ambiental da Área. Os líquidos coletados nos drenos anelares serão direcionados para poços de acumulação com profundidade de lâmina de água de 1 metro e seção transversal de 2.50x2.50.

Tabela 7.4 – Dimensionamento dos poços de acumulação de cada área de influência

<b>Dimensões para o Poço de Acumulação de cada área de influência</b>
Valor Adotado no Projeto:
Tempo de Acumulação Total: 1 hora
Profundidade = 1,00 m
Largura = Comprimento = 2,50 m

#### 7.4 TRATAMENTO DO LIXIVIADO NA ETE DA CAGEPA

O lixiviado gerado no antigo lixão do Roger é um lixiviado velho, cujas caracterização foi realizada pelo consórcio, no âmbito da pesquisa de campo realizada e apresentada no Produto 2 do presente Projeto e que se reproduz valores médios na Tabela 7.5.

Tabela 7.5 Características físico-químicas do lixiviado do Roger.

Variável	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
pH (-)	21	7,424	0,647	6,000	7,330	8,500
AB (mg/L)	22	1397	1088	257	1035	3960
ST (mg/L)	20	25406	28554	3245	18189	124898
SV (mg/L)	20	4157	2351	954	4810	8212
DBO (mg/L)	20	1612	5448	40	289	24700
DQO (mg/L)	20	2659	8383	85	646	38200
NAT (mg/L)	22	450	602	17	135	2190
P(mg/L)	21	3,78	12,81	0,00	0,00	56,00
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	22	1026	1064	1	519	2592
OG (mg/L)	20	108,8	61,0	36,0	98,3	253,3

Fonte: Consorcio Terra PROMON (2022).

Foram consideradas as condições de contorno conforme descritas na Tabela 7.6, para se quantificar a carga orgânica e nitrogenada relativa ao esgoto sanitário e ao lixiviado do Roger, tendo como base o uso de valores de referências técnicas constantes da NBR 12.209/2011.

Tabela 7.6: Variáveis empregadas para estimativa do potencial de co-tratamento de lixiviado em ETE de esgoto sanitário.

Variáveis de entrada	Sigla	Cenário de avaliação
População (hab)	P	10.000,00 a 100.000,00
Consumo de água por habitante (L/hab.d)*	q <sub>água</sub>	100
Coeficiente de retorno	C	0,8
Coeficiente da máxima vazão diária (-)	k <sub>1</sub>	1,2
Coeficiente da máxima vazão horária (-)	k <sub>2</sub>	1,5
Contribuição percapita de carga de DBO (DBO/hab.d)	DBO <sub>hab</sub>	45
Contribuição percapita de carga de DQO (DQO/hab.d)	DQO <sub>hab</sub>	90
Contribuição percapita de carga de N (N/hab.d)	N <sub>hab</sub>	8
Vazão de lixiviado do aterro do Roger (m <sup>3</sup> /d)	Q <sub>L</sub>	110
Coeficientes redução da produção de lixiviado	Q <sub>r-PL</sub>	1,0; 0,80; 0,75 e 0,70

As equações empregadas para obtenção de vazão e de carga devido à contribuição do esgoto sanitário foram as seguintes:

$$Q_{ETE} = \left( \frac{C \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot P_t \cdot q}{86.400} \right) + T_{inf} \cdot L_A \quad (01)$$

$$CP_{DBO-ES} = P_{ES} \cdot DBO_{hab} \quad (02)$$

$$CP_{DQO-ES} = P_{ES} \cdot DQO_{hab} \quad (03)$$

$$CP_{N-ES} = P_{ES} \cdot N_{hab} \quad (04)$$

E para a obtenção da carga de lixiviado, foram utilizadas as seguintes equações:

$$CP_{DBO-L} = Q_L \cdot DBO_L \quad (05)$$

$$CP_{DQO-L} = Q_L \cdot DQO_L \quad (06)$$

$$CP_{N-L} = Q_L \cdot N_L \quad (07)$$

A partir da obtenção da carga de contribuição do esgoto sanitário e da carga de lixiviado, tem-se a carga total afluyente a ETE, cujo equacionamento para a sua determinação foi o seguinte:

$$CP_{DBO-ETE} = CP_{DBO-ETE} + CP_{DBO-L} \quad (08)$$

$$CP_{DQO-ETE} = CP_{DQO-ETE} + CP_{DQO-L} \quad (09)$$

$$CP_{N-ETE} = CP_{N-ETE} + CP_{N-L} \quad (10)$$

A partir da carga total afluyente à ETE determina-se o índice de contribuição de carga para a ETE em questão através da seguinte equação:

$$\% \text{ I-CARGA} = \frac{CP_{DBO-L}}{CP_{DBO-ETE}} \cdot 100 \quad (11)$$

## RESULTADOS:

Da análise dos dados do lixiviado do Roger podem extrair-se as seguintes conclusões:

1) Características físico-químicas do lixiviado do Roger quanto ao potencial de tratabilidade

1.1) O pH=7,33 do lixiviado do Roger é maior que 7,0 indicando assim condição de ambiente alcalino;

1.2) A relação DQO/DBO mediana do lixiviado é igual a 2,18 e média desse é de 1,65, sendo assim inferior a 2,5, o que indica que esse lixiviado apresenta conteúdo de matéria orgânica facilmente degradável;

1.3) O lixiviado tem relação mediana de DBO:N:P igual a 100:46,71:0,03, que comparada com a relação mínima de tratamento aeróbio de DBO:N:P igual a 100:5:1, indica ser possível que o mesmo ocorra pelo processo aeróbio, desde que ocorra a suplementação de P, cuja fonte pode ser através de esgoto sanitário.

1.4) O NAT com pH=7,33, temperatura de 28°C a 30°C e NAT=135mg/L tem fracionamento de NAT com 1,56% para NH<sub>3</sub> cuja concentração é de 2,11 mg/L e de 98,44% para o íon amônio NH<sub>4</sub><sup>+</sup> que apresentou valor de concentração de 133 mg/L, indicando assim que o lixiviado tem baixo potencial de toxicidade devido à predominância do íon amônio NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, e que esse pode ser co-processado juntamente com esgoto sanitário, necessitando-se investigar o balanço de cargas na entrada da ETE (lixiviado + esgoto sanitário)

## 2) Características do potencial de tratabilidade do lixiviado com o esgoto sanitário

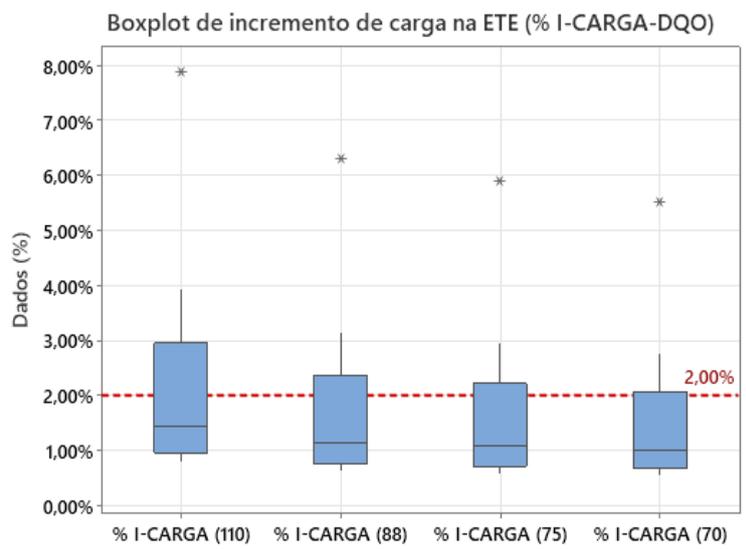
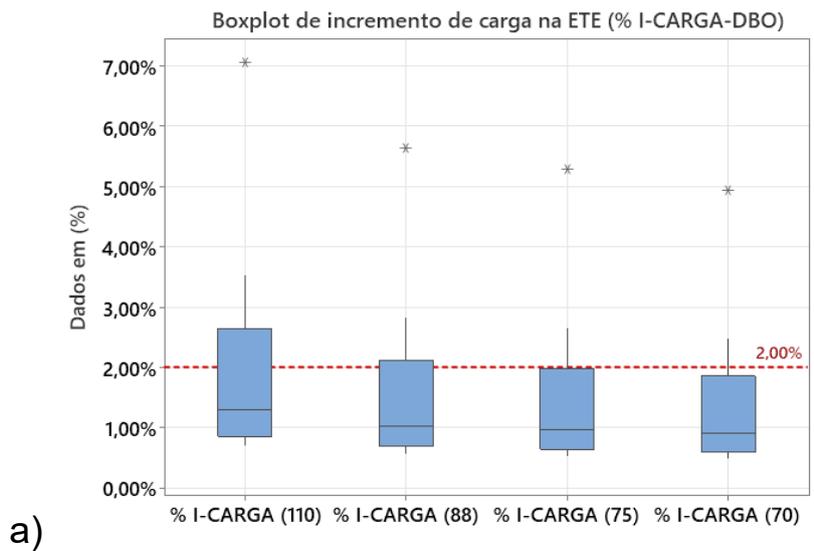
A Figura 7.7 ilustra o comportamento de incremento de carga de DBO, DQO e N com distintas contribuições de lixiviado. Para as variáveis DBO e DQO, os resultados do lançamento de Q<sub>L</sub>=110m<sup>3</sup>/d, indicaram que para maioria das situações de ETE o incremento não ultrapassaria 2,0% de contribuição a partir de vazão de 66,67 L/s de esgoto sanitário (Tabela 7.7), enquanto para a variável N sob as mesmas condições de contribuição hidráulica o índice de incremento atingi situações similares de 2,0% a partir de valores de vazão de 133,33 L/s a 150 L/s.

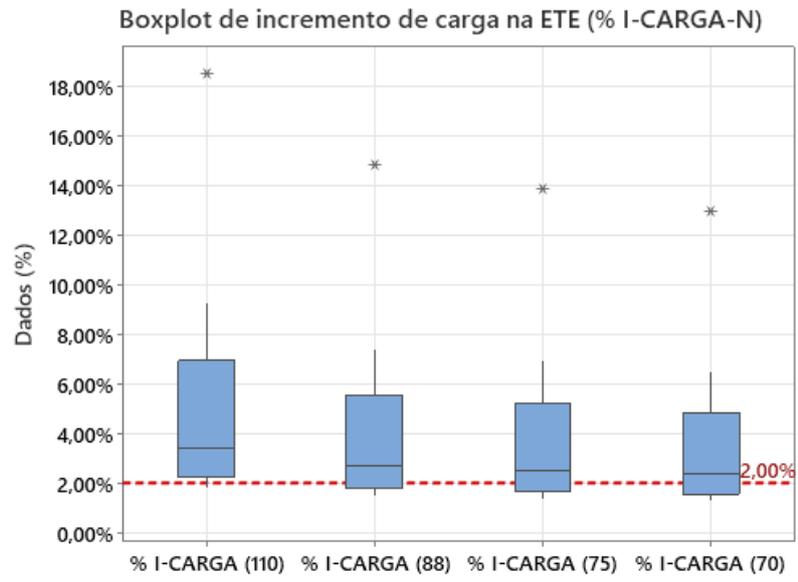
Para a situação em que a vazão de lançamento de Q<sub>L</sub>=110m<sup>3</sup>/d com redução de 80%, tendo então valor de Q<sub>L</sub>=88,0 m<sup>3</sup>/d, as variáveis DBO e DQO, tem valores de %I-CARGA ≤ 2,0% a partir de vazão de 50,00 L/s de esgoto sanitário (Tabela 7.8), enquanto para a variável N sob as mesmas condições de contribuição hidráulica o índice de incremento atingi situações similares de 2,0% a partir de valores de vazão de 116,67 L/s a 133,33 L/s.

Para a situação em que a vazão de lançamento de Q<sub>L</sub>=110m<sup>3</sup>/d com redução de 75%, passando então para valor de Q<sub>L</sub>=82,5 m<sup>3</sup>/d, as variáveis DBO e DQO, tem valores de %I-CARGA ≤ 2,0% a partir de vazão de 50,00 L/s de esgoto sanitário (Tabela 7.9), enquanto para a variável N sob as mesmas condições de contribuição hidráulica o índice de incremento atingi situações similares de 2,0% a partir de valores de vazão de 110,00 L/s a 116,67 L/s.

Para a situação em que a vazão de lançamento de  $Q_L=110\text{m}^3/\text{d}$  com redução de 70%, passando então para valor de  $Q_L=77\text{ m}^3/\text{d}$ , as variáveis DBO e DQO, tem valores de %I-CARGA  $\leq 2,0\%$  a partir de vazão de 50,00 L/s de esgoto sanitário (Tabela 7.10), enquanto para a variável N sob as mesmas condições de contribuição hidráulica o índice de incremento atingi situações similares de 2,0% a partir de valores de vazão de 110,00 L/s a 116,67 L/s.

Figura 7.7 - Gráficos de box-plot de incremento de carga de DBO, DQO e N com distintas contribuições de lixiviado.





c)

Tabela 7.7: Resultados do incremento de carga de DBO, DQO e N em função do porte da ETE (Situação 1).

Condição	Patend. (hab)	Q <sub>ETE</sub> . (L/s)	[DBO] <sub>d</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>d</sub> (kg/d)	[N] <sub>d</sub> (kg/d)	Q <sub>L</sub> . (m <sup>3</sup> /d)	[DBO] <sub>L</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>L</sub> (kg/d)	[N] <sub>L</sub> (kg/d)	[DBO] <sub>d+L</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>d+L</sub> (kg/d)	[N] <sub>d+L</sub> (kg/d)	% I- CARGA <sub>DBO</sub>	% I- CARGA <sub>DQO</sub>	% I- CARGA <sub>N</sub>
1,0	10.000,00	16,67	450,00	900,00	80,00	110,0	31,79	71,06	14,85	481,79	971,06	94,85	7,06%	7,90%	18,56%
2,0	20.000,00	33,33	900,00	1.800,00	160,00	110,0	31,79	71,06	14,85	931,79	1.871,06	174,85	3,53%	3,95%	9,28%
3,0	30.000,00	50,00	1.350,00	2.700,00	240,00	110,0	31,79	71,06	14,85	1.381,79	2.771,06	254,85	2,35%	2,63%	6,19%
4,0	40.000,00	66,67	1.800,00	3.600,00	320,00	110,0	31,79	71,06	14,85	1.831,79	3.671,06	334,85	1,77%	1,97%	4,64%
5,0	50.000,00	83,33	2.250,00	4.500,00	400,00	110,0	31,79	71,06	14,85	2.281,79	4.571,06	414,85	1,41%	1,58%	3,71%
6,0	60.000,00	100,00	2.700,00	5.400,00	480,00	110,0	31,79	71,06	14,85	2.731,79	5.471,06	494,85	1,18%	1,32%	3,09%
7,0	70.000,00	116,67	3.150,00	6.300,00	560,00	110,0	31,79	71,06	14,85	3.181,79	6.371,06	574,85	1,01%	1,13%	2,65%
8,0	80.000,00	133,33	3.600,00	7.200,00	640,00	110,0	31,79	71,06	14,85	3.631,79	7.271,06	654,85	0,88%	0,99%	2,32%
9,0	90.000,00	150,00	4.050,00	8.100,00	720,00	110,0	31,79	71,06	14,85	4.081,79	8.171,06	734,85	0,78%	0,88%	2,06%
10,0	100.000,00	166,67	4.500,00	9.000,00	800,00	110,0	31,79	71,06	14,85	4.531,79	9.071,06	814,85	0,71%	0,79%	1,86%

Tabela 7.8: Resultados do incremento de carga de DBO, DQO e N em função do porte da ETE (Situação 2).

Condição	Patend. (hab)	Q <sub>ETE</sub> . (L/s)	[DBO] <sub>d</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>d</sub> (kg/d)	[N] <sub>d</sub> (kg/d)	Q <sub>L</sub> . (m <sup>3</sup> /d)	[DBO] <sub>L</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>L</sub> (kg/d)	[N] <sub>L</sub> (kg/d)	[DBO] <sub>d+L</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>d+L</sub> (kg/d)	[N] <sub>d+L</sub> (kg/d)	% I- CARGA <sub>DBO</sub>	% I- CARGA <sub>DQO</sub>	% I- CARGA <sub>N</sub>
1,0	10.000,00	16,67	450,00	900,00	80,00	88,0	25,432	56,848	11,88	475,43	956,85	91,88	5,65%	6,32%	14,85%
2,0	20.000,00	33,33	900,00	1.800,00	160,00	88,0	25,432	56,848	11,88	925,43	1.856,85	171,88	2,83%	3,16%	7,42%
3,0	30.000,00	50,00	1.350,00	2.700,00	240,00	88,0	25,432	56,848	11,88	1.375,43	2.756,85	251,88	1,88%	2,11%	4,95%
4,0	40.000,00	66,67	1.800,00	3.600,00	320,00	88,0	25,432	56,848	11,88	1.825,43	3.656,85	331,88	1,41%	1,58%	3,71%
5,0	50.000,00	83,33	2.250,00	4.500,00	400,00	88,0	25,432	56,848	11,88	2.275,43	4.556,85	411,88	1,13%	1,26%	2,97%

Condição	P <sub>atend.</sub> (hab)	Q <sub>ETE.</sub> (L/s)	[DBO] <sub>d</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>d</sub> (kg/d)	[N] <sub>d</sub> (kg/d)	Q <sub>L</sub> (m <sup>3</sup> /d)	[DBO] <sub>L</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>L</sub> (kg/d)	[N] <sub>L</sub> (kg/d)	[DBO] <sub>d+L</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>d+L</sub> (kg/d)	[N] <sub>d+L</sub> (kg/d)	% I- CARGA <sub>DBO</sub>	% I- CARGA <sub>DQO</sub>	% I- CARGA <sub>N</sub>
6,0	60.000,00	100,00	2.700,00	5.400,00	480,00	88,0	25,432	56,848	11,88	2.725,43	5.456,85	491,88	0,94%	1,05%	2,48%
7,0	70.000,00	116,67	3.150,00	6.300,00	560,00	88,0	25,432	56,848	11,88	3.175,43	6.356,85	571,88	0,81%	0,90%	2,12%
8,0	80.000,00	133,33	3.600,00	7.200,00	640,00	88,0	25,432	56,848	11,88	3.625,43	7.256,85	651,88	0,71%	0,79%	1,86%
9,0	90.000,00	150,00	4.050,00	8.100,00	720,00	88,0	25,432	56,848	11,88	4.075,43	8.156,85	731,88	0,63%	0,70%	1,65%
10,0	100.000,00	166,67	4.500,00	9.000,00	800,00	88,0	25,432	56,848	11,88	4.525,43	9.056,85	811,88	0,57%	0,63%	1,49%

Tabela 7.9: Resultados do incremento de carga de DBO, DQO e N em função do porte da ETE (Situação 3).

Condição	P <sub>atend.</sub> (hab)	Q <sub>ETE.</sub> (L/s)	[DBO] <sub>d</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>d</sub> (kg/d)	[N] <sub>d</sub> (kg/d)	Q <sub>L</sub> (m <sup>3</sup> /d)	[DBO] <sub>L</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>L</sub> (kg/d)	[N] <sub>L</sub> (kg/d)	[DBO] <sub>d+L</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>d+L</sub> (kg/d)	[N] <sub>d+L</sub> (kg/d)	% I- CARGA <sub>DBO</sub>	% I- CARGA <sub>DQO</sub>	% I- CARGA <sub>N</sub>
1,0	10.000,00	16,67	450,00	900,00	80,00	82,5	23,8425	53,295	11,1375	473,84	953,30	91,14	5,30%	5,92%	13,92%
2,0	20.000,00	33,33	900,00	1.800,00	160,00	82,5	23,8425	53,295	11,1375	923,84	1.853,30	171,14	2,65%	2,96%	6,96%
3,0	30.000,00	50,00	1.350,00	2.700,00	240,00	82,5	23,8425	53,295	11,1375	1.373,84	2.753,30	251,14	1,77%	1,97%	4,64%
4,0	40.000,00	66,67	1.800,00	3.600,00	320,00	82,5	23,8425	53,295	11,1375	1.823,84	3.653,30	331,14	1,32%	1,48%	3,48%
5,0	50.000,00	83,33	2.250,00	4.500,00	400,00	82,5	23,8425	53,295	11,1375	2.273,84	4.553,30	411,14	1,06%	1,18%	2,78%
6,0	60.000,00	100,00	2.700,00	5.400,00	480,00	82,5	23,8425	53,295	11,1375	2.723,84	5.453,30	491,14	0,88%	0,99%	2,32%
7,0	70.000,00	116,67	3.150,00	6.300,00	560,00	82,5	23,8425	53,295	11,1375	3.173,84	6.353,30	571,14	0,76%	0,85%	1,99%
8,0	80.000,00	133,33	3.600,00	7.200,00	640,00	82,5	23,8425	53,295	11,1375	3.623,84	7.253,30	651,14	0,66%	0,74%	1,74%
9,0	90.000,00	150,00	4.050,00	8.100,00	720,00	82,5	23,8425	53,295	11,1375	4.073,84	8.153,30	731,14	0,59%	0,66%	1,55%
10,0	100.000,00	166,67	4.500,00	9.000,00	800,00	82,5	23,8425	53,295	11,1375	4.523,84	9.053,30	811,14	0,53%	0,59%	1,39%

Tabela 7.10: Resultados do incremento de carga de DBO, DQO e N em função do porte da ETE (Situação 4).

Condição	Patend. (hab)	Q <sub>ETE</sub> . (L/s)	[DBO] <sub>d</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>d</sub> (kg/d)	[N] <sub>d</sub> (kg/d)	Q <sub>L</sub> . (m <sup>3</sup> /d)	[DBO] <sub>L</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>L</sub> (kg/d)	[N] <sub>L</sub> (kg/d)	[DBO] <sub>d+L</sub> (kg/d)	[DQO] <sub>d+L</sub> (kg/d)	[N] <sub>d+L</sub> (kg/d)	% I- CARGA	% I- CARGA <sub>DQO</sub>	% I- CARGA <sub>N</sub>
1,0	10.000,00	16,67	450,00	900,00	80,00	77,0	22,253	49,742	10,395	472,25	949,74	90,40	4,95%	5,53%	12,99%
2,0	20.000,00	33,33	900,00	1.800,00	160,00	77,0	22,253	49,742	10,395	922,25	1.849,74	170,40	2,47%	2,76%	6,50%
3,0	30.000,00	50,00	1.350,00	2.700,00	240,00	77,0	22,253	49,742	10,395	1.372,25	2.749,74	250,40	1,65%	1,84%	4,33%
4,0	40.000,00	66,67	1.800,00	3.600,00	320,00	77,0	22,253	49,742	10,395	1.822,25	3.649,74	330,40	1,24%	1,38%	3,25%
5,0	50.000,00	83,33	2.250,00	4.500,00	400,00	77,0	22,253	49,742	10,395	2.272,25	4.549,74	410,40	0,99%	1,11%	2,60%
6,0	60.000,00	100,00	2.700,00	5.400,00	480,00	77,0	22,253	49,742	10,395	2.722,25	5.449,74	490,40	0,82%	0,92%	2,17%
7,0	70.000,00	116,67	3.150,00	6.300,00	560,00	77,0	22,253	49,742	10,395	3.172,25	6.349,74	570,40	0,71%	0,79%	1,86%
8,0	80.000,00	133,33	3.600,00	7.200,00	640,00	77,0	22,253	49,742	10,395	3.622,25	7.249,74	650,40	0,62%	0,69%	1,62%
9,0	90.000,00	150,00	4.050,00	8.100,00	720,00	77,0	22,253	49,742	10,395	4.072,25	8.149,74	730,40	0,55%	0,61%	1,44%
10,0	100.000,00	166,67	4.500,00	9.000,00	800,00	77,0	22,253	49,742	10,395	4.522,25	9.049,74	810,40	0,49%	0,55%	1,30%

## 8 ESTABILIDADE DO MACIÇO

Os aterros sanitários são sistemas complexos de deposição de resíduos sólidos urbanos (RSU), onde os processos de compactação dos resíduos, o adequado funcionamento dos sistemas de drenagem (de líquidos e gases), a biodegradação dos resíduos orgânicos e as tensões devido ao peso próprio do maciço e das poro-pressões dos fluidos presentes, criam uma estrutura complexa em muitos aspectos e em particular no geotécnico.

A estabilidade geotécnica de aterros sanitários é fundamental para o adequado funcionamento do sistema e para garantir a segurança global do empreendimento, que envolve segurança socioambiental e econômica. Deste modo, o estudo da estabilidade visa avaliar a segurança das células de resíduos sólidos do antigo lixão do Roger, as quais atingirão alturas da ordem de 10 metros.

No Brasil, os estudos relativos à estabilidade e monitoramento geotécnico de maciços de resíduos começaram a se intensificar a partir da ruptura em 1991 da fase AS-1 do Aterro Sanitário Bandeirantes, no município de São Paulo, na qual 65.000 m<sup>3</sup> do maciço de resíduos escorregaram em direção à Rodovia dos Bandeirantes (CAMPI, 2011).

Os resíduos sólidos urbanos são materiais que embora sejam diferentes dos solos, são tratados utilizando-se os conceitos da mecânica dos solos. Desta forma, tanto os parâmetros como os procedimentos de análises são em geral os mesmo que se utilizam nas análises de solos. Nas análises de estabilidade de taludes de aterros sanitários utiliza-se, muitas vezes, o método de equilíbrio limite. Este método avalia o equilíbrio entre as forças e momentos que induzem a ruptura, em relação aos esforços que resistem à ruptura, ou seja, a resistência do material

A estabilidade de um aterro sanitário está condicionada aos parâmetros de resistência dos materiais envolvidos, as tensões atuantes e principalmente as pressões (ou poro-pressões) de líquidos e gases presentes no maciço. Os parâmetros de resistência são definidos a partir da envoltória de resistência, que é o limite máximo de tensões que o material pode suportar sem romper.

A análise de estabilidade de taludes para o projeto será realizada por meio do software da GeoSlope: Slope/w (análise de estabilidade pelo método do equilíbrio limite), onde se utilizará parâmetros geotécnicos do solo (fundação do aterro) estimados através de

perfis de sondagens, com determinação de SPT, realizados em diferentes pontos da área em estudo e com base em dados da literatura para estes tipos de solos. Em relação aos parâmetros geotécnicos dos resíduos sólidos urbanos, estes foram estimados por meio de consulta à literatura, a qual se baseia em ensaios de campo e laboratório, considerando-os apenas como “velhos”, uma vez que a operação da área foi finalizada aproximadamente 20 anos.

As análises de estabilidade terão como objetivo determinar as superfícies de ruptura críticas e o fator de segurança mínimo para os diferentes casos e cenários investigados. No Projeto executivo serão apresentadas todas as superfícies críticas que serão simuladas com os seus respectivos fatores de segurança, como também são apresentados os resultados da análise de estabilidade de taludes das seções mais críticas, dos arquivos de saída do software Slope/w (análise de estabilidade pelo método do equilíbrio limite), com os resultados dos fatores de segurança.

### 8.1.1 FATOR DE SEGURANÇA MÍNIMO ADOTADO – NBR 11682/2009

Conforme a NBR 11682/2009 (estabilidade de encostas), os fatores de segurança (FS) considerados tem a finalidade de cobrir as incertezas naturais das diversas etapas de projeto e construção. Dependendo dos riscos envolvidos, deve-se enquadrar o projeto em uma das classificações de nível de segurança, definidas a partir das Tabelas 1 e 2 da referida norma (Possibilidade de perdas humanas (Tabela 1) e de danos materiais e ambientais (Tabela 2)), apresentadas na Tabela 7.1 e Tabela 7.2.

Tabela 8.1 – Nível de segurança desejado contra perdas de vidas humanas – (Tabela 1 - NBR 11682/2009)

Nível de segurança	Critérios
Alto	Áreas com intensa movimentação e permanência de pessoas, como edificações públicas, residenciais ou industriais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego intenso
Médio	Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego moderado
Baixo	Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego reduzido

Tabela 8.2 – Nível de segurança desejado conta danos materiais e ambientais (Tabela 2 - NBR 11682/2009)

Nível de segurança	Critérios
Alto	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de alto valor histórico, social ou patrimonial, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais graves, tais como nas proximidades de oleodutos, barragens de rejeito e fábricas de produtos tóxicos
Médio	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor moderado Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais moderados
Baixo	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor reduzido Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais reduzidos

Baseado nas condições de projeto e operação de um aterro sanitário consideramos:

- a) Tabela 1 – Nível de segurança desejado contra perdas de vidas humanas – Médio;
- b) Tabela 2 – Nível de segurança desejado conta danos materiais e ambientais – Baixo.

O Fator de Segurança Mínimo a ser adotado no projeto, levando-se em conta os níveis de segurança preconizados nas Tabelas 1 e 2 da NBR 11682/2009, devem ser estipulados de acordo com a Tabela 7.3 – Fatores de Segurança Mínimos para Deslizamentos – NBR 11682/2009.

Tabela 8.3 – Fatores de Segurança Mínimos para deslizamentos (Tabela 3 - NBR 11682/2009)

Nível de segurança contra danos materiais e ambientais \ Nível de segurança contra danos a vidas humanas	Alto	Médio	Baixo
	Alto	1,5	1,5
Médio	1,5	1,4	1,3
Baixo	1,4	1,3	1,2

Então o **Fator de Segurança Mínimo do Projeto deverá ser de 1,3.**

Nos próximos itens irão apresentar todas as informações necessárias para o cálculo da Estabilidade dos Taludes, tais como: descrição do software utilizado, geometria do aterro, nível piezométrico simulado, parâmetros geotécnicos adotados (para o solo e lixo). E por último os cenários analisados. No projeto executivo serão apresentados os

resultados das análises, onde os fatores de segurança obtidos para cada cenário deverão ser iguais ou maiores que **Fator de Segurança Mínimo do Projeto deverá ser de 1,3.**

### **8.1.2 DESCRIÇÃO DO SOFTWARE UTILIZADO**

O SLOPE/W é um dos softwares mais utilizados no mercado de aplicações voltadas para a análise de estabilidade de taludes, fundamentando-se em análises de Equilíbrio Limite e suas formulações, que se baseiam, principalmente, no método das fatias. Tais análises foram desenvolvidas ainda no início do século XX, e desde então vêm sendo usadas para avaliar estabilidade de taludes na engenharia geotécnica.

O software utiliza o critério de avaliação o proposto por Mohr-Coulomb para o comportamento da resistência ao cisalhamento, o cálculo do fator de segurança de um determinado deslizamento é feito através do método das fatias. O método utilizado para a análise de estabilidade neste estudo foi o de Morgenstern-Price.

### **8.1.3 4.8.3 GEOMETRIA DO ATERRO**

A geometria dos taludes de solo e das células de resíduos sólidos foram dimensionados para o projeto segundo a declividade 1V:2.H, com o objetivo de proporcionar um risco mínimo de ruptura da célula de resíduos sólidos, e assim evitar contaminação das regiões vizinhas.

### **8.1.4 NÍVEL PIEZOMÉTRICO**

O nível piezométrico de um aterro de resíduos sólidos, que se refere ao nível da coluna de lixiviado, é a resultante da água percolada no aterro e o chorume produzido pelo processo de biodegradação da matéria orgânica; o mesmo apresenta notória influência na estabilidade do aterro sanitário.

Neste projeto foram utilizados dois níveis de lixiviado nas análises, uma condição de drenagem e uma condição ideal (1/3 da altura do aterro) e de drenagem obstruída (2/3 da altura do aterro).

### **8.1.5 PARÂMETROS GEOTÉCNICOS ADOTADOS**

Os parâmetros geotécnicos necessários para a análise de estabilidade do talude, utilizando-se o GeoSlope, são: ângulo de atrito interno ( $\phi$ ), coesão (c) e peso específico

( $\gamma$ ) para camadas de solos convencionais. No que diz respeito ao solo existente na área do Antigo Lixão do Roger, as sondagens realizadas no aterro verificaram uma camada lixo antigo (nos primeiros 7,50 m) e uma camada posterior areia com lixo e argila ou Areia medianamente compacta, siltosa com matéria orgânica, preta, variando de 7,50 a 10,00 m, onde os ensaios tipo SPT foram finalizados..

A partir dos valores do relatório de sondagem foi possível realizar a correlação do NSPT obtido com os parâmetros geotécnicos, deste modo, de acordo com Godoy (1972), a camada de areia medianamente compacta possui peso específico de 17,00 KN/m<sup>3</sup> e ângulo de atrito de 32°. . Em relação ao ângulo de atrito e a coesão, os valores foram obtidos de acordo com Terzaghi et all (1948), para a areia medianamente compacta varia entre 30° e 35° e coesão de 40 KPa;, respectivamente.

Para as camadas de resíduos será considerada apenas a idade do lixo antigo, devido ao seu estágio de degradação da massa, portanto, assim, definidos os parâmetros geotécnicos para os resíduos “velhos”. O embasamento de tais parâmetros se deu por uma extensa revisão da literatura e por trabalhos realizados anteriormente pela equipe de elaboração deste projeto executivo.

A Tabela 8.4 apresenta os parâmetros geotécnicos, utilizados nas análises, para os diferentes materiais existentes, ou seja, os materiais constituintes do subsolo e os resíduos sólidos depositados no aterro, na condição de “resíduo velho”.

Tabela 8.4 – Parâmetros utilizados nas análises de estabilidade de taludes

<b>Material</b>	<b>c (kPa)</b>	<b><math>\phi</math> (°)</b>	<b><math>\gamma</math> (kN/m<sup>3</sup>)</b>
Areia medianamente compacta com argila	40,00	32,00	17,00
Resíduos velhos	3,50	28,00	12,00

Fonte: GRS/UFPE (2022)

### 8.1.6 CENÁRIOS ANALISADOS

Na análise de estabilidade dos taludes da área do antigo lixão do Roger foram considerados as situações reais que irão correr na área. De acordo com a disposição dos resíduos no talude do aterro, diferentes cenários foram estudados, no total de 2 (dois). A descrição dos mesmos encontra-se a seguir:

- Cenário 1: espessura de lixo de 10 metros com declividade 1:2 e com condição de eficiência na drenagem, isto é, com nível piezométrico na altura de 1/3 da

célula). Destaca-se que dos 10 metros de resíduos sólidos dispostos na célula, considerou-se que todos serão tratados como resíduos “velhos”, uma vez que, o aterro já possui aproximadamente 20 anos de atividades encerradas e já estariam com o processo de biodegradação em estágio avançado;

- Cenário 2: idem ao cenário 5, porém levando-se em consideração uma indesejável ineficiência ou falha no sistema de drenagem, isto é, com nível piezométrico na altura de 2/3 da célula;

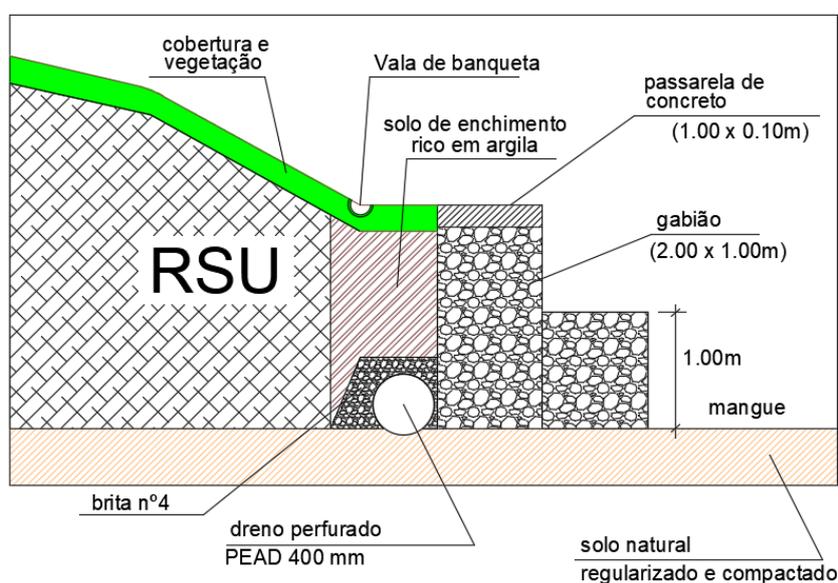
É importante ressaltar que, embora esteja previsto um eficiente funcionamento do sistema de drenagem anelar da massa de resíduos, o que representa um dos requisitos imprescindíveis em um projeto de construção e operação de aterro sanitário, é relevante, para efeito de análises de estabilidade de talude, admitir a hipótese de um mal funcionamento da drenagem provocado, por exemplo, por imprevistos acidentais. Assim, nos casos em que se considera tal situação, utilizou-se um nível piezométrico de cerca de 2/3 da altura do talude. Nos demais casos, utilizou-se um nível piezométrico inferior a 1/3 da altura do talude, representando um bom funcionamento da drenagem. Salienta-se que nas sondagens realizadas e apresentadas no Produto 2, não foi detectado nível de lixiviado na área do antigo lixão.

## 9 ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O escoamento superficial processa-se em toda a área através das linhas de drenagem estabelecidas pela topografia resultante do encerramento do lixão. A renaturalização e o exuberante coberto vegetal constituem importante fator de estabilização de todo o maciço e asseguram nas linhas de água existentes escoamentos até ao mangue. O princípio geral é de se manterem as linhas existentes como canais naturalizados para receberem as descargas de drenos a serem construídos nas áreas com construções do Parque.

O escoamento que se verifica nos taludes será recebido em vala perimetral de berma, a ser implantada no interior da berma do muro de gabião, como se mostra na Figura 8.1 a seguir apresentada.

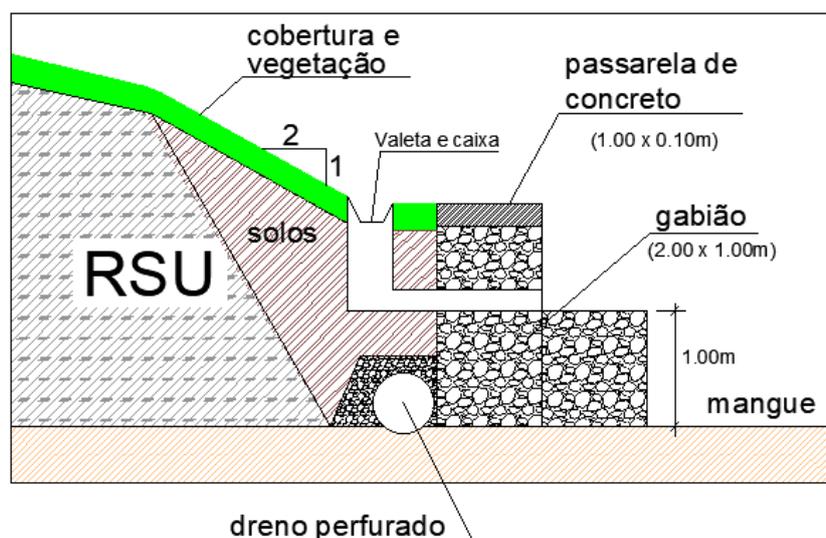
Figura 9.1 – corte esquemático da vala de banquetta junto ao muro de gabião



Fonte: autores, 2022

A valeta (de seção circular ou trapezoidal) acompanha o muro de gabião e a cada 100 metros terá uma caixa de reunião em concreto 60x60x100, com tampa em grelha metálica, que recebe o escoamento de cada trecho concorrente à caixa, que por sua vez descarrega por tubo na face de tardo do muro, a 1 metro de profundidade, escoando para o mangue, como se pode ver na Figura 9.2.

Figura 9.2 – Esquema do muro de gabião, da valeta de banqueta e da caixa de reunião e descarga no mangue



## 9.1 ESQUEMA GERAL PRECONIZADO

Não se põem, em geral, em relação à drenagem das águas pluviais, problemas de opção entre vários esquemas de saneamento, uma vez que o esquema mais lógico e mais evidente, consistirá em adaptar o traçado da rede às bacias de drenagem que a própria topografia condiciona.

A grande capacidade de regeneração que o local exhibe é digna de realce e, nesse sentido, a proposta para a drenagem superficial é de respeitar as linhas de escoamento estabelecidas no local, evitando tanto quanto possível, se artificializar linhas de água com valas revestidas.

Para drenar as plataformas em que serão implantadas as construções previstas nos setores que constituem o Parque Socioambiental, serão estabelecidas linhas drenantes em vala que descarregam nas linhas “naturais” existentes.

As plataformas de implantação das construções do Parque serão artificializadas através da adição de terra para ajuste à maior cota encontrada em cada um desses platôs, para evitar que a espessura de cobertura dos resíduos seja fragilizada com cortes.

Por outro lado, cada coletor de drenagem terá o menor desenvolvimento possível, isto é, o escoamento das águas pluviais e a condução aos pontos de lançamento deverão ser o mais rápidos possível, sendo escolhidos pontos de lançamento nas linhas de água já estabelecidas naturalmente no antigo lixão e que têm drenado com eficiência toda a área.

O funcionamento da rede pluvial será integralmente gravítico, desde o ponto de descarga mais afastado até à ligação de descarga nas linhas de drenagem existentes. Para evitar que o escoamento superficial que se estabelecer nos taludes até ao muro de gabião possa galgar o muro, será executada uma vala de banquetta rasa de perfil trapezoidal junto à passarela de concreto para desviar o fluxo de água pluvial através de tubulação inserta em caixas de passagem localizadas de 100 em 100 metros ao longo da vala de banquetta, que atravessa o gabião e descarrega no mangue.

## 9.2 CÁLCULO HIDRÁULICO DOS COLETORES

A água que se pode encontrar genericamente num aterro ativo é a proveniente da umidade dos resíduos, da umidade das terras de cobertura e, em particular, a pluviosidade que percola pelo maciço. No entanto, no presente caso, a umidade dos resíduos é a que já se encontra, sendo a maior parte a que provém da pluviosidade sobre a área.

Da totalidade da água que cai sobre a área, a maior parte é desviada por escoamento superficial (run-off), outra parte será por evapotranspiração e menor quantidade para consumo pela cobertura vegetal existente. A cobertura de encerramento das células tem-se revelado eficiente barreira à passagem de fluidos, exibindo pouca condutividade hidráulica depois de saturada.

Escoamento superficial

Optou-se pela fórmula Racional para cálculo da vazão dos escoamentos superficiais:

$$Q = \frac{C.I.A}{360}$$

Q= vazão de pico (m<sup>3</sup>/s);

C= coeficiente de escoamento superficial varia de 0 a 1.

i= intensidade média da chuva (mm/h);

A= área da bacia (hectares).

A intensidade da pluviosidade é um dos parâmetros que deve ser bem escolhido, por segurança.

Analisando os dados pluviométricos do período de **2002 a 2019** obtidos no site do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, das Estação Meteorológica de João Pessoa/PB, apresentados na Tabela a seguir, mostram os valores de precipitação média mensal.

Tabela 9.1 – médias mensais da pluviosidade em João Pessoa (INMET)

Ano	Posto Bayeux Cemaden (mm)	Posto João Pessoa INMET (mm)	Posto Cabedelo Cagepa (mm)
2002	89,4	89,4	89
2003	103,4	103,4	101,7
2004	116,7	116,7	90
2005	129,8	129,8	112
2006	51,4	51	51,7
2007	105,4	105,4	119,1
2008	139,2	139,2	117,4
2009	129,9	146,6	131,2
2010	70	89,4	63,3
2011	165	165	152
2012	183	151,6	125,8
2013	159,2	159,2	142,4
2014	75,5	75,5	74
2015	94,2	94,2	89
2016	147,4	147,4	146
2017	131,9	140,4	141
2018	113,8	106,2	112,8
2019	193,4	190,2	185,0

A média mensal de maior pluviosidade foi observado neste período de observação em 2019 com 190.2 mm, com pico de 400,3mm no posto meteorológico de João Pessoa no mês de junho.

As precipitações acumuladas anuais desde 2002 até 2019 são apresentadas na Tabela 9.2.

Tabela 9.2 – Precipitações anuais acumuladas em João Pessoa (INMET)

Ano	Posto Bayeux Cemaden (mm)	Posto João Pessoa INMET (mm)	Posto Cabedelo Cagepa (mm)
2002	1 072.8	1 072.8	1 068.0
2003	1 240.8	1 240.8	1 220.4
2004	1 400.4	1 400.4	1 080.0
2005	1 557.6	1 557.6	1 344.0
2006	616.8	612.0	620.4
2007	1 264.8	1 264.8	1 429.2
2008	1 670.4	1 670.4	1 408.8
2009	1 558.8	1 759.2	1 574.4
2010	840.0	1 072.8	759.6
2011	1 980.0	1 980.0	1 824.0
2012	2 196.0	1 819.2	1 509.6
2013	1 910.4	1 910.4	1 708.8
2014	906.0	906.0	888.0
2015	1 130.4	1 130.4	1 068.0
2016	1 768.8	1 768.8	1 752.0
2017	1 582.8	1 684.8	1 692.0
2018	1 365.6	1 274.4	1 353.6
2019	2 320.8	2 282.4	2 220.0
Média	1 389.7	1 401.1	1 299.9

Tendo em consideração que não se trata da drenagem de um aterro sanitário, em que a necessidade de escoamento rápido se coloca como fator de estabilidade operacional, mas de uma área já renaturalizada e consolidada, em que o escoamento se processa por linhas de água “naturais” estabelecidas pela topografia existente e pelo tempo, consideram-se em cálculo os mesmos princípios da drenagem pluvial de uma determinada área em perímetro urbano. Optou-se por considerar a situação de pico, 400,3 mm/mês, num período de retorno de 25 anos.

### **Período de Retorno e Intensidade de Precipitação**

Sabendo-se que a intensidade de precipitação depende, não só das características pluviométricas da zona em estudo, como também das características de duração e frequência adequadas a cada projeto, o método mais usado para a sua determinação é o que consiste na utilização das curvas de intensidade de precipitação em função do conhecimento da chuvada e da duração da mesma.

Os valores da intensidade de precipitação para os períodos de retorno (2, 5, 10, 20 e 25 anos) obtêm-se através de curvas “I-D-F” de João Pessoa, com recurso à expressão (1), já referida, e em função dos parâmetros a fixar.

A curva IDF de João Pessoa foi determinada pelos dados de chuvadas de curta duração a longa duração, cujo ajuste dos valores de máxima precipitação diária anual encontrados foi feito utilizando-se a distribuição estatística de Gumbel.

Equação da curva IDF de João Pessoa determinada:

$$i = \frac{K \cdot T r^m}{(t + b)^n}$$

Parâmetros:

K	369.409
m	0.15
b	5
n	0.568

$$I(\text{mm/h}) = \frac{369,409 * T_r^{0,15}}{(t + 5)^{0,568}}$$

Tabela 9.3 – Intensidade da precipitação em função da duração e tempo de retorno de João Pessoa

Duração (min)	Intensidade calculada (mm/h)											
	Período de retorno. Tr (anos)											
	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	100
5	127.16	141.09	149.94	156.55	161.88	166.37	173.71	179.62	184.60	188.92	190.88	199.30
10	101.00	112.07	119.10	124.35	128.58	132.15	137.97	142.67	146.63	150.06	151.62	158.30
15	85.78	95.17	101.14	105.60	109.20	112.23	117.17	121.16	124.52	127.43	128.76	134.44
20	75.57	83.85	89.10	93.03	96.20	98.87	103.23	106.74	109.70	112.26	113.43	118.43
30	62.42	69.26	73.60	76.85	79.46	81.67	85.27	88.17	90.61	92.73	93.70	97.83
45	50.97	56.56	60.10	62.75	64.89	66.69	69.63	72.00	74.00	75.73	76.52	79.89
60	43.92	48.73	51.78	54.07	55.91	57.46	59.99	62.03	63.75	65.24	65.92	68.83
120	30.29	33.61	35.72	37.29	38.56	39.63	41.38	42.79	43.97	45.00	45.47	47.47
180	24.24	26.90	28.59	29.85	30.86	31.72	33.12	34.25	35.19	36.02	36.39	38.00
240	20.67	22.93	24.37	25.45	26.31	27.04	28.23	29.19	30.00	30.71	31.03	32.39
300	18.25	20.25	21.52	22.47	23.23	23.88	24.93	25.78	26.49	27.11	27.40	28.60
360	16.48	18.29	19.43	20.29	20.98	21.56	22.51	23.28	23.92	24.48	24.74	25.83
420	15.12	16.77	17.82	18.61	19.24	19.78	20.65	21.35	21.94	22.46	22.69	23.69
480	14.02	15.56	16.54	17.26	17.85	18.35	19.16	19.81	20.36	20.83	21.05	21.98
720	11.16	12.38	13.16	13.74	14.21	14.60	15.25	15.76	16.20	16.58	16.75	17.49
840	10.23	11.35	12.06	12.60	13.02	13.39	13.98	14.45	14.85	15.20	15.36	16.03
1200	8.36	9.28	9.86	10.30	10.65	10.94	11.42	11.81	12.14	12.42	12.55	13.11
1440	7.54	8.37	8.89	9.29	9.60	9.87	10.30	10.65	10.95	11.21	11.32	11.82

Fonte: própria

A intensidade da precipitação calculada para TR de 25 anos e chuva intensa de curta duração (5 minutos) é de 161.88mm.

O intervalo de tempo que corresponde à situação crítica, ou seja, à duração da chuva a considerar, será igual ao tempo de concentração na bacia (área a drenar).

### 9.3 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO

Os coeficientes de escoamento a adaptar são os seguintes:

- Cobertura → 1.00
- Pavimento betuminoso → 0.80
- Taludes na zona do aterro → 0.35
- Zonas verdes → 0.15

### 9.4 CÁLCULO HIDRÁULICO

Os Coletores, de seção circular ou trapezoidal, foram dimensionados pela fórmula Manning- Strickler.

$$Q = \frac{1}{n} \times R_h^{2/3} \times \sqrt{i} \times A_m$$

em que:

Q - Vazão transportada pela seção em estudo, em m<sup>3</sup>/s

1/n = K - Coeficiente de escoamento de Manning- Strickler = adoptado 60 para concreto

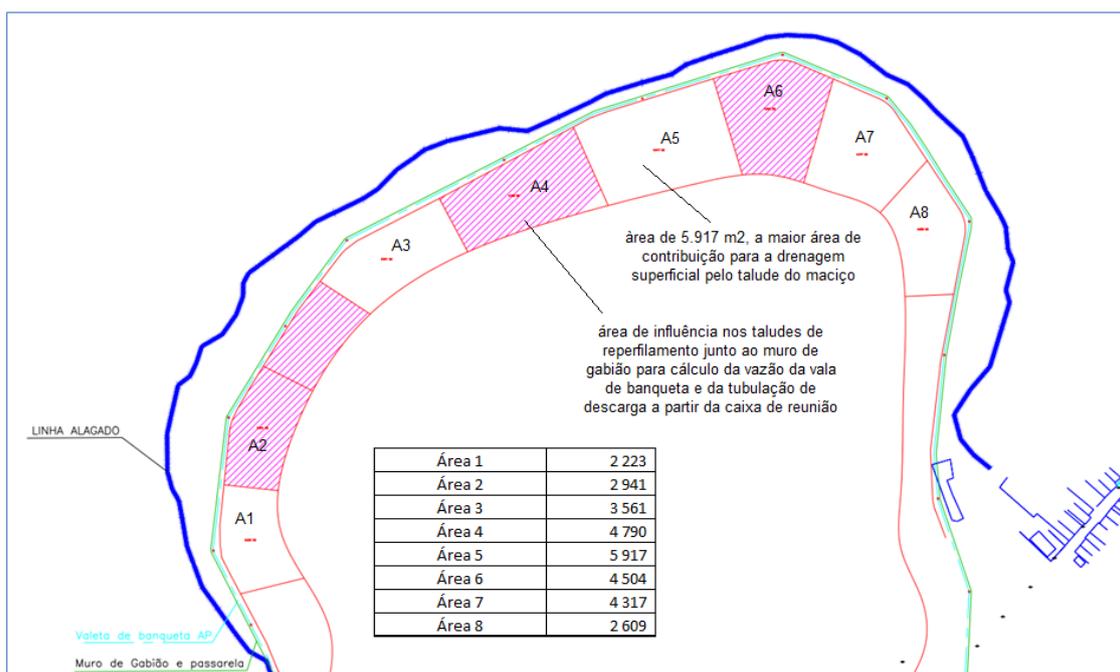
R<sub>h</sub> - Raio Hidráulico, em metros

i - Inclinação, em m/m

A<sub>m</sub> – área molhada

Apresenta-se na Figura a seguir a planta com as áreas de influência do escoamento superficial pelo talude do maciço.

Figura 9.3 – planta com as áreas de influência para cálculo da vazão de runoff pelo talude do maciço



Fonte: autores, 2022

Cálculo das vazões drenadas por runoff em cada área do talude que servem para determinação das dimensões da valeta de banquetas e do diâmetro do tubo de descarga da caixa de reunião da valeta, utilizando a fórmula Racional.

Trecho	Área (m <sup>2</sup> )	Vazão (m <sup>3</sup> /s) (cálculo)
	Talude	
Área 1	2 223	0.015
Área 2	2 941	0.020
Área 3	3 561	0.024
Área 4	4 790	0.032
<b>Área 5</b>	<b>5 917</b>	<b>0.040</b>
Área 6	4 504	0.030
Área 7	4 317	0.029
Área 8	2 609	0.018

### Capacidade de escoamento de canal trapezoidal

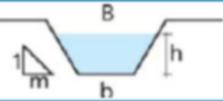
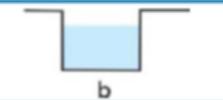
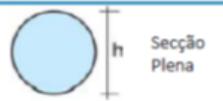
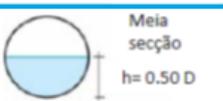
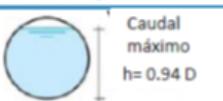
Cálculo das vazões escoadas em canal trapezoidal, utilizando a equação de Manning-Strickler para canal revestido a concreto  $K_s=60$  e valeta com largura de fundo de 30 cm e altura total de 30 cm com inclinações a 45°:

Tabela 9.4 – simulação da capacidade de escoamento de canal trapezoidal com inclinação de 0.75% em valeta de banqueteta

Seção trapezoidal concreto	talude (H/V)	m (m)	lâmina água h (m)	b (m)	Am (m <sup>2</sup> )	Rh (m)	J (m/m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)
S1	1.50	0.38	0.25	0.30	0.1688	0.057	0.75%	0.1299	0.77
S2	1.50	0.30	0.2	0.30	0.1200	0.09106	0.75%	0.1262	1.05
S3	1.50	0.23	0.15	0.30	0.0788	0.0845	0.75%	0.0788	1.00
S4	1.50	0.15	0.1	0.30	0.0450	0.05377	0.75%	0.0333	0.74
S5	1.50	0.08	0.05	0.30	0.019	0.04	0.75%	0.0112	0.60

Fonte: autores, 2022

Tabela 9.5 – dimensões e fórmulas para cálculo dos parâmetros utilizados na equação de Manning

Geometria da secção	Área Molhada (A <sub>m</sub> )	Perímetro Molhado (P <sub>m</sub> )	Raio Hidráulico (R <sub>H</sub> )	Largura Superficial (B)
	$(b+mh)h$	$b + 2h\sqrt{1+m^2}$	$\frac{(b+mh)h}{b + 2h\sqrt{1+m^2}}$	$b+2mh$
	$b \cdot h$	$b+2h$	$\frac{b \cdot h}{b+2h}$	$b$
 Seção Plena	$\frac{\pi \cdot D^2}{4}$	$\pi \cdot D$	$\frac{D}{4}$	---
 Meia seção h= 0.50 D	$\frac{\pi \cdot D^2}{8}$	$\frac{\pi \cdot D}{2}$	$\frac{D}{4}$	---
 Caudal máximo h= 0.94 D	$0,7662 \cdot D^2$	$2,6467 \cdot D$	$0,2895 \cdot D$	---

Fonte: própria

A vazão máxima calculada é para a área 5 do talude, com  $Q=0.04 \text{ m}^3/\text{s}$ , sendo que o canal da valeta tem capacidade de escoar essa vazão com a lâmina de água de 15 cm (Tabela 8.4).

Capacidade de escoamento do tubo de descarga da caixa de valeta

Q projeto =  $0.040 \text{ m}^3/\text{s}$

D= 30 cm

Inclinação do tubo = 1%

Utilizando a equação de Manning-Strickler os resultados estão na Tabela 9.6

Tabela 9.6 – Capacidade de escoamento a seção cheia e a meia seção

Parâmetros	0.94D	Meia seção
J (inclinação m/m)	2.0%	2.0%
D (m) ou b	0.3	0.3
A molhada (m <sup>2</sup> )	0.06896	0.0353
P molhado (m)	0.794	0.471
Rh (m)	0.087	0.075
Material	concreto	concreto
Ks	60	60
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.11475	0.0533
Velocidade (m/s)	1.66	1.51

Fonte: autores, 2022

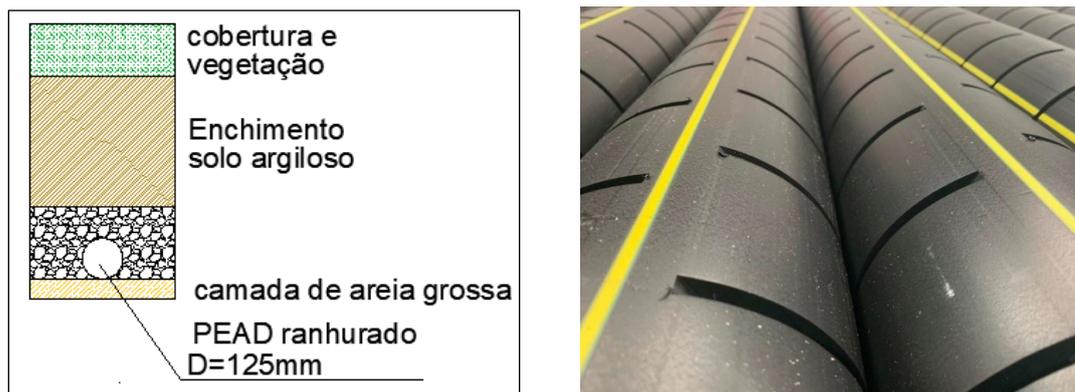
Como se pode verificar o tubo de 300mm tem capacidade de escoar a meia seção quase o dobro da vazão calculada para a situação mais desfavorecida (maior área).

## 10 MATERIAIS E ACESSÓRIOS DA REDE DE DRENAGEM

### 10.1 COLETORES

Os coletores para drenagem do biogás em vala drenante serão executados em tubos de diâmetro de 125mm em PEAD ranhurados a 360° da classe de rigidez circunferencial SN8.

Figura 10.1 – Tubo 125 mm ranhurado de PEAD em vala para drenagem biogás



Fonte: autores, 2022

### 10.2 POÇO DE VISITA DA REDE PERIMETRAL DE LIXIVIADOS

Os materiais a utilizar na sua execução deverão satisfazer o prescrito nas condições a seguir indicadas. As formas e as dimensões das câmaras de visita deverão obedecer ao indicado nas peças desenhadas.

**Soleira**

A soleira é uma laje destinada a servir de fundação às paredes dos corpos e será executada em concreto com dosagem mínima de cimento igual a 250 Kg/m<sup>3</sup> de concreto.

**Corpo**

As paredes que compõem o corpo serão construídas por anéis pré-fabricados em concreto, com remate troncocônico, ligados com argamassa de 400 Kg/m<sup>3</sup> de cimento (1:3 em volume).

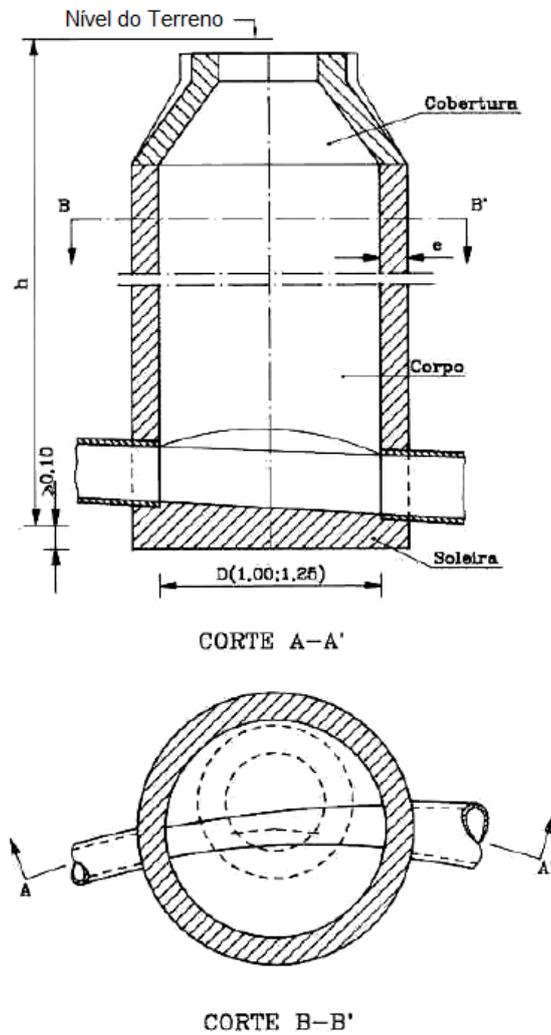
**Degaus**

Serão pré-fabricados em Polipropileno e do tipo “HIDROSTANK” ou similar para paramento curvo.

**Tampa e aro**

As tampas e os aros a aplicar deverão ter características idênticas à classe D400 de acordo com a Norma brasileira em vigor. Deverão ser de boa fundição e isentos de poros e defeitos que comprometam a sua resistência.

Figura 10.2 – Corte de um poço de visita da rede de drenagem de lixiviados no perímetro do maciço junto ao muro de gabião



As tampas serão providas de fecho de segurança, como se ilustra na Figura.

Figura 10.3 – Ilustração de tampa de poço de visita em ferro fundido com fecho de segurança (Sabesp)



### **10.3 CAIXA DE VISITA E LIGAÇÃO DA VALETA**

As caixas de visita (ligação dos ramais da valeta de banqueta e descarga no mangue com atravessamento do muro de gabião) serão utilizados materiais que satisfaçam o prescrito nas condições a seguir indicadas. As dimensões das caixas são de 60x60x100, ou sendo em anéis de concreto, o diâmetro será de 800mm e altura de 1000 mm. A dimensão do tubo de ligação é de D= 300mm em concreto.

#### **Soleira**

A soleira é uma laje destinada a servir de fundação às paredes dos corpos e será executada em concreto com dosagem mínima de cimento igual a 250 Kg/m<sup>3</sup> de concreto.

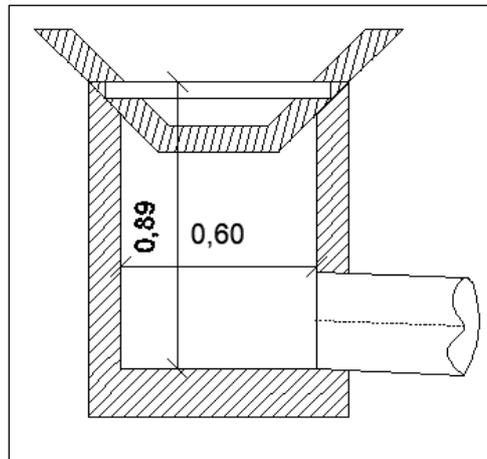
#### **Corpo**

As paredes que compõem o corpo serão de concreto ou blocos maciços de concreto, podendo ser também construídas por anéis pré-fabricados em concreto de 800mm de diâmetro.

#### **Tampa**

A tampa a aplicar na caixa de visita será em aço com tratamento galvanizado a quente em barras de 5x50mm para funcionamento como grelha drenante.

Figura 10.4 – Caixa de passagem em valeta



## **11 MONITORAMENTO AMBIENTAL**

A Lei 6938/81, regulamentada pelo Decreto 99274/90, cria, através do artigo 9º, os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Através do inciso I, do estabelecimento de padrões de qualidade ambiental, o monitoramento ambiental passa a ser um elemento essencial. Entende-se por monitoramento ambiental como um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, visando identificar e avaliar qualitativa e quantitativamente as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo (variações temporais). As variáveis sociais, econômicas e institucionais também são incluídas, por exercerem influências sobre o meio ambiente.

O monitoramento ambiental é um instrumento de controle e avaliação. Serve para conhecer o estado e as tendências qualitativas e quantitativas dos recursos naturais e as influências exercidas pelas atividades humanas e por fatores naturais sobre o meio ambiente. Desta forma, subsidia medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente em estudo, bem como auxilia na definição das políticas ambientais.

Reflete a relação de ações antrópicas e fatores naturais sobre o meio ambiente, bem como o resultado da atuação das instituições por meio de planos, programas, projetos, instrumentos legais e financeiros capazes de manter as condições ideais dos recursos naturais (equilíbrio ecológico) ou recuperar áreas e sistemas específicos.

Segundo CODUTO & HUITRIC (1990), o monitoramento ambiental envolve ações voltadas para a avaliação de alterações do meio físico direto (lençol freático, águas superficiais, solos, atmosfera) e antrópico.

Estas alterações são medidas para fins de comparação com critérios ambientais já estabelecidos de forma absoluta, ou de forma relativa, em função de padrões particulares, determinados pelos órgãos ambientais para cada aterro e localidade.

O monitoramento mais comum, objetivo, prático e obrigatório, a ser efetuado, corresponde ao monitoramento geotécnico do maciço (aterro) e a qualidade de águas subterrâneas e superficiais.

O monitoramento geotécnico está relacionado com a qualidade e segurança das células do aterro sanitário propriamente dito, corresponde a avaliação da estabilidade do aterro,

eficiência da camada de cobertura, vazão e concentração dos gases e medição no nível piezométrico nas células.

O monitoramento de águas subterrâneas e superficiais está relacionado com a carga poluidora do efluente líquido de aterros sanitários, o lixiviado, onde dentre vários outros parâmetros, apresenta elevados valores de DBO, DQO e nitrogênio amoniacal, além de metais, que são particularmente danosos à saúde humana. Este monitoramento visa, também, avaliar a eficiência de todo o sistema de proteção de fundo com impermeabilizações e de drenagem desses líquidos.

Monitoramentos da qualidade do ar (odor e concentração de gases) também serão procedidos.

## **11.1 MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E MANGUE**

O monitoramento ambiental das águas superficiais e do mangue existentes na região do Parque Soioambiental, será desenvolvido a partir da coleta de amostras das águas para a realização de análises físico-químicas e microbiológicas para avaliar a qualidade da água superficial e do sedimento do Rio Sanhauá, a montante e a jusante, do antigo Lixão do Roger.

As coletas da água superficial e do sedimento deverão frequência semestral no primeiro ano e anual após o início do funcionamento do parque. Os parâmetros analisados: Cor, Turbidez, Temperatura, pH, Sólidos Totais, Sólidos Voláteis, Alcalinidade de Bicarbonato, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Amoniacal, Fósforo, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Condutividade Elétrica, Cor Aparente, Óleos e Graxas, Fósforo, Nitrato-N, Sulfato, Fosfato, Amônia, Ferro, Manganês, Cromo, Alumínio, Zinco, Coliformes Termotolerantes e Coliformes Fecais.

Todas as análises deverão seguir os procedimentos preconizados no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 2012).

Os pontos de coleta determinados são os mesmos utilizados durante o período de monitoramento da qualidade das águas e sedimentos (2006 a 2019) realizados pela SCIENTEC (2019) e utilizados no Produto 2 – Item 11 – Análise da qualidade das águas superficiais e do sedimento do Rio Sanhauá a montante e jusante do antigo lixão do Roger, conforme apresentado na Tabela abaixo.

Tabela 11.1 – Localização geográfica e descrição dos pontos de coleta de água no Rio Sanhauá

Ponto	Coordenadas UTM		Descrição
	E	N	
P1	292072	9214178	Manguezal localizado no limite da área do antigo lixão do Roger, e próximo a habitações subnormais
P2	291629	9214276	Camboa do Frade, no limite da área do antigo lixão do Roger
P3	291154	9213558	Rio Sanhauá, à montante da confluência com a Camboa do Frade
P4	291141	9213774	Rio Sanhauá, à jusante da confluência com a Camboa do Frade
P5	292025	9214336	Manguezal localizado no limite da área do antigo lixão do Roger

Fonte: Autores, 2022

## 11.2 MONITORAMENTO DO LIXIVIADO

O lixiviado coletado será encaminhado para a estação de Tratamento de esgoto da CAGEPA. Assim, o monitoramento será apenas de vazão diária e parâmetros e frequência conforme descritos a seguir, com frequência recomendada semestral no primeiro ano de funcionamento do parque e anual depois de um ano de funcionamento:

Parâmetros a serem analisados: Cor, Turbidez, Temperatura, pH, Sólidos Totais, Sólidos Voláteis, Alcalinidade de Bicarbonato, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Amoniacal, Fósforo, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Condutividade Elétrica, Óleos e Graxas, Fósforo, Nitrogênio – NTK, Nitrato-N, Sulfetos, Sulfato, Fosfato, Amônia, Ferro, Manganês, Cromo, Alumínio, Zinco, Coliformes Termotolerantes e Coliformes Fecais.

## 11.3 MONITORAMENTO GEOTÉCNICO

O monitoramento do comportamento geomecânico do Parque Socioambiental deverá ser efetuado através de inspeção visual e da leitura de instrumentos nele instalados, conforme descrito mais adiante, com monitoramento mensal.

Basicamente o estudo de estabilidade geotécnica será executado por meio dos seguintes instrumentos:

- Marcos Superficiais (placas de recalque)
- Piezômetros.

### a) Recalques

As placas de recalques são instrumentos que são incorporados estrategicamente na área do antigo lixão, superficialmente, como indicado em planta, que tem como função

servir como orientadores dos deslocamentos aos quais o aterro está sujeito. São constituídos de uma base quadrada de placa de aço de 0.6 x 0.6 m e de um pino de referência para as medições topográficas, além de receberem uma placa de identificação para um melhor acompanhamento e registro da movimentação deste local. Estas placas serão distribuídas de forma a caracterizar linhas de estudo, com direções de deslocamento esperados, para possibilitar um monitoramento da evolução da movimentação ao aterro e, portanto, nortear as ações preventivas que se façam necessárias para se manter o controle do maciço. Para efetuar este monitoramento, serão implantados, fora da área do aterro, marcos fixos, irremovíveis, de referência de nível e de posição relativa. Baseado nestes, serão observados por levantamento topográfico, os deslocamentos verticais e as velocidades de recalque de cada célula que compõe o maciço.

As leituras serão realizadas, semestralmente, por Nivelamento Geométrico de Precisão utilizando-se, basicamente, referência de nível, pontos de passagem e estações de nivelamento e passarão a anual em caso de os recalques serem inferiores a 5% em relação à medição anterior.

O projeto executivo apresentará a quantidade e localização das placas de recalque.

Parâmetros a serem registrados no monitoramento dos recalques:

- Movimento vertical (recalque total)

Estes deslocamentos estão baseados na cota de leitura topográfica atual e na cota de leitura topográfica inicial. São observados desde o início da instalação dos instrumentos, servindo como um histórico do mesmo, o que possibilita se analisar, em conjunto com o restante do monitoramento das camadas, em que fase de decomposição o antigo lixão se encontra e se estes caminham para uma situação de estabilização ou se possuem movimentos considerados de risco.

- Movimentos horizontais

Estes deslocamentos são possíveis quando o maciço se desloca horizontalmente, em conjunto com o deslocamento vertical. A sua determinação é feita com base na cota de leitura topográfica e nas coordenadas do marco superficial, podendo inferir-se a direção do deslocamento.

- Velocidade de Recalque

Tem a finalidade de analisar a evolução dos recalques em função da velocidade de recalques. A velocidade de recalque é a diferença entre os recalques ocorridos, dividido pelo tempo transcorrido entre as leituras.

#### **b) Piezômetro**

Para a garantia da estabilidade de um maciço de resíduos é de fundamental importância que não existam pressões neutras de grande magnitude, pois elas diminuem as tensões efetivas e favorecem os mecanismos de escorregamento. A altura de resíduos no Roger é pequena (máximo de 10 metros) e não se põe em causa este mecanismo de rotura por via das poropressões por níveis elevados de lixiviado.

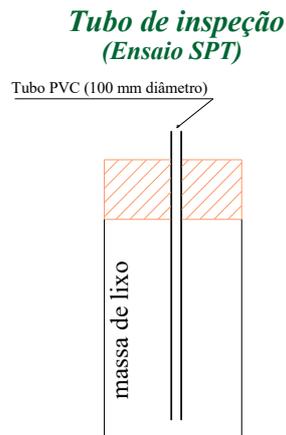
O nível de líquido no interior do maciço será acompanhado através de piezômetros de 2" diâmetro em PVC rígido. Este diâmetro permite que a coleta de líquidos da célula seja realizada com um amostrador específico para coleta de lixiviado, e que as leituras do nível do lixiviado não sejam falseadas devido às bolhas de gás. Os piezômetros foram instalados aquando da execução das sondagens SPT.

### **11.4 MONITORAMENTO DOS GASES**

A amostragem de gases permitirá por meio da medida de sua composição, pressão e temperatura avaliar o estágio de decomposição dos resíduos no aterro. Desta maneira, serão feitos ensaios mensais nas saídas dos principais drenos verticais de gases e na camada de cobertura para análise da fuga de gás. Caso seja concebido um projeto de captura do biogás e interligação dos drenos com uma rede de dutos para canalizar o biogás até um queimador tipo enclausurado ou usina de aproveitamento energético, o monitoramento poderá ser procedido nos principais ramais deste novo sistema.

É importante que o monitoramento dos gases seja realizado desde início da operação do aterro, haja vista o especial interesse em observar as variações de concentração dos principais gases gerados na decomposição dos resíduos (metano -  $\text{CH}_4$ , dióxido de carbono -  $\text{CO}_2$  e oxigênio -  $\text{O}_2$ ). A Figura 11.1 indica uma representação esquemática das técnicas adotadas para o monitoramento de gases nos aterros e a Figura 11.2 mostra o medidor portátil de gases que pode ser utilizado no monitoramento do biogás.

Figura 11.1 – Esquema de monitoramento dos gases em aterros de RSU.



Fonte: GRS/UFPE (2022)

Figura 11.2 – Equipamentos portáteis de análise do biogás.



Fonte: GRS/UFPE (2022)

Além das análises nos drenos e na camada de cobertura do aterro, os parâmetros de composição, vazão, pressão e temperatura dos gases poderão ser analisados sistematicamente nos piezômetros existentes no aterro. Neste último caso, o interesse é verificar a possibilidade de migração do biogás pelo subsolo haja vista que se trata de um aterro concebido numa região em vale. Na tabela 10.2 se apresenta o plano de monitoramento de gases.

Tabela 11.2 – Parâmetros e Frequência do Monitoramento Geotécnico.

<b>Parâmetro/Ensaio/Leitura</b>	<b>Frequência *</b>
Ensaio de Placa (emissões fugitivas pela camada de cobertura)	Semestral
Vazão, concentração e pressão dos gases nos drenos	Semestral
Medição de vazão, concentração e pressão dos gases nos piezômetros	Semestral

(\*) quando se observar inexistência ou negligência dos valores de vazão, o monitoramento passará a anual até à extinção da emissão.

## **12 REDE VIÁRIA DO PARQUE**

### **12.1 INTRODUÇÃO**

O parque socioambiental de João Pessoa, na área reabilitada do antigo lixão do Roger será servido por um arruamento que dá acesso aos setores previstos no Parque e os respectivos parques de estacionamento.

O traçado previsto tem comprimento total de 1.765 m, sendo o perfil de rodagem de largura de 4.2 metros quando só há um sentido do tráfego, tendo uma extensão de 1.633m. Os acessos a estacionamentos têm perfil transversal com plataforma de 6.00m de largura e extensão de 132 m.

Haverá um passeio adjacente pavimentado com blocos de concreto intertravado de 16 faces, aos arruamentos com 1.80m de largura para uso dos pedestres.

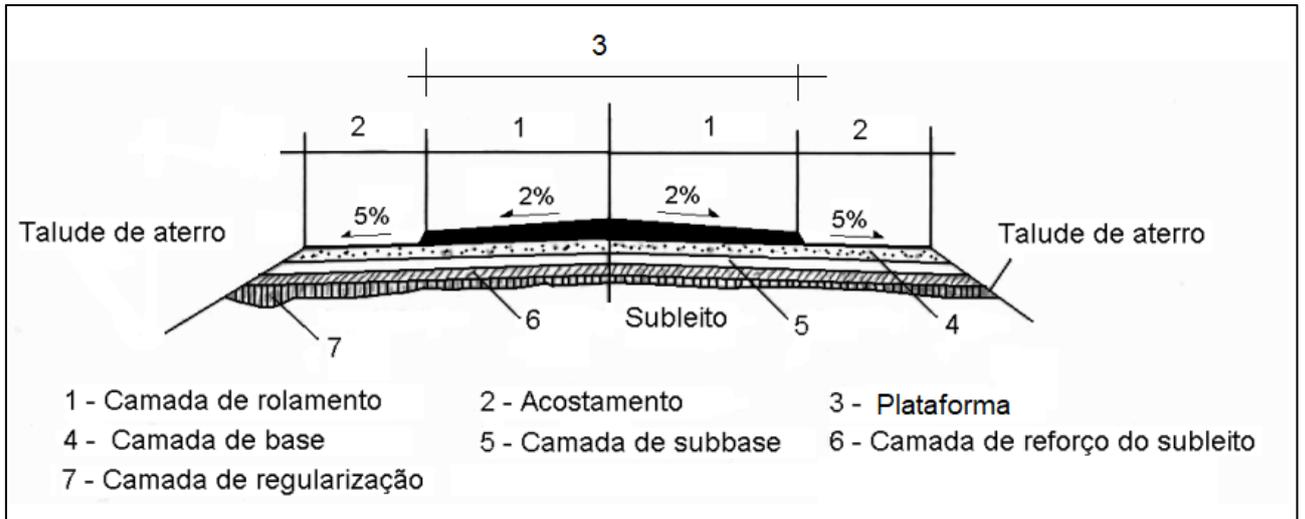
Os 6 parques de estacionamento ocupam uma área total de 5.496 m<sup>2</sup>.

Estes arruamentos serão implantados sobre a cobertura existente, em que previamente será realizada a limpeza da camada superficial vegetal, denominada de regularização do subleito.

### **12.2 CONCEITOS UTILIZADOS**

A título meramente informativa e de homogeneização de conceitos, apresenta-se a nomenclatura referente às camadas e aos componentes principais que aparecem numa seção típica de um pavimento de um arruamento e, por conseguinte, similar ao que se terá nos arruamentos previstos no Parque socioambiental de João Pessoa.

Figura 12.1 – Perfil típico do arruamento



Na solução prevista para o Parque, em vez de acostamento será construído num dos sentidos da via um passeio com 1.80m de largura executado em blocos de concreto.

### 12.3 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS QUE CONSTITUEM AS CAMADAS

#### - Subleito:

É o terreno de fundação onde será apoiado todo o pavimento. No caso vertente é o material de cobertura existente e já consolidado após o encerramento do local em 2003 e que se tem revelado consistente.

O CBR do subleito deve ser  $\geq 2\%$ . Caso não ocorra, ele deve ser substituído por um material de melhor qualidade, cujo CBR seja igual ou superior a 2% até pelo menos 1,00 metro de espessura.

#### - Leito:

É a superfície do subleito (em área) obtida pela terraplanagem ou obra de arte e conformada ao greide e seção transversal.

#### - Regularização do subleito (nivelamento):

É a operação destinada a conformar o leito, transversal e longitudinalmente. Poderá ou não existir, dependendo das condições do leito. Compreende cortes ou aterros até 20 cm de espessura.

**- Reforço do subleito:**

É a camada de espessura constante transversalmente e variável longitudinalmente executada sobre o subleito regularizado que serve para melhorar as qualidades do subleito e regularizar a espessura da sub-base.

A espessura total mínima da camada de reforço do subleito, obtida após a compactação será de 15 cm.

A espessura mínima de qualquer camada para formar a camada de reforço será de 10 cm, obtida após a compactação.

**- Sub-base:**

Camada complementar à base. Deve ser usada quando não for aconselhável executar a base diretamente sobre o leito regularizado ou sobre o reforço, por circunstâncias técnico-econômicas. Pode ser usado para regularizar a espessura da base.

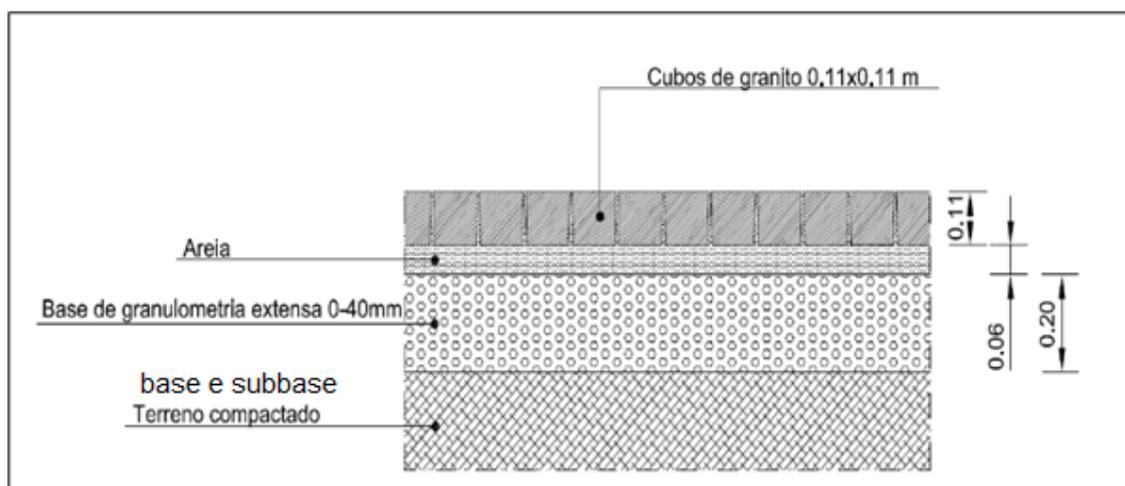
**- Base:**

Camada destinada a resistir e distribuir ao subleito, os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se construirá o revestimento.

**- Revestimento:**

É camada que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos, também chamada de capa ou camada de desgaste. No vertente caso do Parque Socioambiental de João Pessoa será realizada em paralelepípedos de pedra granítica ou gneisse, como se ilustra na Figura a seguir.

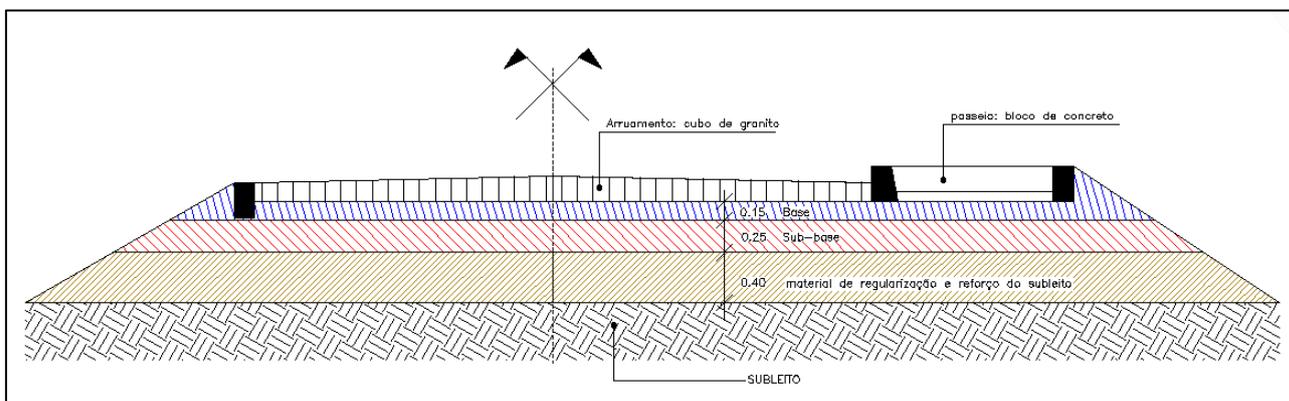
Figura 12.2 – seção transversal típica de pavimento de pedra paralelepipedica (cubo de granito ou gneisse)



## Perfil tipo do arruamento

Apresenta-se na imagem a seguir um corte transversal tipo dos arruamentos projetados para o Parque de João Pessoa.

Figura 12.3 – Perfil típico dos arruamentos do Parque Socioambiental (autores)



### 12.3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS EMPREGADOS NO PAVIMENTO

a) Materiais para reforço do subleito com as seguintes características:

C.B.R. maior que o do subleito e  $\geq 2\%$

Expansão  $\leq 1\%$  (medida com sobrecarga de 10 lb)

No caso do Parque no Roger, adicionalmente se recomenda que o teor de argila tenha baixa condutividade hidráulica ( $K \leq 10^{-6}$  m/s).

b) Materiais para sub-base com as seguintes características:

C.B.R.  $\geq 20\%$

I.G. = 0

Expansão  $\leq 1\%$  (medida com sobrecarga de 10 lb)

c) Materiais para base com as seguintes características:

C.B.R.  $\geq 80\%$

Expansão  $\leq 0,5\%$  (medida com sobrecarga de 10 lb)

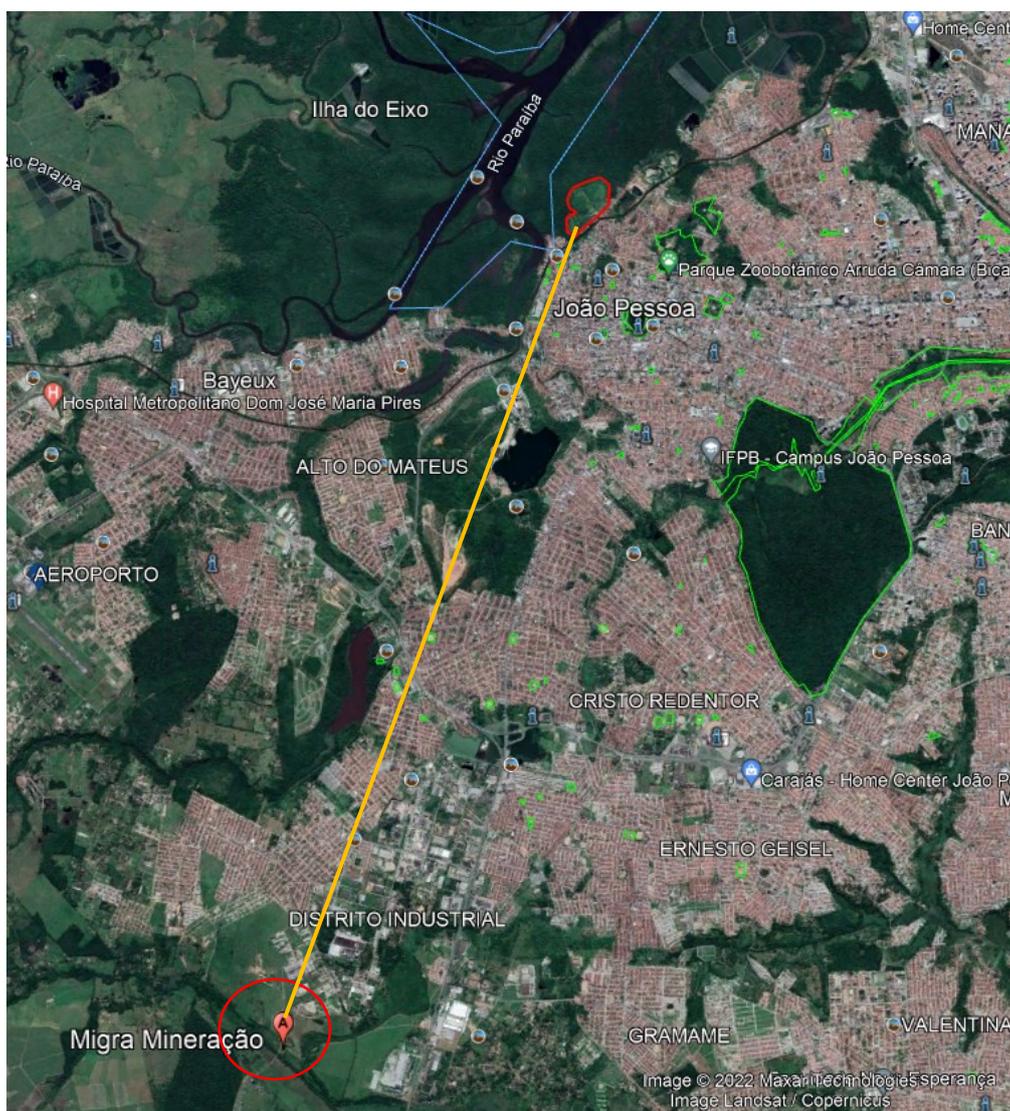
Limite de liquidez  $\leq 25\%$

Índice de plasticidade  $\leq 6\%$

### 12.3.2 JAZIDA DE MATERIAIS EM JOÃO PESSOA

Em João Pessoa foi contactada a empresa Migra Mineração Gramame Ltda., considerada a que tem condições de fornecimento de material para reforço de subleito, reperfilamentos, sub-bases e bases, necessário e com as características para a execução dos arruamentos, parques de estacionamento e demais plataformas previstas no projeto do Parque socioambiental, cuja localização se apresenta na Figura a seguir.

Figura 12.4 - Localização relativa ao Roger, da empresa com a jazida de materiais certificados para ruas e estacionamentos do Parque (Google Earth, 2022)



A distância entre a jazida credenciada (Migra Mineração Gramame Ltda) e o antigo lixão do Roger é de 14.1 km, em trajeto por rodovias urbanas.

### 12.3.3 BOLETINS DE ENSAIO DO MATERIAL DE JAZIDA

Apresenta-se em **Anexo** a este documento os boletins de ensaio dos materiais da jazida (Migra Mineração) necessários ao estabelecimento dos perfis dos arruamentos e estacionamentos do Parque, de que se exemplifica uma das páginas de um dos boletins.

Umidade		Higroscópica	De Moldagem	Molde N°	03							
Cápsula - N°	90	81	Peso do Molde	4,690								
Peso Bruto Úmido	105,52	86,90	Volume do Molde	2,069								
Peso Bruto Seco	103,38	81,92	N° de Camadas	05								
Peso da Cápsula	12,54	13,90	Golpes/Camada	26								
Peso da Água	2,14	4,98	Peso do Soquete	4536								
Peso do Solo Seco	90,84	68,02	Espessura do disco	2 1/2"								
Umidade ( % )	2,36	7,32	Espaçador									
Umidade Média ( % )	2,36	7,32	Altura do cilindro (mm)	114,0								
DADOS DE COMPACTAÇÃO			CÁLCULO DA ÁGUA									
Densidade Máxima - Kg/m <sup>3</sup>	2,059		Peso do Solo	Úmido	5695							
Umidade ótima - %	7,5		Passando na # N° 4	Seco	5564							
Umidade Higroscópica - %	2,36		Peso de Pedregulho Retido na # N° 4		1305							
Diferença de Umidade - %	5,14		Água a Juntar		312							
					Constante							
					k= 0,0999							
ENSAIO DE PENETRAÇÃO				Expansão								
Tempo Minuto	Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm <sup>2</sup>			Datas		Leitura Defl.mm	Difer. mm	Exp. mm
	Pol	mm	Extens.	Determ.	Corrigido	Padrão	%	Dia	Hora			
30 seg	0,025	0,63	82	8,2								
1	0,050	1,27	160	16,0								
2	0,1	2,54	310	31,0	31,0	70	44,2	22/07/18	09:50:00	1,00	0,00	0,0
4	0,2	5,08	460	46,0	46,0	105	43,8	23/07/18	09:50:00	1,00	0,00	
6	0,3	7,62	510	50,9				24/07/18	09:50:00	1,00	0,00	
8	0,4	10,16	516	51,5				25/07/18	09:50:00	1,00	0,00	
								26/07/18	09:50:00	1,00	0,00	0,00
Moldagem de Verificação												
Peso Bruto Úmido												
9,280												
Peso do Solo Úmido												
4,590												
Densidade Úmida												
2,218 kg/m												
Densidade Seca												
2,067 kg/m												
Grau de Comp.												
100,4%												
Obs:												
OBRA:			PROCEDÊNCIA:			EMPRESA EXECUTORA:						
-			MIGRA MINERAÇÃO			MIGRA MINERAÇÃO						
CAMADA:			LOCAL. FURO ESTACA:		LADO D-X-E	PROFUND. (m)	VISTO:					
-			-		-	-	-					
LABORATÓRIO:		OPERADOR:		DATA:		LABORATORISTA:		REGISTRO:				
ASPEC ENGENHARIA LTDA.		EQUIPE		22/07/2018		ADRIANO		0002				

### **13 UTILIZAÇÃO DE CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE NO PROJETO**

O antigo lixão do Roger foi utilizado desde 1958 até 2003 para receber resíduos de João Pessoa, por falta de um aterro sanitário para o efeito. As atividades de descarte de resíduos com potencial de existência de materiais recicláveis foi motivo de atração de centenas de famílias para o ocal, estabelecendo-se nas imediações as suas moradias precárias. Sobreviveram da catação por cerca de 50 anos. Com o encerramento do lixão as atividades deslocaram-se do local, mas permaneceram as comunidades que ali se estabeleceram. No encerramento o Prefeito prometeu devolver a área à população e está a concretizar essa promessa política com um projeto de requalificação e construção de um Parque socioambiental para a população.

O presente projeto de requalificação do antigo lixão do Roger, está em linha com um programa mais vasto "Programa João Pessoa Sustentável", que tem o objetivo de *"promover o desenvolvimento social, econômico e ambiental da cidade por meio da redução das desigualdades, da modernização dos instrumentos de planejamento urbano, da prestação de serviços e da administração pública e fiscal"*.

Este projeto assenta nas três dimensões da sustentabilidade, por designio do próprio programa que o suporta, (Programa João Pessoa Sustentável), por decisão do poder político, designadamente, (i) na vertente ambiental (desgaseificação e drenagem dos ixiviados) ; (ii) social, com a implantação de um parque com diversos setores para usufruto da população, em particular as comunidades que se estabeleceram no entorno do lixão e sofreram durante décadas com a presença do lixão, pese embora também ser meio de busca por sustento com a catação de materiais recicláveis, e (iii) domínio econômico, com a criação de empregos e renda para parte da população com a construção do Parque.

O presente produto 5, projeto básico de recuperação ambiental da área do antigo lixão do Roger, apresenta o desenvolvimento de uma solução de engenharia apresentada no Produto 4, com incorporação dos conceitos de sustentabilidade, para cumprimento dos objetivos do próprio programa. Com efeito, apresenta-se a desgaseificação da área como contributo ao combate às mudanças do clima, a drenagem de lixiviados e seu tratamento conjunto com o esgoto tratado na ETE da CAGEPA, como forma de preservar o local de efluentes com potencial poluente.

A vertente de cariz social está materializada no próprio Parque, cujo conceito e projeto é desenvolvido no Produto 7.

Os trabalhos de projeto são desenvolvidos em plataforma REVIT BIM (Building Information Modeling), da empresa Autodesk.

De acordo com o TR, é referido que deve ser aplicado o conceito de Produção enxuta. Mas afinal o que é Produção Enxuta?

Produção **enxuta** é um conceito em que se preservam recursos naturais evitando desperdícios na sua produção, utilizando-se ferramentas da qualidade. Produzir com desperdício zero é virtualmente impossível, ou seja, é uma impossibilidade física. porém, uma empresa pode ter produção enxuta quando focada em ter o mínimo desperdício possível, entregando ao cliente o que ele deseja, na hora que deseja, e feito da maneira certa na primeira vez. Há várias ferramentas da qualidade que apoiam as empresas a produzirem cada vez mais com menos desperdício, num processo de melhoria contínua.

Este conceito deverá ser tido em conta nos processos de construção, ou seja, na implementação do Parque Socioambiental em que as empresas de construção devem apresentar evidências da aplicação deste conceito, nomeadamente com a certificação via normas ISO, como as da série 9001 e 14000, transpostas para o normativo brasileiro pela ABNT.

Quanto ao Parque, o projeto contempla o uso de lâmpadas led, de baixo consumo de energia, a produção de energia para uso próprio através de painéis fotovoltaicos em telhados das construções previstas e o reuso de águas pluviais de coberturas para regas, lavagens de pavimentos e uso em banheiros. Também a incorporação de materiais reciclados na construção será especificado.

O Produto 7 é que desenvolverá estes conceitos de modo a serem aplicados.

Apresenta-se conjuntamente com o presente relatório do produto 5, arquivos do programa BIM visualizáveis em REVIT e em outros programas BIM. Apresenta-se a seguir algumas imagens do BIM relativas a construções do Parque e na Figura 13.6 ilustra-se uma imagem de captura de ecrã de um arquivo REVIT do projeto de requalificação do lixão do Roger com a implantação do Parque socioambiental.

Figura 13.1 – Imagem de quadras de esportes



Figura 13.2 – Imagem interior de quadra de esportes

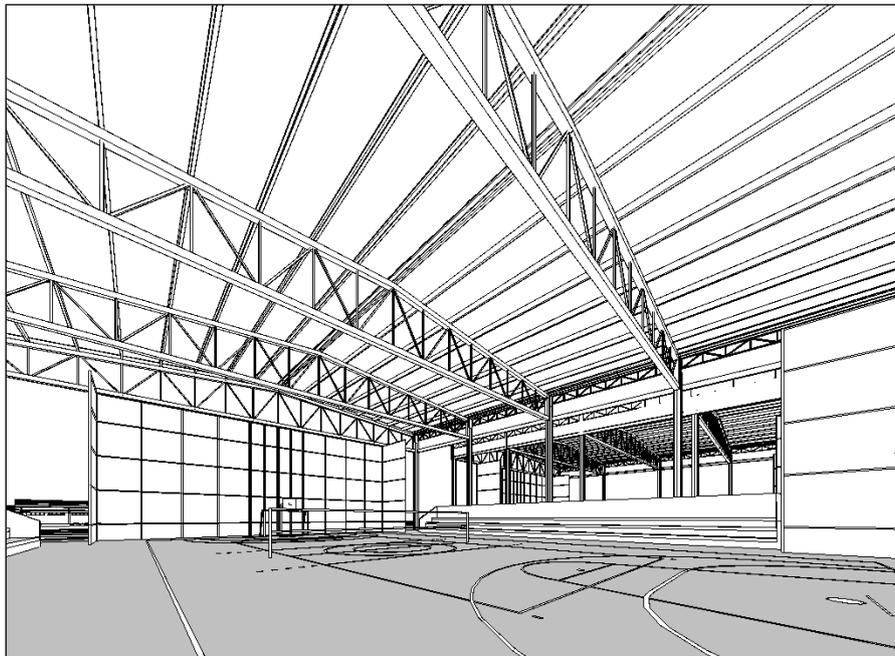


Figura 13.3 – Imagem do skatepark e quadra de esportes

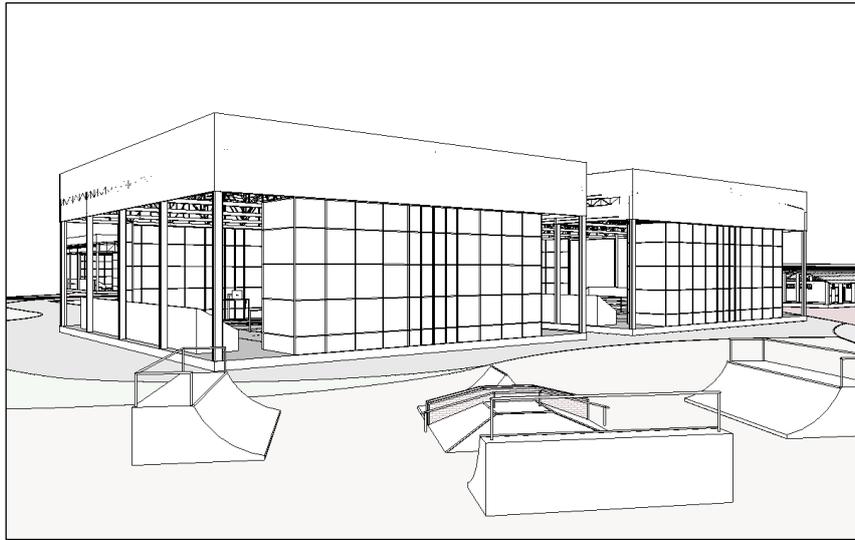


Figura 13.4 – Equipamento de apoio ao parque (café)

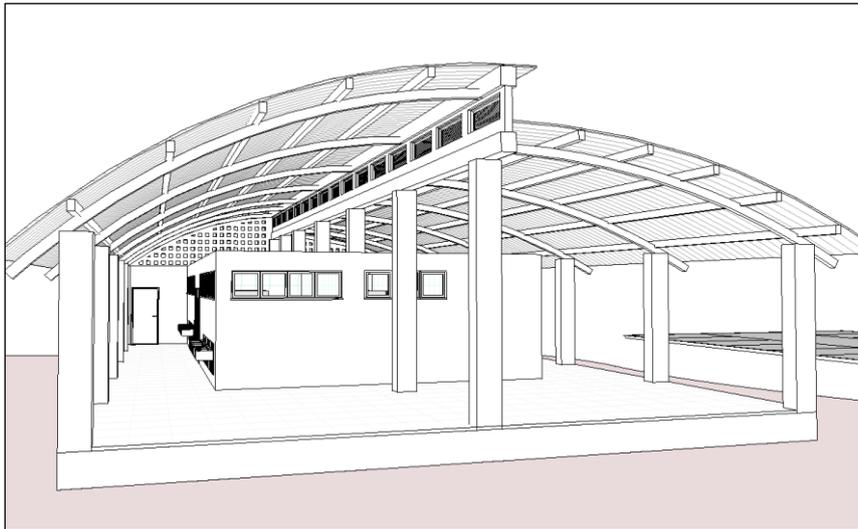


Figura 13.5 – Quadras de esporte abertas

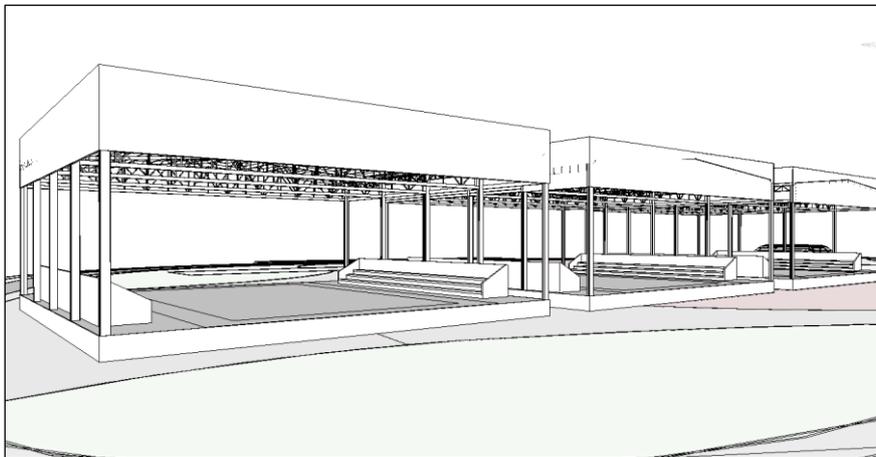
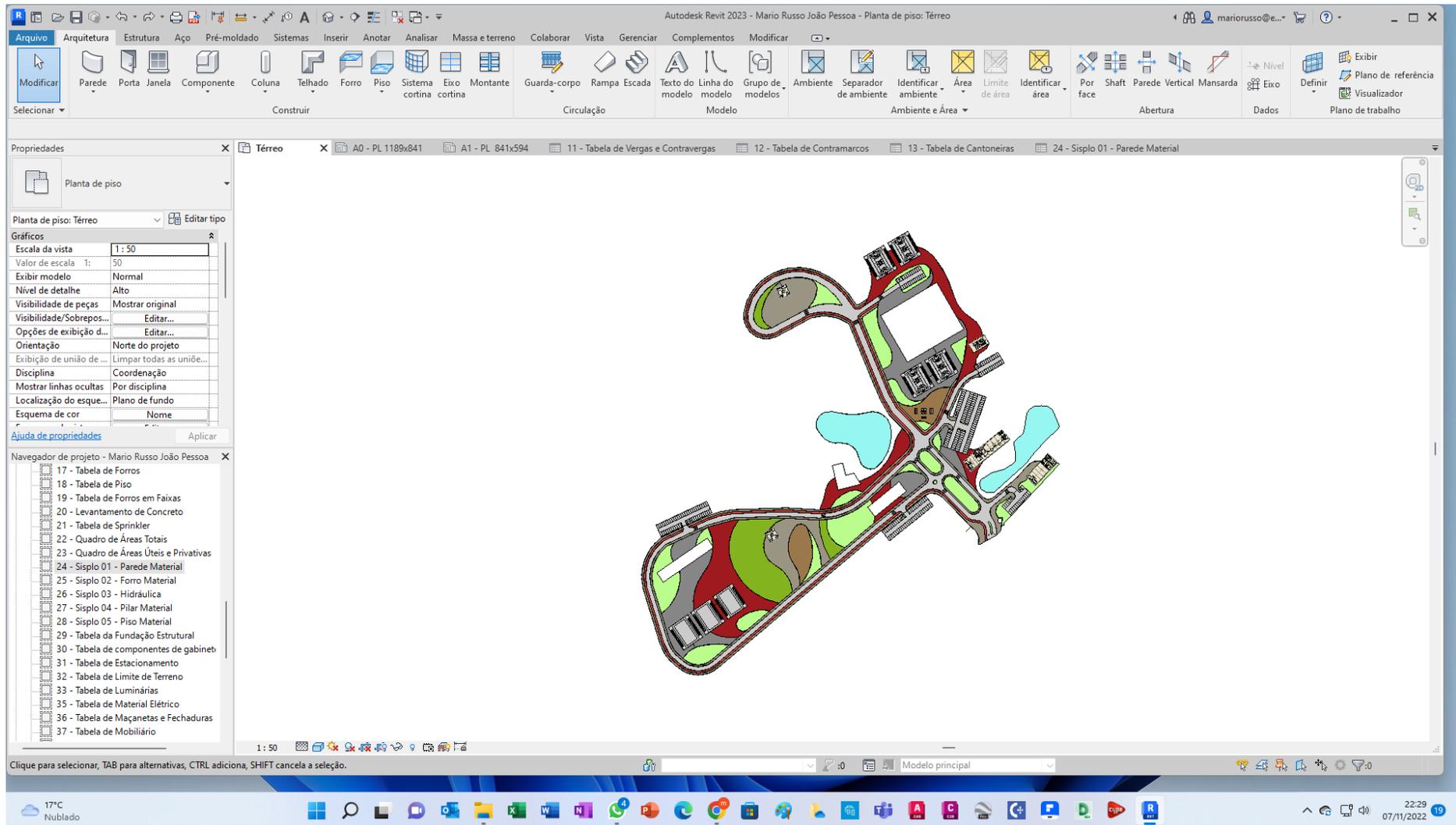


Figura 13.6 – Imagem da tela do programa BIM REVIT da Autodesk referente ao projeto de recuperação ambiental do lixão do Roger, JP/PB



## 14 METODOLOGIA DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS E EAP DO PROJETO BÁSICO

Sob a forma resumida apresenta-se o resumo sequencial de execução das atividades e trabalhos do projeto básico que informam uma estrutura analítica do projeto de execução das obras de requalificação ambiental do antigo lixão do Roger:

- 1) A primeira atividade do empreiteiro é a instalação do **canteiro de obras**;
- 2) Segue-se a primeira etapa do trabalho propriamente dito de **topografia** com a piquetagem geral da obra (i) implantação das plataformas de implantação dos setores do parque; (ii) piquetagem das valas e colchões drenantes para a drenagem de biogás e (iii) piquetagem da rede perimetral de drenagem de lixiviado no sopé do maciço e abertura da faixa de implantação do muro de gabião na base perimetral do maciço de resíduos junto ao mangue e envolvente do antigo lixão.
- 3) **Abertura das valas** de desgaseificação passiva e construção do dreno conforme projeto e detalhes;
- 4) Limpeza do terreno no sopé do maciço junto ao mangue, com abertura de um corredor de 3 metros de largura a partir da linha terminal do talude do maciço, junto à superfície do mangue para a instalação do muro de gabião com 2 metros de altura e largura no limite externo do corredor de 3 metros (deixando livre 1 metro de largura no tardo do muro para instalação do dreno de lixiviados);
- 5) Abertura da vala no tardo do muro de gabião e instalação da tubagem PEAD perfurada de 400mm para o lixiviado;
- 6) Construção de poços de visita troncocônicos, conforme desenho do projeto, em anéis de concreto com terminação troncocônica com tampa de FF a ligar 2 trechos de drenagem de lixiviados na envolvente periférica do maciço nas cotas mais baixas;
- 7) Enchimento com solos selecionados o espaço entre o paramento de tardo do muro de gabião e o talude do maciço do Roger, até à altura total do muro e reperfilado com o talude existente de modo que a inclinação seja inferior a 1:2;
- 8) Aplicação de terras pretas para permitir a sementeira de espécies locais no talude reperfilado do maciço;

- 9) Execução de vala de banqueteta junto ao muro de gabião para drenagem dos escoamentos superficiais pelo talude;
- 10) Executar as caixas de visita e de descarga das valetas de banqueteta;
- 11) Execução das terraplenagens para estabelecimento das plataformas de implantação dos setores do Parque socioambiental, com limpeza prévia das superfícies e estocagem das terras de limpeza para posterior reutilização devido à riqueza em matéria orgânica, e aplicação de camadas de terras selecionadas de áreas de empréstimo, espalhamento e compactação até atingir a taxa máxima do ensaio Proctor modificado.
- 12) Piquetagem das vias de acesso internas do parque e estacionamentos e correspondente limpeza superficial das mesmas, seguido das atividades para estabelecimento das cotas de projeto, com aplicação das camadas de reforço de sub-leito, sub-base e base, de materiais selecionados de qualidade de zona de empréstimo certificada.
- 13) Aplicação da camada de topo dos arruamentos em paralelepípedo de pedra granítica

#### **14.1 ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO E CRONOGRAMA GANTT**

A Estrutura Analítica do Projeto, para as atividades listadas no número anterior, foi organizada esquematicamente em 5 atividades de nível 2 e cada uma subdividida em diversas atividades de nível 3, como se apresenta no fluxograma representado na Figura 13.1.

Na Figura 13.2 apresenta-se o cronograma Gantt de execução das atividades do Projeto Básico da recuperação ambiental do lixão do Roger, tendo em conta a execução do Parque Socioambiental previsto no contrato.

Figura 14.1 – EAP de execução para o Projeto Básico (autores)

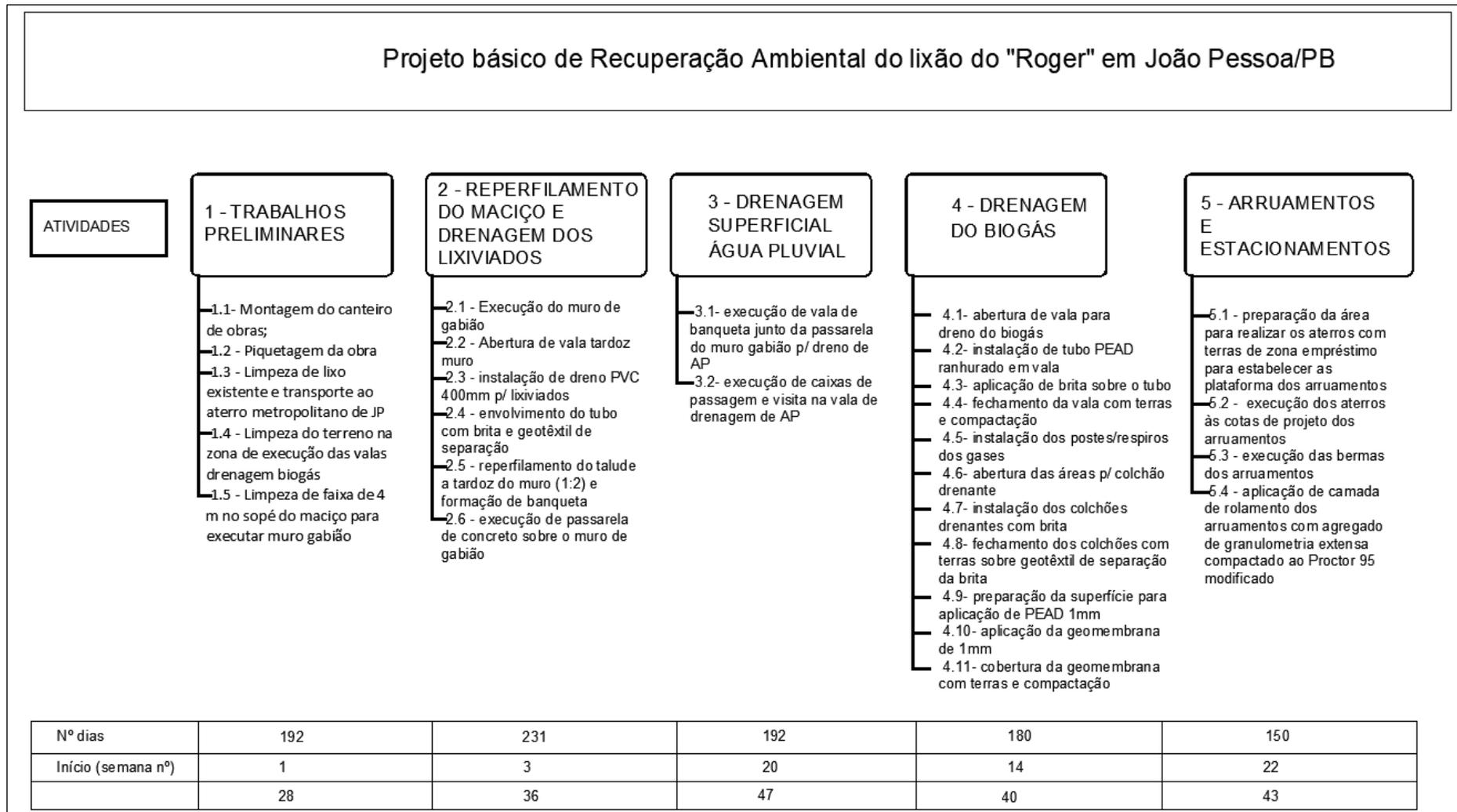


Figura 14.2 – Cronograma Gantt de execução (autores)

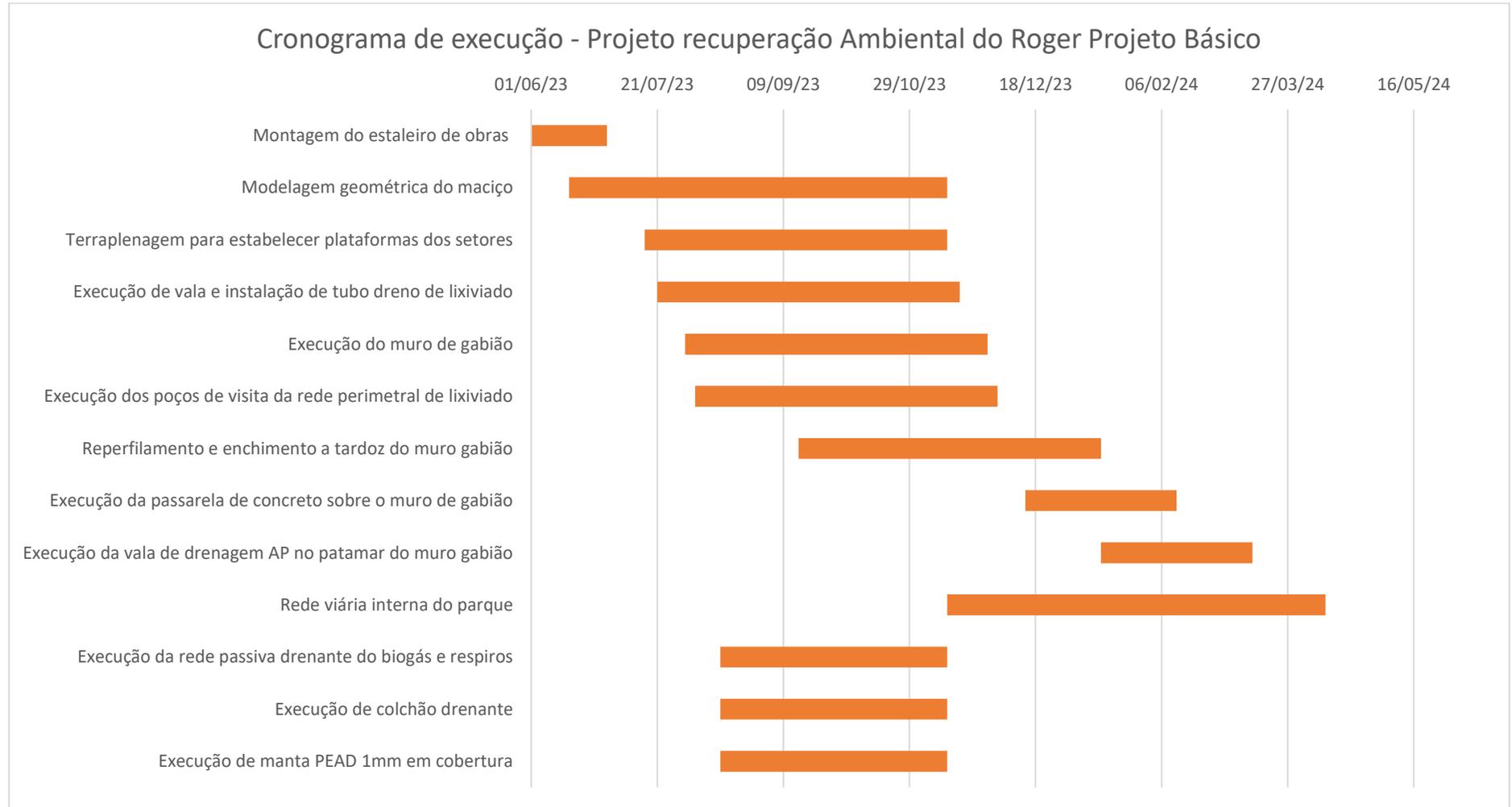


Figura 14.3 – Cronograma físico-financeiro da recuperação ambiental do antigo lixão do Roger (projeto básico)

<b>CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO PROJETO REQUALIFICAÇÃO DO ANTIGO LIXÃO DO ROGER - JOÃO PESSOA/PB</b>													
Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Total
Montagem do estaleiro de obras	232 806												232 806
Modelagem geométrica do maciço	339 349	678 698	678 698	678 698	678 698	339 349							3 393 488
Terraplenagem para estabelecer plataformas dos setores		210 284	420 567	420 567	420 567	210 284							1 682 269
Execução de vala e instalação de tubo dreno de lixiviado		43 612	130 837	130 837	130 837	87 224							523 346
Execução do muro de gabião			257 599	257 599	257 599	257 599							1 030 395
Execução dos poços de visita da rede perimetral de lixiviado			16 481	16 481	16 481	16 481							65 923
Reperfilamento e enchimento a tardoz do muro gabião				11 406	22 813	22 813	22 813	11 406					91 251
Execução da passarela de concreto sobre o muro de gabião							21 654	43 307	21 654				86 614
Execução da vala de drenagem AP no patamar do muro gabião								41 682	83 364	41 682			166 727
Rede viária interna do parque						330 362	660 725	660 725	660 725	660 725	330 362		3 303 624
Execução da rede passiva drenante do biogás e respiros			106 280	212 559	212 559	106 280							637 678
Execução de colchão drenante			303 864	607 728	607 728	303 864							1 823 183
Execução de manta PEAD 1mm em cobertura			154 140	308 280	308 280	154 140							924 840
<b>TOTAL</b>	<b>572 155</b>	<b>932 593</b>	<b>2 068 464</b>	<b>2 644 154</b>	<b>2 655 561</b>	<b>1 828 395</b>	<b>705 191</b>	<b>757 120</b>	<b>765 742</b>	<b>702 407</b>	<b>330 362</b>		<b>13 962 144</b>

## 15 MAPA DE QUANTIDADES E PREÇOS

A estimativa de custos é de R\$ 13.962.144.23, baseada em preços unitários de bancos oficiais: SINAPI - 09/2022 – Paraíba; SBC - 10/2022 – Paraíba; SICRO3 - 07/2022 – Paraíba; e SICRO2 - 11/2016 - Paraíba, conforme arquivo em Excel que se anexa a este produto e que dele faz parte integrante, contendo os arquivos gerados em diferentes abas:

- i) – Orçamento sintético;
- ii) – Orçamento analítico;
- iii) – Curva ABC de insumos;
- iv) – Curva ABC de serviços
- v) - BDI

### Resumo do orçamento por grupo.

Tabela 15.1 – Resumo do orçamento

<b>RESUMO</b>	<b>sintético (R\$)</b>
1 Serviços Preliminar	232 806.16
2 Modelagem Geométrica do Maciço	5 075 757.00
3 Rede de Drenagem Passiva de Biogás	637 677.70
4 Colchão drenante passivo em áreas de atividades	1 823 182.69
5 Impermeabilização de Plataformas com Geomembrana PEAD 1mm	924 840.36
6 Rede de Lixiviados	1 797 529.14
7 Rede de Drenagem Pluvial Perimetral	166 727.34
8 Rede viária interna do parque	3 303 623.84
<b>Total</b>	<b>13 962 144.23</b>

Tabela 15.2 – Demonstrativo do cálculo do BDI

<b>Planilha de Detalhamento do BDI</b>																																									
Tomador	PREFEITURA DE JOÃO PESSOA																																								
Nº do Contrato de Repasse	02.012/2021																																								
Nome da Obra	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER																																								
Município da Obra	JOÃO PESSOA / PB																																								
Tipo de Obra	▼																																								
Contribuição Previdenciária	▼																																								
Conforme legislação tributária municipal, definir estimativa de percentual da base de cálculo para o ISS	<b>100%</b>																																								
Sobre a base de cálculo, definir a respectiva alíquota do ISS (entre 2% e 5%):	<b>5.00%</b>																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Parcelas do BDI</th> <th style="width: 50%;">Valor percentual adotado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>(AC)</b> - Administração Central</td> <td style="text-align: center;">3.70</td> </tr> <tr> <td><b>(S) + (G)</b> - Seguro e Garantia</td> <td style="text-align: center;">0.49</td> </tr> <tr> <td><b>(R)</b> - Risco</td> <td style="text-align: center;">1.39</td> </tr> <tr> <td><b>(DF)</b> - Despesas Financeiras</td> <td style="text-align: center;">0.99</td> </tr> <tr> <td><b>(L)</b> - Lucro</td> <td style="text-align: center;">8.04</td> </tr> <tr> <td><b>(I<sub>1</sub>)</b> - PIS</td> <td style="text-align: center;">0.65</td> </tr> <tr> <td><b>(I<sub>2</sub>)</b> - COFINS</td> <td style="text-align: center;">3.00</td> </tr> <tr> <td><b>(I<sub>3</sub>)</b> - ISS</td> <td style="text-align: center;">5.00</td> </tr> <tr> <td><b>(I<sub>4</sub>)</b> - Contrib. Previdenciária</td> <td style="text-align: center;">4.50</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>BDI Adotado</b></td> <td style="text-align: center;"><b>32.64</b></td> </tr> </tbody> </table>		Parcelas do BDI	Valor percentual adotado	<b>(AC)</b> - Administração Central	3.70	<b>(S) + (G)</b> - Seguro e Garantia	0.49	<b>(R)</b> - Risco	1.39	<b>(DF)</b> - Despesas Financeiras	0.99	<b>(L)</b> - Lucro	8.04	<b>(I<sub>1</sub>)</b> - PIS	0.65	<b>(I<sub>2</sub>)</b> - COFINS	3.00	<b>(I<sub>3</sub>)</b> - ISS	5.00	<b>(I<sub>4</sub>)</b> - Contrib. Previdenciária	4.50	<b>BDI Adotado</b>	<b>32.64</b>																		
Parcelas do BDI	Valor percentual adotado																																								
<b>(AC)</b> - Administração Central	3.70																																								
<b>(S) + (G)</b> - Seguro e Garantia	0.49																																								
<b>(R)</b> - Risco	1.39																																								
<b>(DF)</b> - Despesas Financeiras	0.99																																								
<b>(L)</b> - Lucro	8.04																																								
<b>(I<sub>1</sub>)</b> - PIS	0.65																																								
<b>(I<sub>2</sub>)</b> - COFINS	3.00																																								
<b>(I<sub>3</sub>)</b> - ISS	5.00																																								
<b>(I<sub>4</sub>)</b> - Contrib. Previdenciária	4.50																																								
<b>BDI Adotado</b>	<b>32.64</b>																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Limites das parcelas do BDI para obras do tipo acima selecionado. Acórdão TCU 2622/2013</th> </tr> <tr> <th style="width: 25%;">Mín.</th> <th style="width: 25%;">Med.</th> <th style="width: 25%;">Máx.</th> <th style="width: 25%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">3.43</td> <td style="text-align: center;">4.93</td> <td style="text-align: center;">6.71</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.28</td> <td style="text-align: center;">0.49</td> <td style="text-align: center;">0.75</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.00</td> <td style="text-align: center;">1.39</td> <td style="text-align: center;">1.74</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.94</td> <td style="text-align: center;">0.99</td> <td style="text-align: center;">1.17</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6.74</td> <td style="text-align: center;">8.04</td> <td style="text-align: center;">9.40</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.65</td> <td style="text-align: center;">0.65</td> <td style="text-align: center;">0.65</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.00</td> <td style="text-align: center;">3.00</td> <td style="text-align: center;">3.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.00</td> <td style="text-align: center;">2.00</td> <td style="text-align: center;">5.00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Limites das parcelas do BDI para obras do tipo acima selecionado. Acórdão TCU 2622/2013				Mín.	Med.	Máx.		3.43	4.93	6.71		0.28	0.49	0.75		1.00	1.39	1.74		0.94	0.99	1.17		6.74	8.04	9.40		0.65	0.65	0.65		3.00	3.00	3.00		2.00	2.00	5.00	
Limites das parcelas do BDI para obras do tipo acima selecionado. Acórdão TCU 2622/2013																																									
Mín.	Med.	Máx.																																							
3.43	4.93	6.71																																							
0.28	0.49	0.75																																							
1.00	1.39	1.74																																							
0.94	0.99	1.17																																							
6.74	8.04	9.40																																							
0.65	0.65	0.65																																							
3.00	3.00	3.00																																							
2.00	2.00	5.00																																							
$BDI = \frac{(1 + AC + S + R + G)(1 + DF)(1 + L)}{(1 - I)}$																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Limites do valor do BDI para obras do tipo acima selecionado. Acórdão TCU 2622/2013</th> </tr> <tr> <th style="width: 25%;">Mín.</th> <th style="width: 25%;">Med.</th> <th style="width: 25%;">Máx.</th> <th style="width: 25%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">20.76</td> <td style="text-align: center;">24.18</td> <td style="text-align: center;">26.44</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Limites do valor do BDI para obras do tipo acima selecionado. Acórdão TCU 2622/2013				Mín.	Med.	Máx.		20.76	24.18	26.44																													
Limites do valor do BDI para obras do tipo acima selecionado. Acórdão TCU 2622/2013																																									
Mín.	Med.	Máx.																																							
20.76	24.18	26.44																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Valor para simples conferência do enquadramento do BDI nos limites estabelecidos pelo Acórdão TCU 2622/2013</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 70%;">BDI desconsiderando a parcela (I<sub>4</sub>) contribuição previdenciária</td> <td style="text-align: right;">26.10</td> </tr> </tbody> </table>		Valor para simples conferência do enquadramento do BDI nos limites estabelecidos pelo Acórdão TCU 2622/2013		BDI desconsiderando a parcela (I <sub>4</sub> ) contribuição previdenciária	26.10																																				
Valor para simples conferência do enquadramento do BDI nos limites estabelecidos pelo Acórdão TCU 2622/2013																																									
BDI desconsiderando a parcela (I <sub>4</sub> ) contribuição previdenciária	26.10																																								

Nas Tabelas a seguir apresenta-se a planilha do orçamento sintético.

Tabela 15.3 – Mapa de quantidades e preços do orçamento sintético

**Obra**  
**ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER E A ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL, na Cidade de João Pessoa, estado da Paraíba (PB)**

**Bancos**  
**SINAPI - 09/2022 - Paraíba**  
**SBC - 10/2022 - Paraíba**  
**SICRO3 - 07/2022 - Paraíba**  
**SICRO2 - 11/2016 - Paraíba**

**B.D.I.**  
**0,0%**

**Encargos Sociais**  
**Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.**

**Planilha Orçamentária Sintética Com Valor do Material, Mão de Obra e Equipamento**

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI				Total			Peso (%)	
							M. O.	EQ.	MAT.	Total	M. O.	EQ.	MAT.		Total
<b>1</b>			<b>Serviços Preliminar</b>											<b>232 806.2</b>	<b>1.67 %</b>
1.1	73847/001	SINAPI	ALUGUEL CONTAINER/ESCRIT INCL INST ELET LARG=2,20 COMP=6,20M ALT=2,50M CHAPA ACO C/NERV TRAPEZ FORRO C/ISOL TERMO/ACUSTICO CHASSIS REFORC PISO COMPENS NAVAL EXC TRANSP/CARGA/DESCARGA	MES	24	648.43	0.00	648.42	0.01	648.43	0.00	15 562.08	0.24	15 562.3	0.11 %
1.2	012158	SBC	ALUGUEL MENSAL CONTAINER-ALMOXARIFADO-6,0x2,4m	MES	24	668.75	0.00	0.00	668.75	668.75	0.00	0.00	16 050.00	16 050.0	0.11 %
1.3	012095	SBC	CONTAINER REFEITORIO 12.12x2,44x2.57 C/5 MESAS/BANCOS/PIA	MES	24	1 850.00	0.00	0.00	1 850.00	1 850.00	0.00	0.00	44 400.00	44 400.0	0.32 %
1.4	74209/001	SINAPI	PLACA DE OBRA EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO	m²	4.5	548.13	44.43	5.18	498.52	548.13	199.93	23.31	2 243.34	2 466.6	0.02 %
1.5	98459	SINAPI	TAPUME COM TELHA METÁLICA. AF_05/2018	m²	1500.8	102.83	12.97	1.31	88.55	102.83	19 465.37	1 966.04	132 895.85	154 327.3	1.11 %
<b>2</b>			<b>Modelagem Geométrica do Maciço</b>											<b>5 075 757.0</b>	<b>36.35 %</b>
2.1	00000001	Próprio	material existente, até uma profundidade não inferior à espessura da camada de terra vegetal, considerando como mínima 25 cm; e carregamento em caminhão. O preço não inclui o corte de árvores nem o transporte dos materiais removidos.	m³	83860	4.75	1.69	2.03	1.03	4.75	141 723.40	170 235.80	86 375.80	398 335.0	2.85 %
2.2	00000002	Próprio	Carga de resíduos (limpeza e remoção) ainda dispostos no local, e transporte a vazadouro (aterro metropolitano de JP) dist até 20km	m³	1800	26.39	0.67	3.24	22.48	26.39	1 206.00	5 832.00	40 464.00	47 502.0	0.34 %
2.3	00000003	Próprio	Escavação e transporte de terras de banco de empréstimo para reperfilamento geométrico e execução de plataformas de implantação dos equipamentos e edificações do parque, de uma distância de até 20 km	m³	48736	25.37	0.99	4.73	19.65	25.37	48 248.64	230 521.28	957 662.40	1 236 432.3	8.86 %
2.4	00000004	Próprio	Aterro para base, através do espalhamento em camadas de espessura não superior a 30 cm de material da própria escavação, e posterior compactação com meios mecânicos até alcançar uma densidade seca não inferior a 95% da máxima obtida no teste Proctor Modificado, e isso quantas vezes for necessário, até conseguir a cota de subrasante. O preço não inclui a realização do ensaio Proctor Modificado.	m³	48736	69.63	18.35	41.63	9.65	69.63	894 305.60	#####	470 302.40	3 393 487.7	24.30 %
<b>3</b>			<b>Rede de Drenagem Passiva de Biogás</b>											<b>637 677.7</b>	<b>4.57 %</b>

**Obra**  
**ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO**  
**ROGER E A ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE**  
**SOCIOAMBIENTAL, na Cidade de João Pessoa, estado da Paraíba (PB)**

**Bancos**  
**SINAPI - 09/2022 - Paraíba**  
**SBC - 10/2022 - Paraíba**  
**SICRO3 - 07/2022 - Paraíba**  
**SICRO2 - 11/2016 - Paraíba**

**B.D.I.**  
**0,0%**

**Encargos Sociais**  
**Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.**

**Planilha Orçamentária Sintética Com Valor do Material, Mão de Obra e Equipamento**

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI			Total	Total			Peso (%)	
							M. O.	EQ.	MAT.		M. O.	EQ.	MAT.		Total
3.1	00000005	Próprio	Vala drenante com um caimento mínima de 0,50%, para captação de biogás, em que no fundo se coloca um tubo flexível de polietileno de alta densidade (PEAD/HDPE) ranhurado corrugado, circular, de parede dupla, para drenagem, enterrado, de 125 mm de diâmetro nominal interior, colocado sobre base de brita 1, consistência S50, de 10 cm de espessura e formar os caimentos, com enchimento lateral e superior até 25 cm por cima da geratriz superior do tubo com brita filtrante não selecionada, tudo envolto em um geotêxtil não tecido composto por fibras de poliéster entrelaçadas, com uma resistência à tração longitudinal de 1,63 kN/m, uma resistência à tração transversal de 2,08 kN/m, uma abertura de cone ao ensaio de perfuração dinâmica segundo ISO 13433 inferior a 27 mm, resistência CBR ao punçãoamento 0,4 kN e uma massa superficial de 200 g/m². Inclusive juntas e peças complementares. O preço não inclui a escavação nem o enchimento principal.	m	3400.1	63.85	6.98	0.87	56.00	63.85	23 732.69	2 958.08	190 405.61	217 096.4	1.55 %
3.2	102300	SINAPI	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. MAIOR QUE 1,5 M ATÉ 3,0 M (MÉDIA MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), RETROESCAV. (0,26 M3), LARG. MENOR QUE 0,8 M, EM SOLO MOLE, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_02/2021	m³	2720.08	13.24	4.06	5.45	3.73	13.24	11 043.52	14 824.43	10 145.90	36 013.9	0.26 %
3.3	94315	SINAPI	ATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO ARGILO-ARENOSO. AF_05/2016	m³	1101.63	115.97	12.08	5.75	98.14	115.97	13 307.69	6 334.37	108 113.97	127 756.0	0.92 %
3.4	00000006	Próprio	Carga, transporte e espalhamento de terras sobranes da escavação da vala e compactação em reperfilamentos no maciço, até 1000m de distância (0.40m3/m, considerado fator de empolamento)	m³	1360.04	17.49	3.31	6.73	7.45	17.49	4 501.73	9 153.06	10 132.30	23 787.1	0.17 %
3.5	00000007	Próprio	Poste de iluminação viária e respiro (drenagem de gases) composto de poste troncocônico de aço galvanizado de 3 mm de espessura, de 5000 mm de altura, acabamento pintado, com caixa de ligação e proteção, com fusíveis, condutor isolado de cobre para 0,6/1 kV de 2x2,5 mm², aterramento com haste, caixa de passagem e derivação de 40x40x60 cm, com marco e tampa de ferro fundido; e luminária de fundição de alumínio, acabamento lacado de cor cinza, regulável, de 20 W, fator de potência maior de 0,95, de 514x130x250 mm, com 8 LED SMD 5050, temperatura de cor 3000 K, índice de reprodução cromática maior de 80, índice unificado de encandeamento menor que 12, fluxo luminoso 2380 lúmens, com grau de proteção IP66 e IK10. O preço não inclui a escavação da fundação nem a formação da fundação.	un	65	3 584.99	250.13	65.11	3 269.75	3 584.99	16 258.45	4 232.15	212 533.75	233 024.4	1.67 %
<b>4</b>			<b>Colchão drenante passivo em áreas de atividades</b>										<b>1 823 182.7</b>	<b>13.06 %</b>	
4.1	00000008	Próprio	Supressão de vegetação superficial e limpeza da camada de cobertura até 20 cm e estocagem para utilização em reperfilamentos, dentro do parque.	m²	23353	4.75	1.69	2.03	1.03	4.75	39 466.57	47 406.59	24 053.59	110 926.8	0.79 %

**Obra**  
**ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO**  
**ROGER E A ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE**  
**SOCIOAMBIENTAL, na Cidade de João Pessoa, estado da Paraíba (PB)**

**Bancos**  
**SINAPI - 09/2022 - Paraíba**  
**SBC - 10/2022 - Paraíba**  
**SICRO3 - 07/2022 - Paraíba**  
**SICRO2 - 11/2016 - Paraíba**

**B.D.I.**  
**0,0%**

**Encargos Sociais**  
**Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de**  
**obra, de acordo com as bases.**

**Planilha Orçamentária Sintética Com Valor do Material, Mão de Obra e Equipamento**

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI			Total	Total			Peso (%)	
							M. O.	EQ.	MAT.		M. O.	EQ.	MAT.		Total
4.2	00000009	Próprio	Escavação, carga e transporte do material da escavação para estoque na obra, em camada abaixo da camada de limpeza, nas áreas delimitadas para implantação de colchão drenante, com espessura prevista de 30 cm, até expor à vista os resíduos descartados no lixão	m³	7005.9	8.15	2.88	3.08	2.19	8.15	20 176.99	21 578.17	15 342.92	57 098.1	0.41 %
4.3	00000010	Próprio	Camada separadora de materiais em geotêxtil não tecido sintético, termosoldado, de polipropileno-polietileno, com uma resistência à tração longitudinal de 21 kN/m, uma resistência à tração transversal de 24,8 kN/m, uma abertura de cone ao ensaio de perfuração dinâmica segundo ISO 13433 inferior a 18 mm, resistência CBR ao punçamento 2,8 kN e uma massa superficial de 300 g/m². Colocação em obra: com sobreposições, diretamente sobre o material de separação (resíduos ou brita).	m²	24053.59	18.91	0.41	0.03	18.47	18.91	9 861.97	721.60	444 269.81	454 853.4	3.26 %
4.4	00000011	Próprio	Enrocamento drenante sobre o terreno para coleta de gases (colchão drenante) composto por: camada de 30 cm de brita de pedra de pedra granítica, Ø40/70 mm, espalhamento com meios mecânicos e compactação com meios mecânicos.	m³	7005.9	38.62	9.63	9.08	19.91	38.62	67 466.81	63 613.57	139 487.47	270 567.9	1.94 %
4.5	00000010	Próprio	Camada separadora de materiais em geotêxtil não tecido sintético, termosoldado, de polipropileno-polietileno, com uma resistência à tração longitudinal de 21 kN/m, uma resistência à tração transversal de 24,8 kN/m, uma abertura de cone ao ensaio de perfuração dinâmica segundo ISO 13433 inferior a 18 mm, resistência CBR ao punçamento 2,8 kN e uma massa superficial de 300 g/m². Colocação em obra: com sobreposições, diretamente sobre o material de separação (resíduos ou brita).	m²	24053.59	18.91	0.41	0.03	18.47	18.91	9 861.97	721.60	444 269.81	454 853.4	3.26 %
4.6	00000012	Próprio	Carga e transporte dentro da obra e espalhamento de terras selecionadas da área de empréstimo, com 70 cm de espessura e sua compactação, sobre o colchão drenante do biogás.	m³	16347.1	29.05	7.42	12.11	9.52	29.05	121 295.48	197 963.38	155 624.39	474 883.3	3.40 %
<b>5</b>			<b>Impermeabilização do topo de área do parque com Geomembrana PEAD 1mm</b>											<b>924 840.4</b>	<b>6.62 %</b>
5.1	00000013	Próprio	Impermeabilização de cobertura de aterro, com geomembrana PEAD de 1 mm de espessura, cor preta, com uma densidade de 940 kg/m³ segundo ISO 1183 e resistência CBR ao punçamento de 320 N segundo ISO 12236, colocada com sobreposições, sem aderir ao suporte, e protegida em ambas as faces com uma camada anti-punçamento de geotêxtil não tecido composto por fibras de polipropileno entrelaçadas, com uma resistência à tração longitudinal de 21,1 kN/m, uma resistência à tração transversal de 24,8 kN/m, uma abertura de cone ao ensaio de perfuração dinâmica segundo ISO 13433 inferior a 9,8 mm, resistência CBR ao punçamento 3,9 kN e uma massa superficial de 300 g/m².	m²	9796	94.41	6.81	0.75	86.85	94.41	66 710.76	7 347.00	850 782.60	924 840.4	6.62 %
<b>6</b>			<b>Rede de Lixiviados</b>											<b>1 797 529.1</b>	<b>12.87 %</b>

**Obra**  
**ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO**  
**ROGER E A ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE**  
**SOCIOAMBIENTAL, na Cidade de João Pessoa, estado da Paraíba (PB)**

**Bancos**  
**SINAPI - 09/2022 - Paraíba**  
**SBC - 10/2022 - Paraíba**  
**SICRO3 - 07/2022 - Paraíba**  
**SICRO2 - 11/2016 - Paraíba**

**B.D.I.**  
**0,0%**

**Encargos Sociais**  
**Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.**

**Planilha Orçamentária Sintética Com Valor do Material, Mão de Obra e Equipamento**

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI			Total	Total			Peso (%)	
							M. O.	EQ.	MAT.		M. O.	EQ.	MAT.		Total
6.1	00000014	Próprio	Vala drenante em perímetro de muro em contato com o terreno, com um caimento mínima de 0,50%, para captação das águas lixivantes que se filtram através dos resíduos sólidos do maciço, colocando-se no fundo um tubo ranhurado de PVC de parede dupla, a exterior corrugada e a interior lisa, cor telha RAL 8023, com ranhurado ao longo de um arco de 220° no vale do corrugado, para drenagem, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 400 mm de diâmetro nominal, 362 mm de diâmetro interior, comprimento nominal 6 m, união por copa com junta elástica de EPDM, colocado sobre base de concreto simples C20 classe de agressividade ambiental I e tipo de ambiente rural, brita 1, consistência S50, de 10 cm de espessura, em forma de meia cana para colocar o tubo e formar os caimentos, com preenchimento lateral e superior até 30 cm por cima da geratriz superior do tubo com brita filtrante não selecionada, tudo envolto em um geotêxtil não tecido composto por fibras de poliéster entrelaçadas, com uma resistência à tração longitudinal de 1,63 kN/m, uma resistência à tração transversal de 2,08 kN/m, uma abertura de cone ao ensaio de perfuração dinâmica segundo ISO 13433 inferior a 27 mm, resistência CBR ao punçamento 0,4 kN e uma massa superficial de 200 g/m². Inclusive lubrificante para montagem. O preço não inclui a escavação nem o enchimento	m	2037	256.92	5.56	2.75	248.61	256.92	11 325.72	5 601.75	506 418.57	523 346.0	3.75 %
6.2	00000015	Próprio	Câmara de inspeção de elementos pré-fabricados de concreto armado, de 1,2 m de diâmetro interior e 2 m de altura útil interior, sobre base de 25 cm de espessura de concreto armado C30 classe de agressividade ambiental III e tipo de ambiente industrial, brita 1, consistência S50 levemente armada com tela eletrosoldada, com fecho de tampa circular estanque com bloqueio e marco de ferro fundido carga de ruptura 400 kN, instalada em faixas de rodagem, incluindo vias pedonais, ou zonas de estacionamento para todo o tipo de veículos. O preço inclui os equipamentos e a maquinaria necessários para o deslocamento e a colocação em obra dos elementos, mas não inclui a escavação nem o enchimento do tardo.	un	24	2 746.79	817.05	104.89	1 824.85	2 746.79	19 609.20	2 517.36	43 796.40	65 923.0	0.47 %
6.3	00000016	Próprio	Muro de gabiões composto por caixa de 2x1x1 m de rede de torção tripla, hexagonal, de 80x100 mm, de arame de aço galvanizado de 2,70 mm de diâmetro, preenchida de pedra granítica de empréstimo de granulometria compreendida entre 100 e 200 mm, colocada com retroescavadeira sobre pneus. Inclusive elementos de escoramento necessários para o seu alinhamento e aprumo, cabo de aço para fixação da caixa e tubos de PVC para drenagem.	m³	4662	221.02	15.93	11.70	193.39	221.02	74 265.66	54 545.40	901 584.18	1 030 395.2	7.38 %
6.4	00000017	Próprio	Piso contínuo de concreto simples de 10 cm de espessura, realizado com concreto C15 classe de agressividade ambiental I e tipo de ambiente rural, brita 1, consistência S100 dosado em central e concretagem com bomba, espalhamento e vibração manual; tratado superficialmente com argamassa para camada de desgaste, cor Cinza Natural, com inertes de quartzo, pigmentos e aditivos, rendimento 3 kg/m², com acabamento através de afagamento	m	1422	60.91	14.07	1.57	45.27	60.91	20 007.54	2 232.54	64 373.94	86 614.0	0.62 %

**Obra**  
**ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO**  
**ROGER E A ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE**  
**SOCIOAMBIENTAL, na Cidade de João Pessoa, estado da Paraíba (PB)**

**Bancos**  
**SINAPI - 09/2022 - Paraíba**  
**SBC - 10/2022 - Paraíba**  
**SICRO3 - 07/2022 - Paraíba**  
**SICRO2 - 11/2016 - Paraíba**

**B.D.I.**  
**0,0%**

**Encargos Sociais**  
**Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.**

**Planilha Orçamentária Sintética Com Valor do Material, Mão de Obra e Equipamento**

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI			Total	Total			Peso (%)	
							M. O.	EQ.	MAT.		M. O.	EQ.	MAT.		Total
6.5	00000020	Próprio	Enchimento do tardo de muro de alvenaria, com terra de empréstimo, com meios mecânicos; e compactação em camadas sucessivas de 25 cm de espessura máxima com cilindro vibratório de condução manual, até alcançar uma densidade seca não inferior a 95% da máxima obtida no teste Proctor Modificado. O preço não inclui a realização do ensaio Proctor Modificado.	m³	3108	29.36	4.51	0.67	24.18	29.36	14 017.08	2 082.36	75 151.44	91 250.9	0.65 %
<b>7</b>			<b>Rede de Drenagem Pluvial Perimetral</b>											<b>166 727.3</b>	<b>1.19 %</b>
7.1	00000018	Próprio	Valeta formada por peças pré-fabricadas de betão de secção trapezoidal, de 40/30x33x100 cm, unidas através de junta macho-fêmea, colocadas sobre base de betão simples C20 classe de agressividade ambiental I e tipo de ambiente rural, brita 1, consistência S50 de 15 cm de espessura.	m	1554	101.47	25.90	2.93	72.64	101.47	40 248.60	4 553.22	112 882.56	157 684.4	1.13 %
7.2	00000019	Próprio	Caixa de passagem, de concreto simples "in situ", de dimensões interiores 60x60x60 cm, com marco e tampa de ferro fundido; escavação prévia com meios manuais e posterior enchimento do tardo com material granular.	un	19	471.37	146.01	17.41	307.95	471.37	2 774.19	330.79	5 851.05	8 956.0	0.06 %
7.3	94274	SINAPI	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO CURVO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA), PARA VIAS URBANAS (USO VIÁRIO). AF_06/2016	M	1	45.22	15.12	1.72	28.38	45.22	15.12	1.72	28.38	45.2	0.00 %
7.4	94273	SINAPI	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA), PARA VIAS URBANAS (USO VIÁRIO). AF_06/2016	M	1	41.71	12.38	1.41	27.92	41.71	12.38	1.41	27.92	41.7	0.00 %
<b>8</b>			<b>Rede Viária interna do parque</b>											<b>3 303 623.8</b>	<b>23.66 %</b>
8.1	94274	SINAPI	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO CURVO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA), PARA VIAS URBANAS (USO VIÁRIO). AF_06/2016	M	1765	45.22	15.12	1.72	28.38	45.22	26 686.80	3 035.80	50 090.70	79 813.3	0.57 %
8.2	94273	SINAPI	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA), PARA VIAS URBANAS (USO VIÁRIO). AF_06/2016	M	3530	41.71	12.38	1.41	27.92	41.71	43 701.40	4 977.30	98 557.60	147 236.3	1.05 %
8.3	00000021	Próprio	Execução de reforço de subleito com solo com CBR> 2% e K≤ 10-6 cm/s de condutividade hidráulica, proveniente de jazida legalizada em João Pessoa, para cobertura e reperfilamento,	m³	12768	49.13	3.67	7.10	38.36	49.13	46 858.56	90 652.80	489 780.48	627 291.8	4.49 %

**Obra**  
**ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO**  
**ROGER E A ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE**  
**SOCIOAMBIENTAL, na Cidade de João Pessoa, estado da Paraíba (PB)**

**Bancos**  
**SINAPI - 09/2022 - Paraíba**  
**SBC - 10/2022 - Paraíba**  
**SICRO3 - 07/2022 - Paraíba**  
**SICRO2 - 11/2016 - Paraíba**

**B.D.I.**  
**0,0%**

**Encargos Sociais**  
**Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.**

**Planilha Orçamentária Sintética Com Valor do Material, Mão de Obra e Equipamento**

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI			Total	Total			Peso (%)		
							M. O.	EQ.	MAT.		M. O.	EQ.	MAT.		Total	
8.4	00000022	Próprio	Execução de reforço de subleito com solo com CBR> 2% proveniente de jazida legalizada em João Pessoa, para a rede viária do Parque. Inclui carga e transporte da jazida, o espalhamento e compactação no local de aplicação em obra.	m³	6930	49.13	3.67	7.10	38.36	49.13	25 433.10	49 203.00	265 834.80	340 470.9	2.44 %	
8.5	00000023	Próprio	Execução de Sub-base com material de jazida legalizada em João Pessoa, para arruamentos com materiais com as características seguintes: C.B.R. >= 20% I.G. = 0 Expansão <= 1% (medida com sobrecarga de 10 lb)	m³	3732	176.95	3.90	8.27	164.78	176.95	14 554.80	30 863.64	614 958.96	660 377.4	4.73 %	
8.6	00000024	Próprio	Execução de Sub-base com material de jazida legalizada em João Pessoa, para arruamentos com materiais com as características seguintes: C.B.R. >= 20% I.G. = 0 Expansão <= 1% (medida com sobrecarga de 10 lb)	m³	2018	176.95	3.90	8.27	164.78	176.95	7 870.20	16 688.86	332 526.04	357 085.1	2.56 %	
8.7	101172	SINAPI	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM PEDRAS POLIÉDRICAS, REJUNTAMENTO COM ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA). AF_05/2020	m²	7650	68.93	14.55	5.56	48.82	68.93	111 307.50	42 534.00	373 473.00	527 314.5	3.78 %	
8.8	92407	SINAPI	EXECUÇÃO DE VIA EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO 16 FACES DE 22 X 11 CM, ESPESSURA 10 CM. AF_12/2015	m²	7650	73.73	12.34	1.72	59.67	73.73	94 401.00	13 158.00	456 475.50	564 034.5	4.04 %	
<b>Totais -&gt;</b>											<b>2.061.922,4</b>	<b>3.152.854,1</b>	<b>8.747.367,6</b>	<b>13.962.144,</b>		
											<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>23</b>		
											<b>Total sem BDI</b>				<b>13 962 144.23</b>	
											<b>Total do BDI</b>				<b>0.00</b>	
											<b>Total Geral</b>				<b>13 962 144.23</b>	

## **16 CANTEIRO DE OBRAS E VEDAÇÃO DE OBRA**

Para execução da obra a empresa construtora terá de instalar um canteiro de obras no local, cabendo-lhe tomar a decisão sobre o tipo de construções provisórias que pretende adoptar e submeter à aprovação da fiscalização a sua implantação, porém as áreas mínimas devem ser respeitadas, com instalações para a direção da obra, vestiário, almoxarifado, fiscalização, entre outros adiante estabelecidos.

A água de abastecimento será fornecida pela Companhia CAGEPA e a energia elétrica pela companhia local, mediante requerimento da empresa adjudicatária das obras.

O local terá sinalização adequada, com a colocação de Placa identificativa da obra, de acordo com as normas estabelecidas, com referência à Obra, ao Dono da Obra, aos Projetistas, Fiscalização, Fontes de Financiamento e Empresas Construtoras. Também terá no local placas de segurança, em conformidade com a legislação sobre higiene, saúde e segurança no trabalho.

A empresa adjudicatária das obras terá de implementar os requisitos de segurança da NR18 e demais regulamentos aprovados, devendo submeter à Fiscalização o plano de estaleiro de obras.

As instalações deverão contemplar, no mínimo, as seguintes edificações amovíveis, consideradas no orçamento do custo da empreitada:

- Módulo de Escritório de obra com 50 m<sup>2</sup>
- Módulo de Escritório com 35m<sup>2</sup>
- Módulo de Almoxarifado com 25 m<sup>2</sup>
- Módulo de Refeitório com 25 m<sup>2</sup>
- Módulo para Fiscalização com 20 m<sup>2</sup>
- Módulo de vestiário e WC com 25 m<sup>2</sup>.

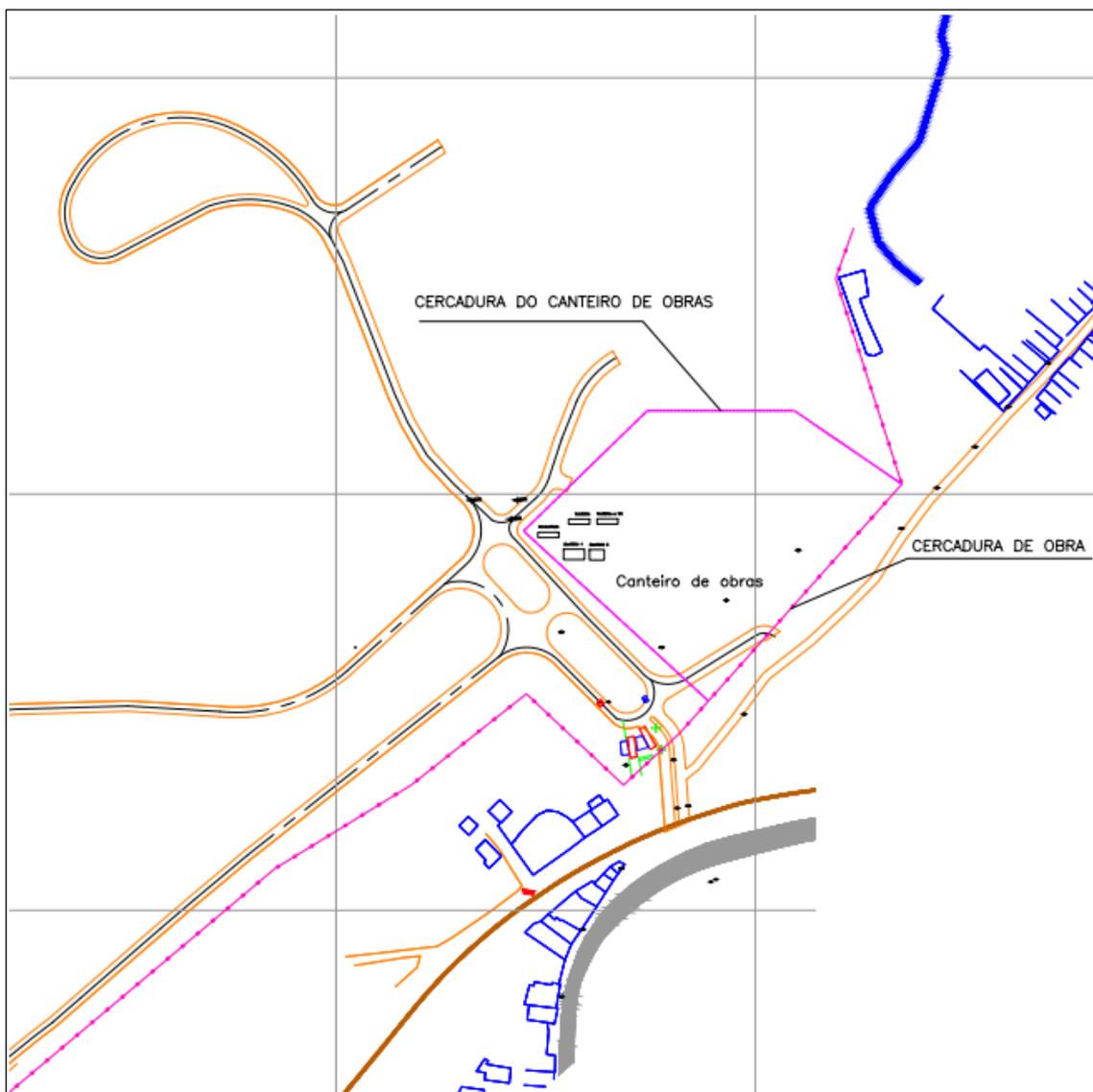
O local de implantação do canteiro de obra será na entrada (ver planta de implantação do canteiro de obras) do antigo lixão do Roger livre de implantação de construções definitivas do Parque socioambiental. Neste canteiro de obra, com área de cerca de 14 mil m<sup>2</sup>, serão implantados os módulos amovíveis, a zona de estacionamento das viaturas, motocicletas e bicicletas dos intervenientes da obra. Também está previsto

local para armazenamento temporário de materiais para a construção e local para a gestão de resíduos de obra.

### **Acesso Reservado ao local da obra**

Será construída uma vedação na frente de obra numa extensão de 764.5 m com altura de 2,00m separando a área da obra da zona habitada do entorno no alinhamento da linha férrea que margina o local, com portão de entrada e uma guarita de controle de entradas, para que o acesso seja reservado ao pessoal afeto à obra.

Figura 16.1 – Planta de implantação do canteiro de obras e a vedação do local



## 17 CONCLUSÕES

Apresenta-se uma solução para as drenagens de gases, lixiviados e águas pluviais que permite a implantação do parque socioambiental no antigo lixão do Roger, em João Pessoa, como é objetivo do poder público e anseio das populações locais.

A drenagem dos lixiviados será realizada por coletor de 400mm inserido na cota do mangue, a tardo de um muro de gabião que delimita o mangue do maciço de resíduos com 2 metros de altura e de largura, no sopé do lixão, sendo uma estrutura de proteção ao efeito erosivo da maré. O lixiviado assim recolhido não passará para o mangue, sendo encaminhado para tratamento na ETE mais próxima do local através de bombeamento.

O biogás é o grande problema de qualquer aterro de resíduos e no caso do lixão do Roger também é. Ainda não se concluiu a pesquisa do potencial de biogás existente no maciço, pelo que a solução que é apresentada é a que salvaguarda a situação mais desfavorável e traga segurança às construções que estão previstas para o Parque.

Com efeito, a alternativa selecionada de desgaseificação passiva foi adotada com as precauções decorrentes da falta de dados finais da pesquisa de campo sobre as condições reais do biogás existente e gerado no maciço. Nesse sentido, foram adotadas soluções de salvaguarda para a hipótese de haver mais gás retido e ainda a ser gerado do que as anteriores observações sugeriam, nomeadamente adotou-se a impermeabilização no topo sob determinadas áreas do Parque onde se preconizam construções, com membrana de PEAD de 1mm, duplamente protegida com geotêxtil, com o objetivo de evitar de todo as eventuais emissões fugidias características de aterros, pelo topo da camada de cobertura.

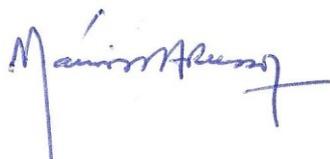
Também foram projetados colchões drenantes sob as áreas dessas construções, ocupando uma área de cerca de 23 mil m<sup>2</sup>, para além das valas drenantes inicialmente previstas. A estimativa de custos desta solução é de R\$ 13.470.087,47, sendo que as duas componentes de proteção adicionais: (i) impermeabilização com geomembrana de 1mm e (ii) o colchão drenante são importâncias que poderão não ser executadas ou reduzidas as quantidades aos estritamente necessário, em fase de projeto executivo, com dados finais da pesquisa de campo.

A presente versão dá resposta às questões levantadas no checklist da UEP, incorporando as sugestões ali expressas, com exceção do ponto em que é sugerido a queima dos gases, porque a vazão e o conteúdo de metano do biogás não permite a manutenção de chama, sendo, por isso, impossível fazê-lo sem o apoio de uma rede de gás propano a alimentar o bico dos "flares". A solução está descrita, com a existência de 65 postes integrados no Parque com drenagem pelo topo do poste de algum gás que possa emanar, dado que se espera que com o tempo se extinga. Estes postes serão aproveitados para se instalar uma luminária adequada com lâmpadas led para iluminação, ficando assim, completamente integrados no novo ambiente do Parque.

O Produto 6 incorporará as recomendações, otimizará a solução de degaseificação com base nos resultados finais da pesquisa de biogás realizada e apresentará o detalhamento das soluções aqui apresentadas.

João Pessoa, 14 de dezembro de 2022

O Coordenador Geral do Projeto

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mário Russo', with a stylized flourish at the end.

Mário Russo, Prof. Doutor

## 18 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>. Acessado em: 08 de junho de 2022.

ALEXANDERSSON, H.; MOBERG, A. Homogenization of Swedish temperature data. Part I: Homogeneity test for linear trends. *International Journal of Climatology*, v.17, p. 25–34, 1997.

ARYEE, J. N. A., AMEKUDZI, L. K., QUANSAH, E., KLUTSE, N. A. B., ATIAH, W. A., & YORKE, C. Development of high spatial resolution rainfall data for Ghana. *International Journal of Climatology*, v.38, n.3, p. 1201–1215, 2018.

Coduto, R. Huitric - Monitoring Landfill Movements Using Precise Instruments

ASTM International, American Society for Testing and Materials Editora ASTM International, 1990

Dullien, F.L. (1992) Fluid Transport and Pore Structure. Academic, New York.

Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 2012).

TERZAGHI, K.; PECK, R. B. - Soil mechanics in engineering practice. Nova Iorque: John Wiley and Sons, 1948.

## **19 ANEXOS – DESENHOS**

Em anexos são apresentados os boletins de ensaios de caracterização dos materiais de jazida para reforço de subleito e execução de sub-bases e bases, bem como pranchas de desenho.



# ANEXOS

---





CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV  
 CELEBRADO COM A PREFEITURA DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA.  
 ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER E A  
 ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL

REV.	DATA	PROJ.	DES.	VERIF.	APR.	COPIA	CONVERSÃO/OUTROS	FIN.	DESCRIÇÃO
00									
00									

**FINALIDADE DAS EMISSÕES**

DAS EMISSÕES (1) PARA APROVAÇÃO/COMENTÁRIOS (2) PARA INFORMAÇÃO/COMENTÁRIO (3) PARA DETALHAMENTO (4) NÃO SE APLICA (5) NÃO SE APLICA (6) CERTIFICADO (7) CANCELADO

(1) PARA APROVAÇÃO/COMENTÁRIOS (2) PARA INFORMAÇÃO/COMENTÁRIO (3) PARA DETALHAMENTO (4) NÃO SE APLICA (5) NÃO SE APLICA (6) CERTIFICADO (7) CANCELADO

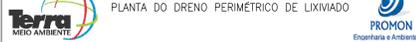
ESTE DOCUMENTO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS, SÃO DE PROPRIEDADE DA TERRA-PROMON PARA USO EXCLUSIVO NOS SERVIÇOS PERTINENTES, SENDO VEDADA SUA PUBLICAÇÃO OU REPRODUÇÃO PARA OUTROS FINS, SALVO AUTORIZAÇÃO EXPRESSA. ESTE DOCUMENTO DEVERÁ SER DEVOLVIDO QUANDO SOLICITADO.

EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO DE: PROJ. ARQUIT. E CIVIL DE: PROJ. MEC. E ELÉTRICO DE: PROJ. SANEAM. E SÓLIDOS DE: PROJ. SANEAM. E SÓLIDOS DE: PROJ. SANEAM. E SÓLIDOS DE: PROJ. SANEAM. E SÓLIDOS	Nº FORNECEDOR  Nº FRANQUIA 02	REV. 0
PROJETADO POR: DESENHADO POR: VERIFICADO POR: APROVADO POR:	PACOTE Nº OC/CT:	IM:

**TÍTULO**

ANTIGO LIXÃO DO ROGER – JOÃO PESSOA/PA  
 RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO ANTIGO LIXÃO  
 PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
 PLANTA DE LAYOUT DAS SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO

ESCALA:	INDICADA	CODIGO DOC. PROJETO	Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV
DATA:	26/09/2022		



Fonte: Município: João Pessoa

Nº Registro: Elaboração:



Linha	PC
11	1
12	2
13	3
14	4
15	5
16	7
17	10
18	8
19	13
110	16
111	21
112	18
113	3
114	23
115	2
116	2

CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV  
 CELEBRADO COM A PREFEITURA DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA.  
 ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER E A  
 ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL

REV.	DATA	PROJ.	DES.	VERIF.	APR.	DATA	CONVERSÃO/REVIS.	FIN.	DESCRIÇÃO
00									

FINALIDADE DAS EMISSÕES

FINALIDADES DAS EMISSÕES	(1) PARA APROVAÇÃO/COMENTÁRIOS (2) PARA INFORMAÇÃO/COMPLEMENTO (3) PARA DETALHAMENTO	(4) NÃO SE APLICA (5) NÃO SE APLICA (6) CERTIFICADO	(7) PARA CANCELAMENTO/REVISÃO (8) COMO CONSIDERADO/WORKING	(9) CANCELADO

ESTE DOCUMENTO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS, SÃO DE PROPRIEDADE DA TERRA-FRONS PARA USO EXCLUSIVO NOS SERVIÇOS PERTINENTES, SENDO VEDADA SUA PUBLICAÇÃO OU REPRODUÇÃO PARA OUTROS FINS, SALVO AUTORIZAÇÃO EXPRESSA. ESTE DOCUMENTO DEVERÁ SER DEVOLVIDO QUANDO SOLICITADO.

EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO	Nº FORNECEDOR	Nº FRANQUIA	REV.
DE: VÍTOR ROGER DA SILVA IN: ENG. CIVIL (RUBR. 1000) - 1000 DO: VÍTOR ROGER DA SILVA DO: VÍTOR ROGER DA SILVA		04 A	0

TÍTULO:  
**ANTIGO LIXÃO DO ROGER – JOÃO PESSOA/PA**  
 RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO ANTIGO LIXÃO  
 PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
 PLANTA DE LAYOUT DAS SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO

ESCALA:	CODIGO DOC. PROJETO
1/1000	CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV

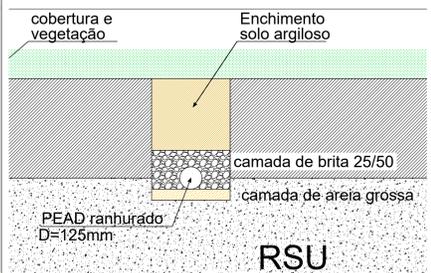



REDE DE DESGASEIFICAÇÃO PASSIVA  
 COLCHÃO DRENANTE

Município:  
 João Pessoa

Fonte:  
 Elaboração:

Nº Registro:



CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV  
 CELEBRADO COM A PREFEITURA DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA.  
 ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER E A  
 ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL

REV.	DATA	PROJ.	DES.	VERIF.	APR.	DATA	CONEXÃO/PROJ.	FIN.	DESCRIÇÃO
00									

FINALIDADE DAS EMISSÕES		
(1) PARA APROVAÇÃO/COMENTÁRIOS	(2) PARA INFORMAÇÃO/COMENTÁRIO	(3) PARA DETALHAMENTO
(4) NÃO SE APLICA	(5) NÃO SE APLICA	(6) CERTIFICADO
(7) PARA CONTRATAÇÃO/MONITORIA	(8) COMO CONTRATAÇÃO/MONITORIA	(9) CANCELADO

ESTE DOCUMENTO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS, SÃO DE PROPRIEDADE DA TERRA-PROMON PARA USO EXCLUSIVO NOS SERVIÇOS PERTINENTES, SENDO VEDADA SUA PUBLICAÇÃO OU REPRODUÇÃO PARA OUTROS FINS, SALVO AUTORIZAÇÃO EXPRESSA. ESTE DOCUMENTO DEVERÁ SER DEVOLVIDO QUANDO SOLICITADO.

EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO		Nº FORNECEDOR	Nº FRANQUIA	REV.
DE: VÍTOR ROCHA	DE: VÍTOR ROCHA		04	0
PROJETADO POR:	DESENHADO POR:	VERIFICADO POR:	APROVADO POR:	
DE: VÍTOR ROCHA	DE: VÍTOR ROCHA	DE: VÍTOR ROCHA	DE: VÍTOR ROCHA	
PACOTE Nº	OC/CT:			

**TÍTULO**  
 ANTIGO LIXÃO DO ROGER – JOÃO PESSOA/PA  
 RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO ANTIGO LIXÃO  
 PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
 PLANTA DE LAYOUT DAS SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO

ESCALA: INDICADA  
 DATA: 26/09/2022  
 CÓDIGO DOC. PROJETO: CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV



**REDE DE DESGASEIFICAÇÃO PASSIVA COLCHÃO DRENANTE**  
 Município: João Pessoa

Fonte: Elaboração:  
 Nº Registro:

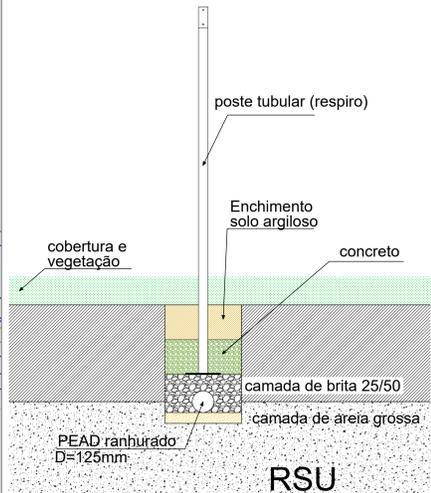
ESCALA :1000



LINHA ALAGADO

vale drenagem do biogás

Muro de Gabião e passarela



CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV  
 CELEBRADO COM A PREFEITURA DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA.  
 ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER E A  
 ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL

00									
REV.	DATA	PROJ	DES	VERIF	APR	DATA	CONEXÃO/PROJ	FIN	DESCRIÇÃO

FINALIDADE DAS EMISSÕES

(1) PARA APROVAÇÃO/COMENTÁRIOS	(2) PARA INFORMAÇÃO/COMENTÁRIO	(3) PARA DETALHAMENTO
(4) NÃO SE APLICA	(5) NÃO SE APLICA	(6) CERTIFICADO
(7) PARA CONTRUÇÃO/MONITORIA	(8) COMO CONTRUÇÃO/MONITORIA	(9) CANCELADO

ESTE DOCUMENTO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS, SÃO DE PROPRIEDADE DA TERRA-PROMON PARA USO EXCLUSIVO NOS SERVIÇOS PERTINENTES, SENDO VEDADA SUA PUBLICAÇÃO OU REPRODUÇÃO PARA OUTROS FINS, SALVO AUTORIZAÇÃO EXPRESSA. ESTE DOCUMENTO DEVERÁ SER DEVOLVIDO QUANDO SOLICITADO.

EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO DE: VEP, RSG, ORL, P, VERDEIRO, DTP DE: VEP, RSG, ORL, P, VERDEIRO, DTP DE: VEP, RSG, ORL, P, VERDEIRO, DTP DE: VEP, RSG, ORL, P, VERDEIRO, DTP	Nº FORNECEDOR	Nº FRANQUIA	REV.
PROJETADO POR: DESENHADO POR: VERIFICADO POR: APROVADO POR:	PACOTE Nº RM:	05	0

TÍTULO: **ANTIGO LIXÃO DO ROGER – JOÃO PESSOA/PA**  
 RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO ANTIGO LIXÃO  
 PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
 PLANTA DE LAYOUT DAS SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO

ESCALA: INDICADA  
 DATA: 26/09/2022  
 CÓDIGO DOC. PROJETO: CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV



REDE DE DESGASEIFICAÇÃO PASSIVA (POSTES DE RESPIRO)  
 Município: João Pessoa  
 Fonte: Elaboração:  
 Nº Registro:



NOTA PRÉVIA

A impermeabilização topo está condicionada à pesquisa do biogás em toda a área do antigo lixão. Será executada apenas na zona de construções previstas para o Parque Socioambiental de modo a dar as maiores garantias que a desgasificação é eficaz e não haverá qualquer emissão fugitiva pelo topo desta área. A conclusão da pesquisa poderá reconfigurar a área a impermeabilizar com PEAD 1mm ou a abolir esta solução de precaução por falta dos resultados

ÁREA= 101.480 m2

CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGV  
 CELEBRADO COM A PREFEITURA DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA.  
 ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER E A  
 ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL

REV.	DATA	PROJ.	DES.	VERIF.	APR.	DATA	COMPROVAÇÃO	FIN.	DESCRIÇÃO

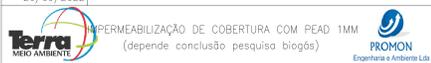
FINALIDADE DAS EMISSÕES		
(1) PARA APROVAÇÃO/COMENTÁRIOS	(2) PARA INFORMAÇÃO/COMENTÁRIO	(3) PARA DETALHAMENTO
(4) NÃO SE APLICA	(5) NÃO SE APLICA	(6) CANCELADO
(7) PARA CONDIÇÃO/MENTAÇÃO	(8) COMO CONDIÇÃO/MENTAÇÃO	(9) CANCELADO

ESTE DOCUMENTO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS, SÃO DE PROPRIEDADE DA TERRA-FRONSOM PARA USO EXCLUSIVO NOS SERVIÇOS PERTINENTES, SENDO VEDADA SUA PUBLICAÇÃO OU REPRODUÇÃO PARA OUTROS FINS, SALVO AUTORIZAÇÃO EXPRESSA. ESTE DOCUMENTO DEVERÁ SER DEVOLVIDO QUANDO SOLICITADO.

EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO DE: WER. RUIZ ORLA Nº 0000000000 DR. JOS. FERREIRO TORRES LEE ORLA Nº 0000000000 DR. MAR. CECILE MARINHO ZOLA Nº 0000000000 DR. MAR. JOSÉ DE SOUZA DR. JOS. FERREIRO TORRES LEE Nº 0000000000 DR. JOS. FERREIRO TORRES LEE Nº 0000000000 DR. JOS. FERREIRO TORRES LEE Nº 0000000000	Nº Fornecedor: _____ Nº Franquia: _____ Nº Projeto: _____ Nº Contrato: _____ Nº Licença: _____ Nº de Projeto: _____ Nº de Contrato: _____ Nº de Licença: _____	Nº Franquia: _____ Nº Projeto: _____ Nº Contrato: _____ Nº Licença: _____	REV. 0 046
--	---	--	---------------

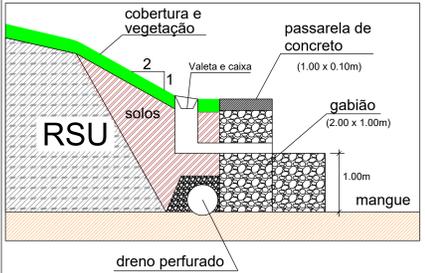
TÍTULO:  
**ANTIGO LIXÃO DO ROGER – JOÃO PESSOA/PA**  
 RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO ANTIGO LIXÃO  
 PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
 PLANTA DE LAYOUT DAS SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO

ESCALA: 1:1000  
 DATA: 26/09/2022  
 CÓDIGO DOC. PROJETO: CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGV



Município: João Pessoa  
 Fonte: Elaboração:  
 Nº Registro: \_\_\_\_\_





LINHA ALAGADO

Valeta de banqueta AP

Muro de Gabião e passarela

Caixa de visita AP

CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV  
 CELEBRADO COM A PREFEITURA DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA.  
 ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER E A  
 ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL

REV.	DATA	PROJ.	DES.	VERIF.	APR.	DATA	CONEXÃO/PROJ.	FIN.	DESCRIÇÃO
00									

FINALIDADE DAS EMISSÕES		
(1) PARA APROVAÇÃO/COMENTÁRIOS	(2) PARA INFORMAÇÃO/COMENTÁRIO	(3) PARA DETALHAMENTO
(4) NÃO SE APLICA	(5) NÃO SE APLICA	(6) CERTIFICADO
(7) PARA CONTRATAÇÃO/MONITORIA	(8) COMO CONTRATAÇÃO/MONITORIA	(9) CANCELADO

ESTE DOCUMENTO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS, SÃO DE PROPRIEDADE DA TERRA-PROMON PARA USO EXCLUSIVO NOS SERVIÇOS PERTINENTES, SENDO VERBADA SUA PUBLICAÇÃO OU REPRODUÇÃO PARA OUTROS FINS, SALVO AUTORIZAÇÃO EXPRESSA. ESTE DOCUMENTO DEVERÁ SER DEVOLVIDO QUANDO SOLICITADO.

EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO DE: VEP, RSD, ORL, P, VERDE, DTP DE: VEP, RSD, ORL, P, VERDE, DTP DE: VEP, RSD, ORL, P, VERDE, DTP DE: VEP, RSD, ORL, P, VERDE, DTP	Nº FORNECEDOR	Nº FRANQUIA	REV.
PROJETADO POR: DESENHADO POR: VERIFICADO POR: APROVADO POR:	PACOTE Nº RM:	08	0

TÍTULO  
**ANTIGO LIXÃO DO ROGER – JOÃO PESSOA/PA**  
 RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO ANTIGO LIXÃO  
 PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
 PLANTA DE LAYOUT DAS SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO

ESCALA: INDICADA  
 DATA: 26/09/2022  
 CÓDIGO DOC. PROJETO: CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV

ÁREAS DE INFLUÊNCIA DRENAGEM AP  
 EM VALETA

Município: João Pessoa  
 Fonte: Elaboração:  
 Nº Registro:



LINHA ALAGADO

Valeta de banqueta AP

Muro de Gabião e passarela

Caixa de visita AP

CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV  
 CELEBRADO COM A PREFEITURA DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA.  
 ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER E A  
 ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL

REV.	DATA	PROJ	DES	VERIF	APR	DATA	CONEXÃO/PROJ	FIN	DESCRIÇÃO
00									

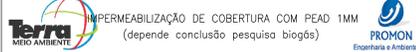
FINALIDADE DAS EMISSÕES		
(1) PARA APROVAÇÃO/COMENTÁRIOS	(4) PARA INFORMAÇÃO/COMENTÁRIO	(7) PARA DETALHAMENTO
(2) NÃO SE APLICA	(5) NÃO SE APLICA	(8) CERTIFICADO
(3) PARA CONTRATAÇÃO/MONITORIA	(6) COMO CONTRATAÇÃO/MONITORIA	(9) CANCELADO

ESTE DOCUMENTO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS, SÃO DE PROPRIEDADE DA TERRA-PROMON PARA USO EXCLUSIVO NOS SERVIÇOS PERTINENTES, SENDO VEDADA SUA PUBLICAÇÃO OU REPRODUÇÃO PARA OUTROS FINS, SALVO AUTORIZAÇÃO EXPRESSA. ESTE DOCUMENTO DEVERÁ SER DEVOLVIDO QUANDO SOLICITADO.

EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO DE: VEP: RBSO: ORL: P: V: OBRAS: DTP DE: VEP: RBSO: ORL: P: V: OBRAS: DTP DE: VEP: RBSO: ORL: P: V: OBRAS: DTP DE: VEP: RBSO: ORL: P: V: OBRAS: DTP	Nº FORNECEDOR	Nº FRANCHA	REV.
PROJETADO POR: DESENHADO POR: VERIFICADO POR: APROVADO POR: PACOTE Nº: OC/CT:	DE: VEP: RBSO: ORL: P: V: OBRAS: DTP DE: VEP: RBSO: ORL: P: V: OBRAS: DTP DE: VEP: RBSO: ORL: P: V: OBRAS: DTP DE: VEP: RBSO: ORL: P: V: OBRAS: DTP	09	0

TÍTULO: ANTIGO LIXÃO DO ROGER – JOÃO PESSOA/PA  
 RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO ANTIGO LIXÃO  
 PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
 PLANTA DE LAYOUT DAS SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO

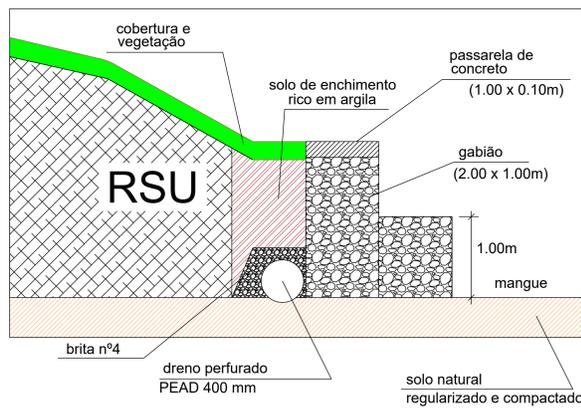
ESCALA: 1:1000  
 DATA: 26/09/2022  
 CÓDIGO DOC. PROJETO: CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV



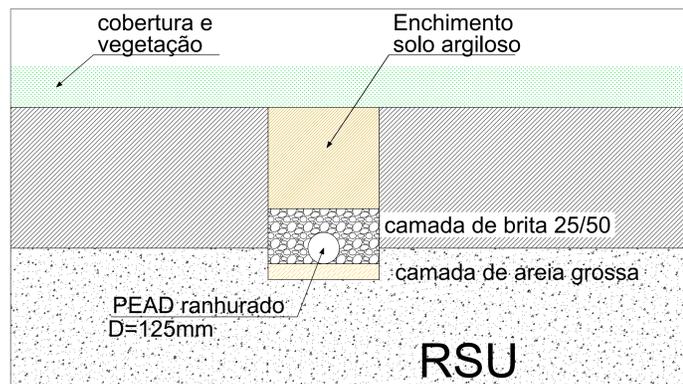
Município: João Pessoa  
 Fonte: Elaboração:  
 Nº Registro:



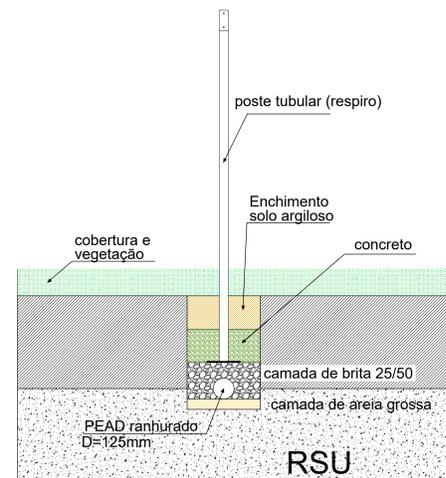




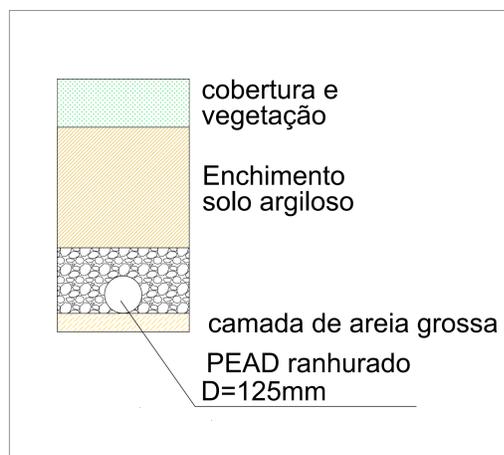
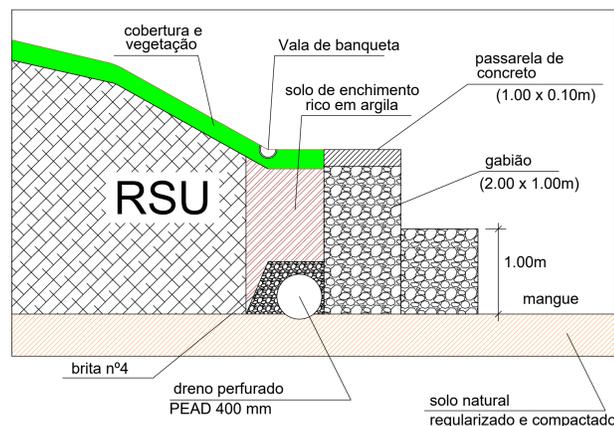
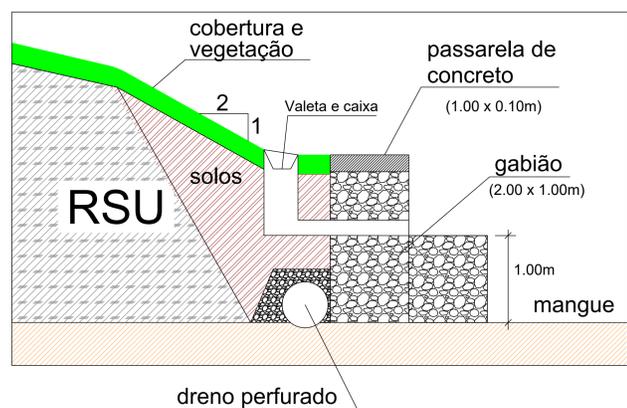
Muro gabião e dreno perimétrico



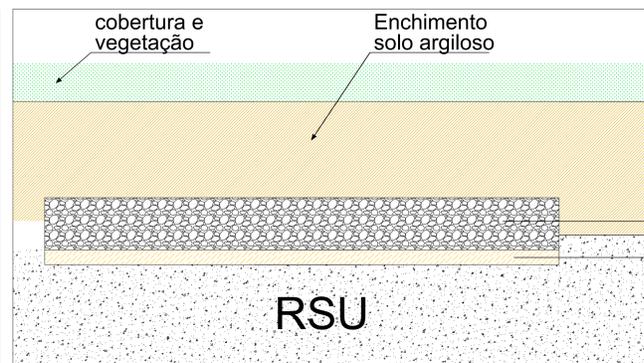
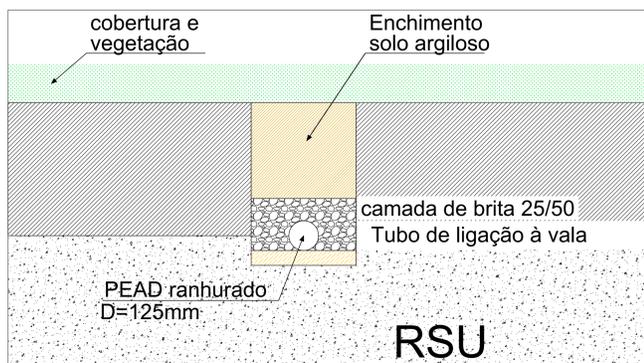
Vala drenante gases – passiva



Vala drenante e poste – respiro



Vala drenante passiva de gases



COLCHÃO DRENANTE E LIGAÇÃO A VALA ADJACENTE

COLCHÃO DRENANTE (camada de brita 25/50) camada de areia grossa

CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV  
CELEBRADO COM A PREFEITURA DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA.  
ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER E A  
ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL

REV.	DATA	PROJ.	DES.	VERIF.	APR.	DATA	DESCRIÇÃO
00							
00							

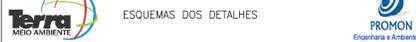
FINALIDADE DAS EMISSÕES		
(1) PARA APROVAÇÃO/COMENTÁRIOS	(2) PARA INFORMAÇÃO/COMENTÁRIO	(3) PARA DETALHAMENTO
(4) NÃO SE APLICA	(5) NÃO SE APLICA	(6) CERTIFICADO
(7) PARA CONTRATAÇÃO/REVISÃO	(8) COMO CONTROLADO/MONITORADO	(9) CANCELADO

ESTE DOCUMENTO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS, SÃO DE PROPRIEDADE DA TSE/AIESS/WTTEC, PARA USO EXCLUSIVO NOS SERVIÇOS PERTINENTES, SENDO VEDADA SUA PUBLICAÇÃO OU REPRODUÇÃO PARA OUTROS FINS, SALVO AUTORIZAÇÃO EXPRESSA. ESTE DOCUMENTO DEVERÁ SER DEVOLVIDO QUANDO SOLICITADO.

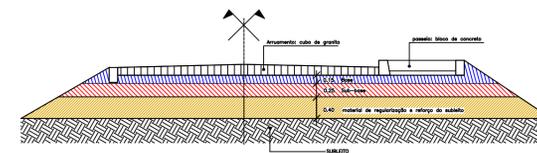
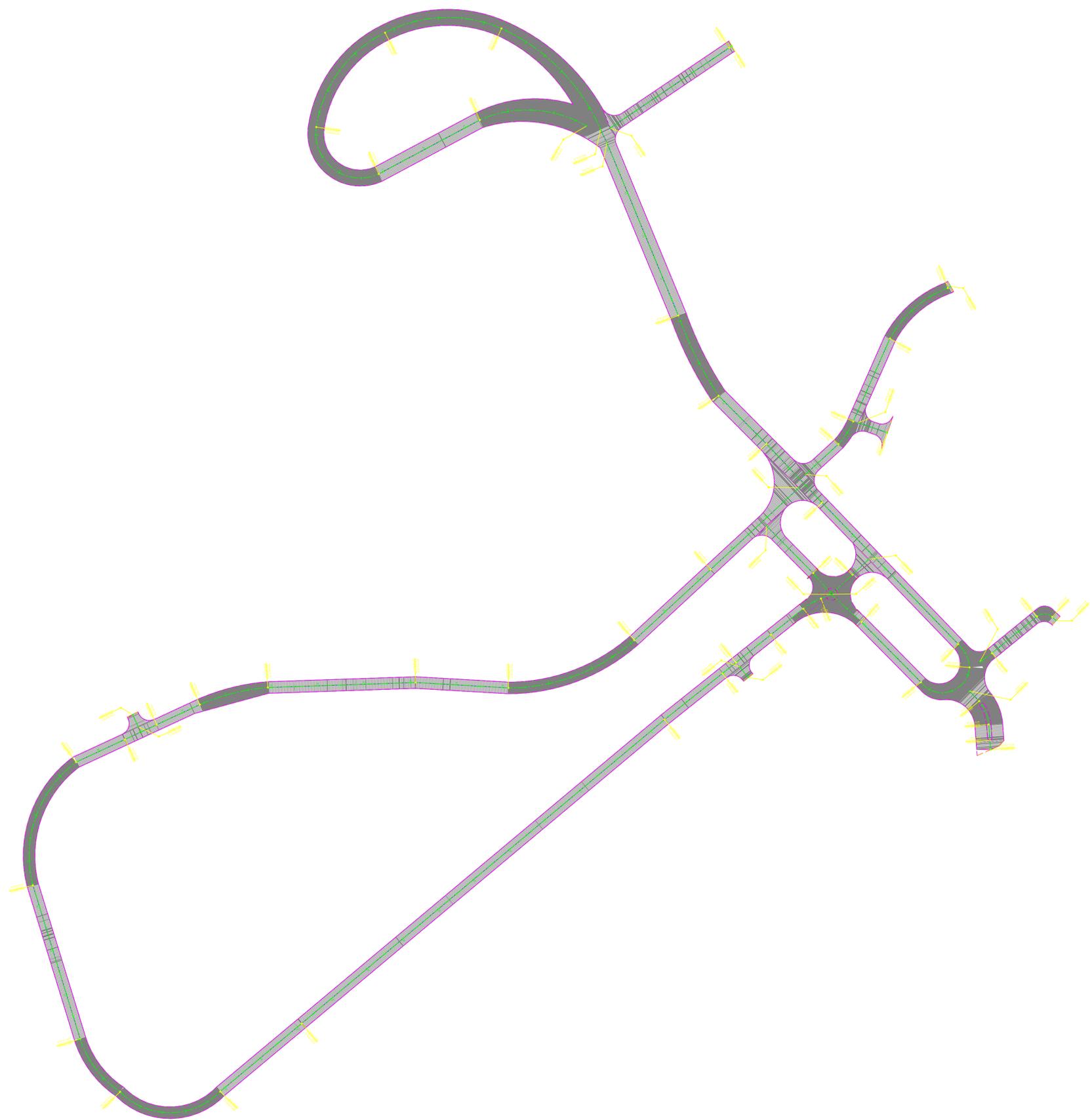
EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO DE: VÍTOR ROCHA DE: VÍTOR ROCHA DE: VÍTOR ROCHA DE: VÍTOR ROCHA DE: VÍTOR ROCHA	Nº FORNECEDOR	Nº FRENCHA	REV.
PRODUTOS: PLOTAGEM DE: VÍTOR ROCHA DE: VÍTOR ROCHA DE: VÍTOR ROCHA DE: VÍTOR ROCHA	DESENHADO POR: DE: VÍTOR ROCHA DE: VÍTOR ROCHA DE: VÍTOR ROCHA	VERIFICADO POR: DE: VÍTOR ROCHA DE: VÍTOR ROCHA DE: VÍTOR ROCHA	APROVADO POR: DE: VÍTOR ROCHA DE: VÍTOR ROCHA DE: VÍTOR ROCHA
PACOTE Nº	OC/CT:		
RM:			

ANTIGO LIXÃO DO ROGER – JOÃO PESSOA/PA  
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO ANTIGO LIXÃO  
PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
PLANTA DE LAYOUT DAS SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO

ESCALA: S/E  
DATA: 12/07/2022  
CÓDIGO DOC. PROJETO: CONTRATO ADMINISTRATIVO Nº 02.012/2021 – UEP/SEGGOV



Município: João Pessoa  
Fonte: Elaboração:  
Nº Registro:



PERFIL TIPO DOS ARRUEAMENTOS

CONTRATO ADMINISTRATIVO N° 02.012/2021 – UEP/SEGGOV  
 CELEBRADO COM A PREFEITURA DE JOÃO PESSOA, PARAÍBA.  
 ESTUDOS E PROJETOS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO LIXÃO DO ROGER E A  
 ELABORAÇÃO DE PROJETOS PARA A CRIAÇÃO DO PARQUE SOCIOAMBIENTAL

00											
00											
REV.	DATA	PROJ.	DES.	VERF.	APR.	DATA FORNECEDOR/POSTA	FIN	DESCRIÇÃO			

FINALIDADE DAS EMISSÕES

FINALIDADES DAS EMISSÕES	(1) PARA APROVAÇÃO/COMENTÁRIOS	(4) PARA INFORMAÇÃO/CONHECIMENTO	(7) PARA DETALHAMENTO
	(2) NÃO SE APLICA	(5) NÃO SE APLICA	(8) CERTIFICADO
	(3) PARA CONSTRUÇÃO/MONTAGEM	(6) COMO CONSTRUÍDO/MONTADO	(9) CANCELADO

ESTE DOCUMENTO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS, SÃO DE PROPRIEDADE DA TERRA-PROMON PARA USO EXCLUSIVO NOS SERVIÇOS PERTINENTES, SENDO VEDADA SUA PUBLICAÇÃO OU REPRODUÇÃO PARA OUTROS FINS, SALVO AUTORIZAÇÃO EXPRESSA. ESTE DOCUMENTO DEVERÁ SER DEVOLVIDO QUANDO SOLICITADO.

EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO ENG. WILDO RUSSO CREA Nº 060088560 D/P/E ENG. JOSÉ FERNANDO THOME SILVA CREA Nº 7356 D/P/E ENG. MARIA CEZARE MARINO CREA Nº 24.500 D/P/E ENG. MARCO JOSÉ LIMA CREA Nº 24.500 D/P/E ARQ. MARIA APARECIDA CALCANTINI		Nº FORNECEDOR:	Nº PRANCHA:	REV.
PROJETADO POR: ENG. WILDO RUSSO CREA Nº 060088560 D/P/E ENG. JOSÉ FERNANDO THOME SILVA CREA Nº 7356 D/P/E ENG. MARIA CEZARE MARINO CREA Nº 24.500 D/P/E		DESENHADO POR: ENG. CARLA FRANCES ARQ. ANA PRISCILA ENG. FELIPE GASTRO	VERIFICADO POR: ENG. WILDO A. T. RUSSO (CREA/SP-140000000000)	APROVADO POR:
PACOTE Nº:		OC/CT:		
RM:				

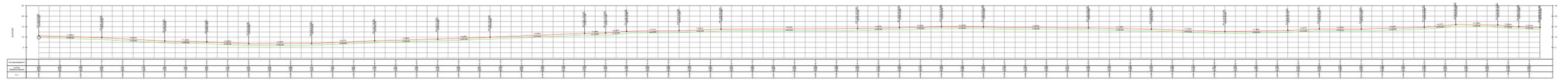
TÍTULO:  
**ANTIGO LIXÃO DO ROGER – JOÃO PESSOA/PA**  
 RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO ANTIGO LIXÃO  
 PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
 PLANTA DE LAYOUT DAS SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO

ESCALA: 1:1000	CÓDIGO DOC. PROJETO
DATA: 30/11/2022	CONTRATO ADMINISTRATIVO N° 02.012/2021 – UEP/SEGGOV

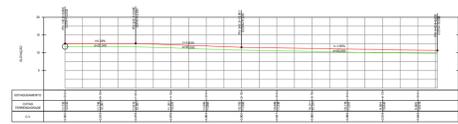


 DRENO LIXIVIADOS PERIMÉTRICO – TRAÇADO

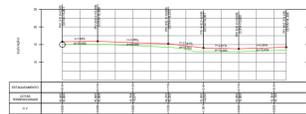
Fonte:	Município: João Pessoa
Nº Registro:	Elaboração:



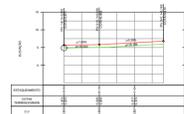
PERFIL EIXO AUX 06  
ESCALA: 1:300 (H)  
1:300 (V)



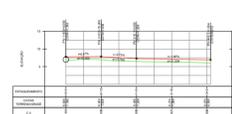
PERFIL EIXO AUX 07  
ESCALA: 1:300 (H)  
1:300 (V)



PERFIL EIXO AUX 01  
ESCALA: 1:300 (H)  
1:300 (V)



PERFIL EIXO AUX 02  
ESCALA: 1:300 (H)  
1:300 (V)



PERFIL EIXO AUX 03  
ESCALA: 1:300 (H)  
1:300 (V)



PERFIL EIXO AUX 05  
ESCALA: 1:300 (H)  
1:300 (V)



PERFIL EIXO AUX 04  
ESCALA: 1:300 (H)  
1:300 (V)



