



**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS**  
**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**CLÁUDIA CORREA BEULK**

**NECRÓPOLE PLANEJADA:**  
**PROJETO DE UM CEMITÉRIO AMBIENTALMENTE ADEQUADO**

**Caxias do Sul**

**2018**

CLAUDIA CORREA BEULK

**NECRÓPOLE PLANEJADA:  
PROJETO DE UM CEMITÉRIO AMBIENTALMENTE ADEQUADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos necessários para obtenção da aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Caxias do Sul, sob a orientação da Prof. Dra. Renata Cornelli.

**Caxias do Sul**

**2018**

CLAUDIA CORREA BEULK

**NECRÓPOLE PLANEJADA:  
PROJETO DE UM CEMITÉRIO AMBIENTALMENTE ADEQUADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos necessários para obtenção da aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Caxias do Sul, sob a orientação da Prof. Dra. Renata Cornelli.

**Aprovado em** \_\_/\_\_/\_\_\_\_.

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dra. Renata Cornelli  
Universidade de Caxias do Sul

---

Prof. Dra. Vânia Schneider  
Universidade de Caxias do Sul

---

Prof. M. Jaqueline Bonatto  
Universidade de Caxias do Sul

## AGRADECIMENTOS

Ao meu amigo Sérgio Luís Araújo, “*In Memoriam*”, pela sugestão, informações e material sobre a área do presente projeto, e por ter me dado oportunidade de iniciar de fato minha vida profissional na área ambiental, passando seus conhecimentos de vida e compartilhando suas histórias que tanto me divertiam;

À minha professora, orientadora e amiga Renata Cornelli, pelo apoio, incentivo, pela amizade criada durante esses anos de universidade, e por ser uma inspiração para mim;

À professora Jaqueline Bonatto, da UCS, por me receber em momento de dúvidas e auxiliar a saná-las;

Ao Jorge Consani Filho, da Invol Ambiental, pela disponibilidade de ofertar informações e ideias;

Às amigades que a universidade me trouxe, pelo auxílio em muitas questões surgidas durante o processo do meu trabalho de conclusão de curso, pela parceria durante os anos de engenharia e pela ligação que desenvolvemos que se estende além da UCS.

Aos meus amigos da vida, pela paciência e compreensão em virtude de minha ausência em muitos momentos, pela alegria que me proporcionam quando estou em suas companhias, pelo apoio, parceria, carinho e por me mostrarem que “a amizade é um amor que nunca morre”;

Aos meus familiares pelo carinho e por sempre torcerem pelo meu sucesso;

Aos meus pais, Claudio Pedroso Beulk e Marlene Correa Beulk, pelo suporte, paciência, preciosas sugestões durante toda minha vida, incluindo o presente trabalho, amor incondicional despendido a mim e por dedicarem suas vidas a esta filha que muito orgulha-se de chamá-los “pai” e “mãe”.

Ao meu esposo, Leandro Araújo Villa, pelo carinho, amor, paciência, amizade, parceria e dedicação a mim desde que nos encontramos nesta vida. E principalmente, durante o desenvolvimento do meu projeto, pelo interesse em conversar sobre o assunto, ofertar seu computador, me consolar em momentos de crise, me acompanhar durante minhas visitas a cemitérios e me ajudar a fotografá-los.

## **INSCRIÇÃO PARA UM PORTÃO DE CEMITÉRIO**

Na mesma pedra se encontram,  
Conforme o povo traduz,  
Quando se nasce – uma estrela,  
Quando se morre – uma cruz.  
Mas quantos que aqui repousam  
Hão de emendar-nos assim:  
"Ponham-me a cruz no princípio...  
E a luz da estrela no fim!"

Mário Quintana

## RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo projetar uma necrópole estilo horizontal com túmulos acima do nível do solo, apresentando propostas técnicas mitigadoras ambientalmente adequadas e em conformidade com a legislação vigente. O cemitério, onde somente ocorrerão sepultamentos utilizando mantos protetores de necrochorume que evitam a contaminação dos caixões e sepulturas, contará com 1920 jazigos que serão construídos com floreiras integradas, sistema de captação da água da chuva para utilização não potável no empreendimento, projeto de energia fotovoltaica para iluminação no cemitério, projeto de arborização, gestão de resíduos, apresentando a compostagem como alternativa aos resíduos orgânicos, mitigação de geração de gases e monitoramento das águas subterrâneas e qualidade do ar. O projeto ainda apresenta a análise de viabilidade econômica, social e ambiental, comparando dois cenários, o primeiro considerando o projeto completo e o segundo, somente com os itens básicos para o cemitério ser licenciado a operar.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Stonehenge .....	22
Figura 2: Necrópole de Gizé.....	22
Figura 3: Catacumbas romanas.....	23
Figura 4: Exemplos de cemitérios tradicionais.....	25
Figura 5: Exemplos de monumentos funerários .....	25
Figura 6: Exemplo de cemitério parque .....	26
Figura 7: Exemplo de cemitério vertical .....	27
Figura 8: Exemplo de forno crematório .....	27
Figura 9: Bio Urna.....	29
Figura 10: Capsula Mundi .....	30
Figura 11: Localização da Necrópole .....	42
Figura 12: Dispositivo <i>By-pass</i> .....	52
Figura 13: Filtro AcquaSave.....	53
Figura 14: Exemplo de espécime de <i>Erythrina speciosa</i> .....	58
Figura 15: Filtro de gases .....	58
Figura 16: Localização dos poços de monitoramento .....	59
Figura 17: Gráfico do fluxo de caixa do Cenário 1 .....	63
Figura 18: Gráfico do saldo de caixa do Cenário 1 .....	63
Figura 19: Gráfico do fluxo de caixa do Cenário 2 .....	66
Figura 20: Gráfico do saldo de caixa do Cenário 2 .....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coeficientes de rugosidade n de Manning .....	51
Tabela 2: Incidência solar no local do empreendimento .....	55
Tabela 3: Fluxo de caixa do Cenário 1 .....	64
Tabela 4: Fluxo de caixa do Cenário 2 .....	67



## LISTA DE APÊNDICES

Prancha 01: Situação e perfil topográfico.....	AP1
Prancha 02: Cemitério vista geral.....	AP2
Prancha 03: Detalhamento dos jazigos.....	AP3
Prancha 04: Estrutura dos lóculos do ossuário.....	AP4
Prancha 05: Áreas de captação pluvial.....	AP5
Apêndice A – Especificações técnicas.....	AP6
Apêndice B – Custos de implantação, operação e manutenção.....	AP14

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. ASPECTOS LEGAIS.....	16
2.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL .....	16
2.2 LEGISLAÇÃO ESTADUAL .....	18
2.3 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL .....	19
2.4 NORMAS TÉCNICAS.....	20
3. HISTÓRICO.....	21
4. SOLUÇÕES EXISTENTES PARA DESTINO DOS MORTOS.....	24
4.1 CEMITÉRIOS HORIZONTAIS.....	24
4.1.1 Cemitérios horizontais tradicionais.....	25
4.1.2 Cemitério parque ou jardim .....	26
4.2 CEMITÉRIOS VERTICAIS.....	26
4.3 CREMAÇÃO .....	27
4.4 LIOFILIZAÇÃO .....	28
5. CEMITÉRIOS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	30
5.1 NECROCHORUME.....	31
5.2 PRODUTOS QUÍMICOS .....	32
5.3 GASES .....	32
5.4 DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS CONTAMINADOS .....	33
6. MEDIDAS EXISTENTES PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA ATIVIDADE CEMITERIAL .....	33
6.1 NECROCHORUME.....	33
6.1.1 Tratamento do lixiviado .....	33
6.1.2 Pastilhas .....	34
6.1.3 Invólucros (mantos) .....	34
6.2 PREPARAÇÃO DOS CORPOS E URNAS.....	35
6.3 MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	36

6.4	EMISSÕES GASOSAS.....	36
6.5	ARBORIZAÇÃO .....	37
6.6	CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL .....	37
6.7	UTILIZAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA .....	38
6.8	COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS.....	39
7.	COMUNICAÇÃO ESTÉTICA DE NECRÓPOLES.....	39
8.	NECRÓPOLE PLANEJADA .....	40
8.1	TOMADA DE DECISÕES .....	40
8.2	LOCAL DE IMPLANTAÇÃO .....	42
8.2.1	Meio físico .....	43
8.2.1.1	Geologia .....	43
8.2.1.2	Geomorfologia .....	43
8.2.1.3	Hidrogeologia.....	44
8.3	ESTRUTURA DA NECRÓPOLE.....	44
8.3.1	Sepulcros.....	45
8.3.2	Ossuário .....	45
8.3.3	Local para cultos .....	45
8.3.4	Área administrativa.....	46
8.3.5	Banheiros públicos.....	46
8.4	GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS .....	46
8.4.1	Resíduos orgânicos - compostagem.....	46
8.4.2	Resíduos classe I.....	47
8.4.3	Resíduos classe II.....	47
8.4.3.1	Resíduos passíveis de reciclagem .....	48
8.4.3.2	Resíduos não passíveis de reciclagem e compostagem.....	48
8.5	SISTEMA DE CAPTAÇÃO PLUVIAL.....	48
8.5.1	Estimativa do consumo .....	49

8.5.2	Dados climatológicos.....	49
8.5.3	Área de captação.....	50
8.5.4	Sistema <i>by pass</i> .....	51
8.5.5	Filtragem.....	53
8.5.6	Armazenamento.....	53
8.5.7	Bombeamento.....	54
8.6	SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA.....	54
8.6.1	Incidência solar.....	54
8.6.2	Estimativa da demanda energética.....	55
8.6.3	Dimensionamento do sistema.....	55
8.7	ARBORIZAÇÃO.....	57
8.8	FILTRO PARA CONTROLE DE GASES.....	58
8.9	MONITORAMENTO.....	59
8.9.2	Monitoramento da poluição atmosférica.....	60
9.	ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E SÓCIOAMBIENTAL.....	61
9.1	CENÁRIO 1: NECRÓPOLE PLANEJADA (PROJETO COMPLETO).....	61
9.1.1	Custo de implantação.....	61
9.1.2	Custos de operação e manutenção.....	61
9.1.3	Benefícios tangíveis.....	61
9.1.4	Benefícios intangíveis.....	62
9.1.5	Análise financeira.....	62
9.2	CENÁRIO 2: NECRÓPOLE COM ITENS BÁSICOS PARA OBTENÇÃO DO LICENCIAMENTO.....	65
9.2.1	Custo de implantação.....	65
9.2.2	Custos de operação e manutenção.....	65
9.2.3	Benefícios tangíveis.....	65
9.2.4	Benefícios intangíveis.....	65

9.2.5	Análise financeira .....	66
9.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE A ANÁLISE DE VIABILIDADE.....	68
10.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	69
	REFERÊNCIAS .....	70
	APÊNDICES .....	78

## 1. INTRODUÇÃO

Mesmo sendo algo muito natural, cotidiano e universal, falar sobre a morte e sobre cemitérios perturba as pessoas, fazendo-as pensar o menos possível no assunto (PACHECO, 2012). Normalmente, a necessidade de refletir sobre a morte surge quando se perde um ente querido, sendo demandada a escolha de um destino para seus restos mortais. Assim, uma das primeiras opções a serem pensadas, é o sepultamento em um cemitério. A prática de enterrar os corpos humanos sem vida remonta há 100 mil anos antes da era atual (PACHECO, 2006).

Como não se trata de um tema apreciado, não é comum pensar nas consequências que essa prática pode trazer ao meio ambiente, tendo assim, pouco material publicado sobre o assunto. Em contrapartida, “o interesse pelos cemitérios é muito antigo porque eles atraem a atenção em virtude da sua relação simbólica com a morte” (PACHECO, 2012).

Conforme Campos (2007), os cemitérios têm potencial de comprometimento da qualidade do solo e das águas subterrâneas, visto o processo de decomposição dos corpos. Em condições normais, a fase denominada putrefação negra se inicia entre 10 e 20 dias após o óbito, onde o corpo inchado pelos gases entra em colapso e murcha, então a maior parte dos fluidos corporais começa a vazar (TONET; SCHNEIDER; LOVIZON, 2015).

A decomposição de um cadáver origina um líquido conhecido como necrochorume, gerado durante o primeiro ano após o sepultamento, contendo 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas, dentre elas, duas altamente tóxicas, a putrescina e a cadaverina (CAMPOS, 2007). Devido à ação das águas superficiais e das chuvas infiltradas nas sepulturas, ou pelo contato dos corpos com as águas subterrâneas, o necrochorume pode atingir e contaminar esse recurso (ANJOS, 2013), tornando os cemitérios fontes de contaminação em potencial.

Além de contaminar os solo e os aquíferos, o necrochorume pode entrar em contato também com as vestimentas e sapatos utilizados pelo cadáver, acessórios e até com a madeira da urna funerária, que absorve o líquido ao longo do tempo, gerando resíduos contaminados, enquadrados pela Norma Técnica 10.004 como Classe I (ABNT, 2004) que, de acordo com Tonet, Schneider e Lovizon (2015), devem ser encaminhados à incineração, destino dos resíduos de serviço da saúde com potencial risco biológico.

Sendo assim, este estudo objetiva realizar um projeto de necrópole horizontal com túmulos acima do nível do solo em área localizada no município de São Francisco de Paula, onde há a necessidade de implantação de um novo cemitério. O projeto terá planejamento e

propostas técnicas mitigadoras ambientalmente adequadas e em conformidade com a legislação. Almeja-se um projeto passível de ser implantado no futuro, com viabilidade não só ambiental, mas também social e econômica. Para tanto o projeto contempla os seguintes objetivos específicos: Definir tecnologias economicamente viáveis a fim de mitigar o processo de lixiviação do necrochorume e substâncias químicas; projetar o aproveitamento de água proveniente de precipitação pluviométrica para utilização nos banheiros, área administrativa, irrigação e demais usos não potáveis do cemitério; viabilizar utilização de energia fotovoltaica através da instalação de placas solares a fim de captar energia a ser empregada na iluminação do cemitério; projetar arborização no empreendimento; mitigação da geração de gases e monitoramento das águas subterrâneas e qualidade do ar.

## 2. ASPECTOS LEGAIS

O projeto terá como base legal para seu desenvolvimento legislações acerca de licenciamento ambiental em cemitérios, sua implantação e operação e destinação de resíduos, no âmbito federal, estadual e municipal.

### 2.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL

No âmbito federal, a principal legislação acerca de elementos constantes em uma necrópole para que a mesma possa ser licenciada, trata-se da Resolução n.º 335 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios (BRASIL, 2003), alterada pela Resolução n.º 368 (BRASIL, 2006) e pela Resolução n.º 402, que altera especificamente os Artigos 11º e 12º da mesma (BRASIL, 2008).

O Artigo 5º destaca as exigências que devem ser atendidas para cemitérios horizontais:

I - o nível inferior das sepulturas deverá estar a uma distância de pelo menos um metro e meio acima do mais alto nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias.

II - nos terrenos onde a condição prevista no inciso anterior não puder ser atendida, os sepultamentos devem ser feitos acima do nível natural do terreno;

III - adotar-se-ão técnicas e práticas que permitam a troca gasosa, proporcionando, assim, as condições adequadas à decomposição dos corpos, exceto nos casos específicos previstos na legislação;

IV - a área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério, recuo que deverá ser ampliado, caso necessário, em função da caracterização hidrogeológica da área;

V - documento comprobatório de averbação da Reserva Legal, prevista em Lei; e

VI - estudos de fauna e flora para empreendimentos acima de 100 (cem) hectares (BRASIL, 2006, pg. 149).

Acerca da questão dos resíduos sólidos, pode-se destacar a Lei n.º 12.305, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos (BRASIL, 2010). No Artigo 13, a lei classifica os resíduos quanto à periculosidade observando suas características, como patogenicidade e toxicidade, aspectos



relevantes em resíduos cemiteriais:

II - quanto à periculosidade:

a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica (BRASIL, 2010, pg. 04).

Em relação ao armazenamento temporário de resíduos de serviço de saúde (RSS), aplicável ao projeto, a Resolução ANVISA – RDC 222, regulamenta as boas práticas de gerenciamento desse tipo de resíduo. Em seu Artigo 29, dispõe sobre o abrigo temporário:

I - Ser provido de pisos e paredes revestidos de material resistente, lavável e impermeável;

II - Possuir ponto de iluminação artificial e de água, tomada elétrica alta e ralo sifonado com tampa;

III - Quando provido de área de ventilação, esta deve ser dotada de tela de proteção contra roedores e vetores;

IV - Ter porta de largura compatível com as dimensões dos coletores; e

V - Estar identificado como "ABRIGO TEMPORÁRIO DE RESÍDUOS" (BRASIL, 2018, pg .230).

A Resolução CONAMA 358, que em sua redação dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde, classifica os RSS em 5 categorias. Ao Grupo A pertencem os “resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção” (BRASIL, 2005), como bolsas transfusionais, carcaças, kits de linhas arteriais, órgãos, tecidos, entre outros. No Grupo B, enquadram-se RSS que contém substâncias químicas com risco potencial à saúde pública ou meio ambiente, como produtos hormonais, anti-retrovirais, resíduos desinfetantes, resíduos contendo metais pesados, efluentes de processadores de imagem, efluentes de equipamentos utilizados em análises clínicas (BRASIL, 2005). Os “materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear” pertencem ao Grupo C (BRASIL, 2005). Pode-se citar materiais resultantes de laboratórios de pesquisa e ensino, análises clínicas e serviços de medicina nuclear e

radioterapia. No Grupo D, enquadram-se resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico, podendo ser comparados aos resíduos domiciliares, como papel de uso sanitário, absorventes higiênicos, resíduos provenientes de áreas administrativas, resíduos de varrição, flores, poda e jardins. (BRASIL, 2005). Por fim, no Grupo D, pertencem materiais perfurocortantes ou escarificantes (lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, utensílios quebrados no laboratório, etc) (BRASIL, 2005).

## 2.2 LEGISLAÇÃO ESTADUAL

No estado do Rio Grande do Sul, encontram-se legislações a respeito da gestão de resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde, como a Lei n.º 10.099 de 1994. Em seu anexo único, a Lei classifica os resíduos sólidos em 4 grupos, sendo os integrantes do grupo A os que “apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos” (RIO GRANDE DO SUL, 1994). Dispõe sobre o grupo A:

Enquadram-se neste grupo, dentre outros: sangue e hemoderivados; animais usados em experimentação, bem como os materiais que tenham entrado em contato com os mesmos; excreções e líquidos orgânicos; meios de cultura; tecidos, órgãos, fetos e peças anatômicas; filtros de gases aspirados de área contaminada; resíduos advindos de área de isolamento; restos alimentares de unidade de isolamento; resíduos de laboratórios de análises clínicas; resíduos de unidades de atendimento ambulatorial; resíduos de sanitários de unidade de internação e de enfermaria e animais mortos (RIO GRANDE DO SUL, 1994, pg. 03).

O Artigo 7 da mesma Lei, prevê que os resíduos sólidos que se enquadram no grupo A, podem ser dispostos em aterros desde que se assegure da eliminação das características de periculosidade do resíduo, da preservação dos recursos naturais e que sejam atendidos os padrões de qualidade ambiental e de saúde pública. Dispõe ainda:

Parágrafo 1º - Quando a alternativa de tratamento for a incineração, as cinzas resultantes da mesma deverão ser analisadas e classificadas para que seja definida a destinação final das mesmas.

Parágrafo 2º - Os padrões de emissão atmosférica de processos de tratamento dos resíduos sólidos serão definidos na regulamentação desta Lei.

Parágrafo 3º - Os resíduos sólidos do Grupo "A" não poderão ser reutilizados nem encaminhados para usinas de reciclagem e compostagem (RIO GRANDE DO SUL,

1994, pg. 01).

A respeito de tratamento de resíduos de serviço da saúde, há também, em âmbito estadual, a Resolução n.º 009 de 2000 do CONSEMA, que baliza o licenciamento ambiental dos sistemas de tratamento de RSS através de incineração. Essa Resolução aprova a Norma Técnica presente em seu Anexo I, “que fixa as condições exigíveis para o licenciamento ambiental e operação de sistemas de incineração de resíduos provenientes de serviços de saúde, classificados como infectantes (Grupo “A”), pela Lei Estadual n.º 10.099, de 07 de fevereiro de 1994” (RIO GRANDE DO SUL, 2000).

A Lei Estadual n.º 9.921 de 1993 que dispõe sobre a gestão de resíduos sólidos no Estado, prevê em seu Artigo 11 citado na página 03:

Art. 11 - O emprego ou a implantação de fornos industriais ou de sistemas de incineração para a destruição de resíduos sólidos, seja qual for a fonte geradora, depende do prévio licenciamento do órgão ambiental do Estado.

§1º - Fica proibida a queima a céu aberto, de resíduos sólidos de qualquer natureza, ressalvadas as situações de emergência sanitária, reconhecidas pelo órgão competente do Estado.

§2º - Não será permitida a incineração de resíduos sem prévia caracterização completa (físico-química, termodinâmica e microbiológica) dos mesmos, conforme exigência do órgão ambiental do Estado.

§3º - Qualquer que seja o porte do incinerador ou a natureza do resíduo a ser incinerado será obrigatória, a adoção de mecanismos e processos de controle e monitoramento de emissões gasosas, efluentes líquidos e resíduos sólidos da incineração (RIO GRANDE DO SUL, 1993, pg. 03).

## 2.3 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

O município de São Francisco de Paula, que sediará o empreendimento, possui a Lei Municipal n.º 2757/2011, que “consolida a legislação, regulamenta as atividades, uso e prestação dos serviços cemiteriais e funerários no âmbito do Município de São Francisco de Paula” (SÃO FRANCISCO DE PAULA, 2011). O Decreto n.º 1.412 de 2016, altera os valores de tarifa referentes à execução dos serviços em cemitérios municipais, previstos na Lei n.º 2757.

O Artigo 9 da Lei n.º 2757 dispõe sobre as condicionantes a fim de aprovar a implantação de novos cemitérios privados:

I – Atender às disposições do PDDAI – Plano Diretor de Desenvolvimento Ambiental Integrado;

II – Submeter o projeto, antes de sua aprovação, à apreciação do setor competente do Município para parecer técnico;

III – Obter, antes de sua aprovação, os licenciamentos ambientais junto aos Órgãos competentes (SÃO FRANCISCO DE PAULA, 2011, pg. 02 ).

A preocupação com a possibilidade de vazamento de necrochorume é ilustrada pelo Artigo 39, onde é previsto sistema de drenagem individual em sepulturas ou gavetas sobrepostas a fim de “garantir a salubridade e controle ambiental da emissão de líquidos resultantes da putrefação dos cadáveres”. Ainda dispõe que o sistema deverá constituir tubo de PVC ou similar com 40 mm de diâmetro ligando a sepultura à uma caixa de drenagem de 0,40m de comprimento x 0,40m de largura x 0,40m de profundidade preenchida com brita (SÃO FRANCISCO DE PAULA, 2011).

## 2.4 NORMAS TÉCNICAS

Para o monitoramento das águas subterrâneas presentes no local do empreendimento, pode-se utilizar a NBR 13.895/97 da ABNT, que baliza a construção de poços de monitoramento e amostragem. Na norma encontra-se sobre a necessidade de instalar os sistemas de poços de monitoramento localizados a montante (a fim de avaliar a qualidade original da água subterrânea) e a jusante da área empreendimento, com relação ao sentido de escoamento freático. A norma destaca que à jusante da instalação, devem ser inseridos pelo menos três poços não alinhados, posicionados transversalmente ao fluxo subterrâneo, distribuindo-se ao longo da possível pluma, a fim de avaliar possível interferência do empreendimento na qualidade original da água (ABNT, 1997)

A Norma Técnica L1.040 da CETESB, “Implantação de cemitérios” traz algumas considerações interessantes e aplicáveis no projeto em questão, como no capítulo 5 “condições gerais”, onde dispõe que o cemitério deve ter em seu entorno uma faixa de largura mínima de 5 m destinada ao cortinamento vegetal constituído preferencialmente de espécies nativas. No mesmo capítulo, em outro subitem, a norma fala sobre resíduos sólidos relacionados à exumação dos corpos, como urnas, luvas, sacos plásticos. Prevê que o tratamento destes resíduos deve seguir preferencialmente o mesmo dado aos resíduos de serviço da saúde (CETESB, 1999).

### 3. HISTÓRICO

A palavra cemitério, *koimetérion* (dormitório) em grego, *coemeteriu* em latim, significava o lugar onde se dorme (FAVARETTO, 2018). De acordo com a mitologia grega, dormir é algo decidido pelo deus do sono *Hipno*, que não possui o poder de despertar. *Hipno* é irmão gêmeo do deus da morte *Thanatos*, segundo a mesma mitologia (PACHECO, 2012).

A importância desses locais de descanso eterno para as pessoas, conforme Castro (2009) está ligada ao fato de que esses espaços exercem influência na afirmação da identidade, pois ativam o processo no qual a memória e identidade são construídas. A faculdade de estabelecer julgamentos críticos e morais auxilia o ser humano na construção de imagens representativas da morte, decorrendo assim no despertar da consciência deste fato inevitável (ALMEIDA, 2007).

De acordo com Almeida (2007), não se sabe ao certo quem foram os primeiros a tomar ciência do significado da morte, porém, é aceito pela comunidade científica o pressuposto de que o Neandertal foi o primeiro a enterrar seus mortos. Segundo Pacheco (2012), os cadáveres eram circundados com pedaços de carne em fossas, pois os neandertais acreditavam que a carne serviria para alimentar o falecido em sua longa viagem. De acordo com o mesmo autor, na era Paleolítica Superior, os mortos eram enterrados tanto dentro das cavernas como na área externa, em sepulturas individuais e coletivas. Na era Mesolítica, a partir dos 100 mil a. C. surgiram os primeiros cemitérios, onde as sepulturas eram agrupadas em túmulos individuais e coletivos (PACHECO, 2012). Ainda conforme Pacheco (2012), com a civilização Neolítica, algumas regiões conheceram o monumentalismo funerário por meio dos megálitos.

Os dólmens, monumentos megalíticos datados do milênio V a.C. até III a.C. na Europa, serviam como túmulos coletivos para as classes privilegiadas. De acordo com Fazio et al (2011), antes de 4.000 a.C., câmaras mortuárias de alvenaria de pedra seca com coberturas abobadadas rudimentares já eram construídas na Espanha e na França. Segundo o mesmo autor, na Irlanda, onde existem muitos túmulos megalíticos, a construção dos mesmos era além de reverência aos ancestrais, uma forma de demarcação de território.

Em estudo realizado em 2008, o arqueólogo Mike Parker Pearson revelou que o Stonehenge, famoso sítio de megálitos, localizado em Salisbury, sul da Inglaterra, teria servido de cemitério a partir de seu início, em 3.000 a.C., até 2.500 a.C. (BBC, 2018).

Figura 1: Stonehenge



Fonte: Ancient Origins (2018).

Por volta de 3.000 a.C. no Egito, o costume era enterrar os mortos em covas abertas na terra, porém, em terrenos baixos e alagadiços, as cheias do Rio Nilo somadas à força dos ventos, desenterrava os cadáveres, causando comoção por parte dos faraós e cortesãos. Assim, as sepulturas passaram a ser cobertas e protegidas com alvenaria e outros materiais (CAMPOS, 2007). Conforme Pacheco (2012), essa melhoria porém, não contemplou o povo, que era inumado nas areias do deserto e em ambientes pantanosos.

Ainda no Egito, conforme Carvalho (2018), cerca de 2500 a.C., foram construídas as primeiras pirâmides a fim de servir como túmulo para os faraós e seus servos e animais que eram sacrificados quando o mesmo vinha a falecer. Os antigos egípcios acreditavam que a morte era um ritual de passagem para a vida eterna e que o túmulo representava a moradia quando se voltasse à vida, então, a fim de preservar o cadáver, desenvolveram a técnica da mumificação (CARVALHO, 2018). O povo em geral era enterrado em sarcófagos próximos às pirâmides, colocados em fileiras ordenadas (PACHECO, 2012).

Figura 2: Necrópole de Gizé



Fonte: Patrimônio de Gizé (2018).

Em Roma, a Lei das XII Tábuas do ano 303 proibia a inumação de mortos na cidade, resultando em construções de jazigos nas vilas ou beiras de estradas (FAVARETTO, 2018). Em 820 foi decretado que o sepultamento poderia ocorrer dentro e fora das cidades, ocasionando acúmulo de túmulos ao redor das igrejas, até que no final do século II, surgiram os cemitérios cristãos, que deveriam por lei, permanecer fora da cidade, subterrâneos ou em área descoberta cercada por muros ou colunas (FAVARETTO, 2018).

Nessa época, muito utilizaram-se as catacumbas romanas, onde os cristãos sepultavam seus mortos em valas sob a terra (SANTANA, 2018). De acordo com o mesmo autor, como não utilizavam um túmulo mais de uma vez, as áreas a céu aberto tornaram-se escassas, então facilmente optaram pela utilização as catacumbas, visto que repugnavam a ideia de cremar os corpos.

Figura 3: Catacumbas romanas



Fonte: Gazeta gazeta (2018).

Durante a Idade Média europeia, os mortos passaram a ser sepultados em igrejas paroquiais, abadias, mosteiros, conventos, colégios, seminários e hospitais (PACHECO, 2006). Conforme Favaretto (2018), os cemitérios tornaram-se locais onde os vivos refugiavam-se, chegando a construir habitações nesses locais, de quem os senhores feudais no século XIII cobravam impostos. Também em cemitérios nesta época ocorriam procissões, cortejos civis e militares e julgamentos, podendo-se citar o de Joana D'Arc, ocorrido no século XV no cemitério de Saint Ouen, na França (FAVARETTO, 2018)

A partir do século XVIII os sepultamentos voltaram a ocorrer ao ar livre por questões higiênicas, sendo realizados longe das áreas urbanas, em cemitérios campais (PACHECO, 2006). Segundo o mesmo autor, nesta época as cidades estavam superlotadas de mortos e a

presença de cemitérios as impactava visualmente, além de ser uma questão de saúde pública. Além disso, a Igreja interessou-se em separar-se do cemitério por questões territoriais (FAVARETTO, 2018).

No século XIX, é decretada na França a proibição de sepultamentos em igrejas e cidades e que as necrópoles permaneçam de 35 a 40 m dos limites do perímetro urbano. Com o crescimento das cidades, a distância dos mortos não perdurou (FAVARETTO, 2018).

No Brasil, os primeiros sepultamentos ocorriam nas igrejas, obedecendo a uma hierarquia (FAVARETTO, 2018). Conforme mesmo autor, pessoas não católicas, escravos, judeus, protestantes e sentenciados não detinham tal “privilégio”. Com o passar dos anos, por questões de salubridade, surgiram cemitérios a céu aberto, administrados pela Igreja, e com a secularização, os cemitérios passaram a ser públicos e privados, assim, qualquer pessoa podia ser sepultada independente de suas crenças, estado ou poder aquisitivo (FAVARETTO, 2018).

#### **4. SOLUÇÕES EXISTENTES PARA DESTINO DOS MORTOS**

Neste capítulo são apresentadas algumas formas de inumação e destino final para corpos sem vida amplamente utilizadas e também algumas alternativas não tradicionais e ainda não tão difundidas na sociedade.

A inumação, conforme explicado por Campos (2007), consiste no ato de enterrar o cadáver em cova aberta e aterrada a profundidades de 1,10m a 1,50m, ou colocar o mesmo à superfície coberto por terra e pedras, ou depositá-lo em cavidade resguardada. Entretanto, segundo a mesma autora, utiliza-se este termo como definição a qualquer forma de sepultamento, independentemente do tipo de cemitério onde o mesmo ocorre. Segundo Pacheco (2000, apud CAMPOS, 2007), a tumulação por sua vez é o ato de sepultar o cadáver em carneiras, popularmente conhecidos por gavetas, construídas em alvenaria ou concreto em forma de caixas retangulares, com profundidade máxima de cinco metros, as quais recebem os caixões e são lacradas.

##### **4.1 CEMITÉRIOS HORIZONTAIS**

A Resolução n.º 335 de 2003 do CONAMA define cemitério horizontal como “aquele localizado em área descoberta compreendendo os tradicionais e o do tipo parque ou jardim” (BRASIL, 2003).



#### 4.1.1 Cemitérios horizontais tradicionais

De acordo com Campos (2007), “cemitérios tradicionais são necrópoles compostas por alamedas pavimentadas que contêm túmulos semi-enterrados, mausoléus, capelas com altar, crucifixos e imagens, monumentos funerários revestidos de mármore e granitos”.

A fim de aumentar a vida útil dos cemitérios e sanar problemas de falta de espaço para sepultamentos, no interior de cemitérios tradicionais é comum a presença de columbários, que são construções funerárias verticais, normalmente implantadas acima do nível do solo e contendo três ou mais filas sobrepostas de câmaras (PACHECO, 2012).

Figura 4: Exemplos de cemitérios tradicionais



Fonte: A autora (2018).

Figura 5: Exemplos de monumentos funerários

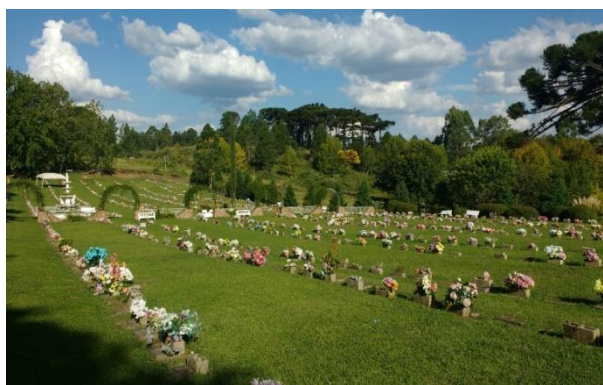


Fonte: A autora (2018).

### 4.1.2 Cemitério parque ou jardim

Cemitério parque ou jardim é definido pela Resolução n.º 335 do CONAMA como predominantemente recoberto por jardins, isento de construções tumulares superficiais e com identificação através de lápide de pequenas dimensões ao nível do chão (BRASIL, 2003). Pacheco (2012), explica que este tipo de cemitério é organizado como um espaço arborizado e ajardinado de grandes dimensões, onde os monumentos funerários são relativamente modestos, limitados quase que à pedra de cabeceira.

Figura 6: Exemplo de cemitério parque



Fonte: A autora (2018).

## 4.2 CEMITÉRIOS VERTICAIS

A definição de cemitério vertical segundo o CONAMA, é de um edifício de um ou mais pavimentos destinados a sepultamentos (BRASIL, 2003). De acordo com Pacheco (2012), “são edifícios implantados acima do solo, de um ou mais pavimentos ou andares dotados de lóculos ou câmaras destinados a sepultamentos”. O mesmo autor destaca a necessidade de os lóculos serem feitos de materiais impermeáveis a fim de impedir a passagem de gases e líquidos oriundos da decomposição de cadáveres, ressaltando que os gases devem ser drenados e submetidos a tratamento antes de chegarem à atmosfera.

Campos (2007) ressalta que neste tipo de necrópole, existe um tubo de ventilação em cada sepultura, que é interligado a um tubo central com a finalidade de expelir os gases emitidos na decomposição. Já o necrochorume é seco por circulação do ar e polimerização.

Figura 7: Exemplo de cemitério vertical



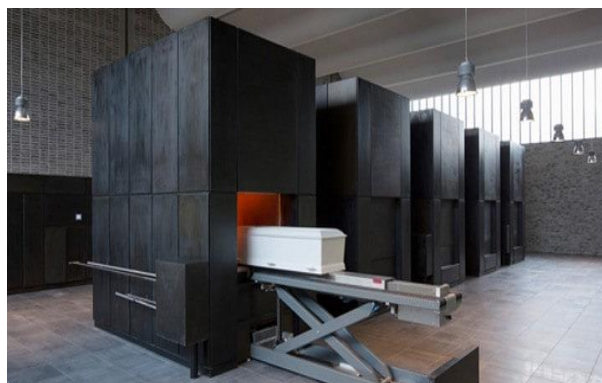
Fonte: Biboca Ambiental (2018).

### 4.3 CREMAÇÃO

De acordo com Pacheco (2012), a cremação surgiu na era Mesolítica, porém já era conhecida há mais de 30 mil anos na Austrália, e trata-se da destruição das partes moles do corpo, sendo as cinzas resultantes, posteriormente recolhidas para disposição final (cinerário ou lançadas na natureza). O crematório é composto por fornos que possuem filtros para retenção de material particulado e a duração de cada cremação é de aproximadamente uma hora (CAMPOS, 2007).

De acordo com Moras e Goiabeira (2014), a cremação é ambientalmente mais adequada quando em comparação com o sepultamento tradicional, uma vez que em seu processo, considerando o atual estado de desenvolvimento dos equipamentos utilizados, não há risco ambiental visto que os microrganismos contaminantes são destruídos na queima, assim como os gases tóxicos.

Figura 8: Exemplo de forno crematório



Fonte: DFW Europe (2018).

#### 4.4 LIOFILIZAÇÃO

A liofilização, conhecida também por compostagem ou *promession*, foi desenvolvida pela bióloga sueca Susanne Wiihg Masak, e consiste no congelamento do corpo até -18° em nitrogênio líquido, seguido pela exposição à pequenas vibrações fazendo com que corpo e caixão desintegram-se (CRUZ *et al*, 2015). Utilizando um campo magnético, separa-se mercúrio e outros metais do pó remanescente, que pode ser inserido em uma caixa feita de amido de milho que é enterrada superficialmente (onde há maior oferta de oxigênio) para transformar-se em adubo (CRUZ *et al*, 2015).

#### 4.5 HIDRÓLISE ALCALINA

No processo de hidrólise alcalina (*resomation*), chamado por muitos de “alternativa ecológica para a cremação”, o cadáver é disposto em uma grade com pequenos furos e deslizado para a câmara da máquina, que mensura o corpo a fim de calcular a quantidade de químicos necessários ao processo (CRUZ *et al*, 2015). De acordo com os mesmos autores, a câmara então é selada e o corpo é imerso em aproximadamente 15 a 20 litros de hidróxido de potássio dissolvido em cerca de 500 litros de água, que é aquecida a 180°C por uma bobina geradora de vapor. Em seguida, uma bomba de recirculação cria um efeito de redemoinho, auxiliando na decomposição de todos os tecidos, músculos, cabelos e unhas, restando apenas ao final do processo, ossos e líquidos (CRUZ *et al*, 2015). Conforme informações do fundador da empresa detentora da técnica, Sandy Sullivan, o líquido resultante é lançado na rede de esgotos, pois, testes provam que é estéril e não contém DNA, enquanto que os ossos são cremados (G1, 2018).

#### 4.6 ÁRVORES SAGRADAS

Algumas alternativas permitem que o corpo após a morte sirva como fonte de nutriente para uma árvore, plantando-se mudas sobre as cinzas ou o corpo em decomposição, visando assim substituir os cemitérios tradicionais por florestas (ECYCLE, 2018). Esses métodos, cada qual com suas particularidades, serão explicados nos dois subcapítulos subsequentes.

#### 4.6.1 Urna biodegradável

Desenvolvida pelo designer catalão Gerard Moliné, a Bio Urna é feita de fibra de casca de coco e possui turfa compactada e sementes em seu interior (ECYCLE, 2018). Nela, deposita-se as cinzas provenientes da cremação a fim de servirem como nutrientes para uma árvore, que pode ser previamente escolhida dependendo do espaço disponível para ser plantada (ECYCLE, 2018). Conforme explicado em Época Negócios (2017), a Bio Urna mantém as cinzas e as sementes separadas durante o período de gestação da planta, pois o vaso é dividido em duas câmaras: a inferior guarda as cinzas, e a superior contém casca de coco esmagada e vermiculita, que auxilia as plantas a reterem água. Após aproximadamente uma semana, quando a raiz da árvore cresce o suficiente, a água acaba por dissolver o topo da camada da segunda câmara e permite que as raízes e os minerais misturem-se às cinzas. Após esse processo, pode-se transferir a planta para a terra. De acordo com o mesmo site, no Brasil, alguns cemitérios e crematórios já oferecem esse serviço.

Figura 9: Bio Urna



Fonte: Casa Abril (2018).

#### 4.6.2 Cápsula Mundi

Criada pelos designers italianos Anna Citelli e Raoul Bretzel, a Cápsula Mundi traz uma proposta semelhante às urnas biodegradáveis (ECYCLE, 2015). A cápsula, onde o cadáver é colocado em posição fetal, apresenta formato oval e material biodegradável. É enterrada sob a árvore escolhida pela pessoa ainda em vida, assim, espera-se que o corpo forneça nutrientes para a planta (ECYCLE, 2015). De acordo com o site Decrescimento Feliz (2015), Anna, uma das designers responsáveis pelo projeto declarou que em breve

seria colocada em produção uma versão menor da Cápsula, contendo apenas cinzas, pois ainda são necessárias mais pesquisas e autorização legal a fim utilizar a Cápsula para o corpo inteiro, devido à questão do necrochorume.

Figura 10: Capsula Mundi



Fonte: Decrescimento Feliz (2018).

## 5. CEMITÉRIOS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

Necrópoles, assim como demais instalações que possam afetar as condições naturais do solo e das águas subterrâneas, são classificadas como atividade com risco de contaminação ambiental (KEMERICH, UCKER E BORBA, 2012). Quando implantados em terrenos de baixo valor imobiliário ou em condições geológicas, hidrogeológicas e geotécnicas inadequadas, podem proporcionar a ocorrência de impactos ambientais no meio onde está inserido (PACHECO, 2006). De acordo com o mesmo autor, este cenário é comum no Brasil, onde além de implantados de forma inadequada, as necrópoles públicas também são operadas de forma negligente, apresentando impactos físicos primários (contaminação das águas subterrâneas de menor profundidade e águas superficiais) e impactos físicos secundários (presença de mau cheiro proveniente da decomposição dos cadáveres).

Conforme Pacheco (2000 apud Campos, 2007), a má-implantação e operação de cemitérios são grandes responsáveis por acelerar ou retardar os fenômenos transformativos, como a temperatura (altas temperaturas influenciam na evaporação da água presente no organismo e aceleram o metabolismo dos microrganismos presentes na degradação). O mesmo autor também aponta a umidade como fenômeno passível de ser alterado (infiltrações excessivas aliadas a taxas de evaporação altas proporcionam fenômenos conservativos), além da presença de oxigênio (é necessária a troca gasosa com o meio para propiciar o processo de

decomposição, devida ação de microrganismos aeróbios) e condições específicas do indivíduo (idade, constituição do organismo, causa da morte influencia a velocidade de decomposição).

### 5.1 NECROCHORUME

Sória e Ramirez (2004) descrevem o necrochorume como uma “solução aquosa rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, de cor castanho-acinzentada, viscosa, polimerizável, de cheiro forte e com grau variado de patogenicidade”. Nos primeiros seis meses de decomposição, o corpo produz cerca de 30 litros de necrochorume, podendo continuar a produção de lixiviado por até cinco anos até concluir o processo (ALCANTARA, 1982, apud TONET; SCHNEIDER; LOVIZON, 2015).

Conforme Matos (2001), pode-se encontrar no necrochorume, dependendo de sua composição, bactérias heterotróficas, proteolíticas e lipolíticas, que degradam matéria orgânica, proteínas e lipídeos, consecutivamente, além de bactérias que normalmente são excretadas por seres humanos e animais, como a *Escherichia coli* por exemplo. O mesmo autor atenta que há possibilidade de encontrar no necrochorume também bactérias patogênicas, como a *Salmonella typhi*, responsável por infecções sistêmicas e febre tifoide, e tipos de vírus humanos, como o enterovírus, causador de síndromes como a poliomielite.

Kemerich, Ucker e Borba (2012) explicam que o solo sobre o qual é instalado um cemitério, funciona como um filtro das impurezas que se depositam sobre ele. Em solos com alta umidade ocorre o processo conservativo conhecido como saponificação, que libera ácidos graxos, de alta acidez que inibem a ação de bactérias putrefativas, retardando a decomposição do cadáver. Quanto mais lentamente ocorre a degradação do corpo, mais contaminante é o processo (KEMERICH, UCKER E BORBA, 2012). Conforme Silva e Filho (2014), esse fenômeno ocorre quando o material geológico tem pouca permeabilidade e o nível freático é quase aflorante. Caso a permeabilidade do solo seja alta e o nível pouco profundo, ocorre uma situação intermediária, também vulnerável à contaminação, sendo o ideal para sepultamentos, solos com média permeabilidade e nível freático profundo, pois favorecem a putrefação e a filtragem do necrochorume, diminuindo os riscos de contaminação (SILVA E FILHO, 2014).

Conforme Kemerich, Ucker e Borba (2012), túmulos em ruínas, com rachaduras que permitem infiltração em especial das águas das chuvas, facilitam a contaminação do lençol freático, trazendo problemas de saúde pública. Os mesmos autores destacam que o necrochorume possui substâncias nitrogenadas, que são responsáveis por doenças como a

meta-hemoglobinemia, conhecida como “síndrome do bebê azul”. Essa doença está intimamente associada ao consumo de água com altos índices de nitrato.

## 5.2 PRODUTOS QUÍMICOS

Silva e Filho (2009) esclarecem que junto ao necrochorume proveniente do cadáver, estão presentes metais pesados, que lixiviam dos adereços dos caixões (como as alças), formaldeído e metanol, oriundos da embalsamação dos corpos e produtos utilizados na tanatopraxia (técnica de conservação de cadáveres), como cosméticos, corantes e enrijecedores. Conforme Schneider et al (2009, apud LOVIZON, 2010), além do metal dos adereços das urnas, a pintura e o verniz utilizados no tratamento dos caixões e no seu revestimento atuam como contaminantes em potencial para o solo e a água, assim como as roupas e acessórios decorativos com os quais o corpo é sepultado.

Silva e Filho (2009) atentam que também é possível encontrar resíduos de tratamentos químicos hospitalares presentes no necrochorume. Pacheco (1986) destaca que se uma pessoa falece doente, todas as bactérias, vírus e químicos ingeridos enquanto estava viva incorporam-se ao necrochorume, que ao contaminar solos e mananciais, causa um risco de proliferação de doenças, tornando-se além do problema ambiental, uma questão de saúde pública. De acordo com Kemerich, Ucker e Borba (2012), a infiltração das águas de precipitação nos túmulos facilita a carreação de compostos químicos para o solo, que podem alcançar o aquífero dependendo das características geológicas do terreno.

## 5.3 GASES

Kemerich, Ucker e Borba (2012) explicam que durante o processo de decomposição orgânica ocorre a emissão de alguns tipos de gases, principalmente os característicos da decomposição anaeróbica, como o  $H_2S$  (gás sulfídrico, responsável pelo forte odor),  $CO_2$  (dióxido de carbono),  $CH_4$  (metano),  $NH_3$  (amônia) e  $PH_3$  (hidrato de fósforo). De acordo com Marcomini (2012), esses gases podem ser lançados ao ar livre, provocando odores que, dependendo da velocidade dos ventos, podem espalhar-se por toda uma região.

São emitidos também óxidos metálicos (titânio, cromo, cádmio, chumbo, ferro, manganês, mercúrio, níquel), provenientes dos adereços das urnas mortuárias, formaldeído e metanol, provenientes do embalsamento (KEMERICH, UCKER E BORBA, 2012).



## 5.4 DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS CONTAMINADOS

A ineficiência da gestão de resíduos em cemitérios, como a vestimenta dos corpos e restos de caixões, configura impacto negativo em potencial ao meio ambiente, pois geralmente, esses resíduos são depositados nas proximidades das necrópoles sujeitos a intempéries naturais, que transportam as substâncias desses resíduos pelo solo, chegando a atingir as águas subterrâneas (KEMERICH, UCKER E BORBA, 2012). Em caso de contato com o resíduo oriundo da lixiviação dos corpos, as vestimentas e sapatos utilizados pelo falecido, os acessórios decorativos e a própria urna utilizada, necessitam ser encaminhados ao tratamento térmico que recebem os resíduos de serviço da saúde (TONET; SCHNEIDER; LOVIZON, 2015). De acordo com os mesmos autores, quando o material não tem contato com o necrochorume e não recebeu tratamento químico, ele pode ser disposto em aterro Classe II.

## **6. MEDIDAS EXISTENTES PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA ATIVIDADE CEMITERIAL**

A fim de reduzir os impactos existentes decorrentes da existência de necrópoles, apresentam-se algumas alternativas de mitigação e propostas passíveis de aplicação ao presente projeto.

### 6.1 NECROCHORUME

São apresentadas algumas formas de mitigação para os impactos relacionados ao vazamento do necrochorume dos cadáveres. A análise dessas alternativas auxilia na tomada de decisão acerca do método mais eficiente e viável para a necrópole.

#### **6.1.1 Tratamento do lixiviado**

É possível realizar o tratamento do necrochorume drenando o mesmo das sepulturas para filtros biológicos. De acordo com Jalowitzki (2011), “o sistema de drenagem consiste em um aglomerado de tubulações que conduzem o necrochorume de cada urna mortuária até o filtro biológico”. A operação deste filtro ocorre através da ação de microrganismos que

degradam a matéria orgânica (JALOWITZKI, 2011). De acordo com a mesma autora, devido a viscosidade do necrochorume e sua quantidade liberada por cada corpo em decomposição (cerca de 30 litros), o lixiviado pode demorar até um ano para chegar no filtro.

### **6.1.2 Pastilhas**

Conforme Hino (2015), as pastilhas utilizadas na degradação de necrochorume são colocadas na região lombar do cadáver, dentro da urna funerária. De acordo com o mesmo autor, possuem imensa quantidade de bactérias selecionadas em forma de esporos e com alta capacidade de digestão de matéria orgânica, que são ativadas gradativamente conforme entram em contato com o lixiviado contendo necrochorume. À medida que o corpo libera necrochorume, as bactérias ativam-se e degradam compostos orgânicos de difícil metabolização, como gorduras, óleos, graxas e lipídeos, que se transformam assim em dióxido de carbono e água (HINO, 2015).

### **6.1.3 Invólucros (mantos)**

De acordo com Invol Ambiental (2018), fabricante dos Mantos Protetores Invol, estes tratam-se de dispositivos constituídos de filme impermeável composto por polímeros de carbono (PE) Polietileno e (PP) Polipropileno. O invólucro possui uma camada absorvente constituída de celulose e polímeros superabsorventes que solidificam o necrochorume e linhas para ajuste ao corpo (onde o necrochorume deposita-se e posteriormente seca e polimeriza-se). A degradação do lixiviado ocorre naturalmente através de bactérias, porém tendo seu processo acelerado devido ao isolamento do ambiente (ao restringir a percolação dentro do invólucro, as bactérias atuam somente na degradação da matéria orgânica ali presente, não se espalhando para o caixão, sepultura, solo e freático), o processo é otimizado, resultando em decomposição em tempo muito menor quando comparado ao sepultamento sem a utilização de mantos absorventes. Quando a degradação é completa, ou seja, findam os alimentos para as bactérias presentes dentro do invólucro, as mesmas morrem (INVOL AMBIENTAL, 2018).

Os mantos são projetados pensando em todo o processo (velório, sepultamento e exumação) e possuem uma grande abertura na parte superior do corpo, que facilita o processo de evaporação e decomposição natural e também um sistema de ajuste do corpo obtido com a linha na borda, que transforma o invólucro em bolsa, facilitando a exumação quando só restam ossos. A bolsa então pode ser depositada em um ossuário, não havendo necessidade de

descarte da mesma neste momento. Eventualmente o invólucro deverá ser descartado, em casos onde ocorra a cremação dos ossos em tempo indeterminado após a exumação. Considerando que o invólucro não possui cloro e halogênios em sua composição (os polímeros utilizados são formados por carbono e hidrogênio), e que a parcela de plásticos presentes no material é de apenas 100g, o manto pode ser cremado junto aos ossos, sem o risco de formação de dioxinas e furanos e sem grande impacto para o meio ambiente. Caso o invólucro necessite ser descartado antes de finalizar a degradação total da matéria orgânica, ele é então classificado como resíduos de serviço da saúde (RSS) e seu destino será a incineração ou processo de autoclave (INVOL AMBIENTAL, 2018).

A utilização do manto protetor reduz a geração de resíduos contaminados, pois, de acordo com Invol Ambiental (2018), evita que o necrochorume vaze para o féretro fabricado de madeira que não absorve o líquido da coliquação e pode ser classificado como resíduo Classe II, sem necessidade de receber o mesmo tratamento dos RSS que receberia se estivesse contaminado pelo lixiviado. As roupas utilizadas no velório também não precisam ser descartadas quando ocorre a exumação, permanecendo com os ossos dentro do invólucro quando este torna-se bolsa. Outros resíduos que também têm sua geração diminuída são os plásticos e papelões algumas vezes utilizados por prestadores de serviços funerários com o objetivo de sanar vazamentos durante o velório, principalmente para famílias que dispõem de poucos recursos financeiros e não podem investir em métodos de conservação. Esses materiais ficam contaminados e além da geração demasiada de resíduos, sua utilização acaba por expor ainda mais os exumadores, colocando em risco sua saúde (INVOL AMBIENTAL, 2018).

## 6.2 PREPARAÇÃO DOS CORPOS E URNAS

Para a preparação dos corpos antes do sepultamento, Lovizon (2010) recomenda que as roupas a serem utilizadas pelo cadáver sejam fabricadas em tecido atóxico, como algodão, linho, lã e seda sem tingimento, aplicando-se o mesmo para o estofamento presente nos caixões.

Deve-se utilizar preferencialmente urnas fabricadas em madeira sem adição de substâncias químicas como verniz e tinta, e atentar para a retirada de alças e partes metálicas antes do sepultamento a fim de evitar a lixiviação destes, tendo em vista que recebem tratamento à base de metais pesados como cobre, cromo e níquel (LOVIZON, 2010). O

mesmo autor ressalta que essas partes metálicas retiradas podem depois serem reutilizadas, e traz alternativa de tratamento da madeira das urnas por cera de abelha. Ainda conforme Lovizon (2010), deve-se dar preferência à utilização de flores naturais que ornamentam o interior da urna e sepultura, tendo em vista a facilidade de decomposição das mesmas.

A pintura dos jazigos, por sua vez, deve ser realizada com tintas sem fixadores metálicos (TONET; SCHNEIDER; LOVIZON, 2015). Os mesmos autores sugerem ainda, confinar o caixão em túmulos edificadas em alvenaria e com acabamento em cimento a fim de diminuir as chances de escoamento de necrochorume.

### 6.3 MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

O monitoramento de possíveis impactos causados pela atividade cemiterial em águas subterrâneas, ocorre através da instalação de piezômetros para aferição do nível do freático e pontos de captação a fim de analisar a qualidade da água (TONET; SCHNEIDER; LOVIZON, 2015). De acordo com os mesmos autores, devem ser realizados estudos hidrogeológicos do local de implantação a fim de definir os locais de maior relevância ao monitoramento.

Tonet, Schneider e Lovizon (2015), sugerem a instalação de pelo menos um piezômetro a montante do fluxo subsuperficial a fim de possibilitar a comparação e validação de dados coletados a jusante. A localização dos pontos de amostragem para o monitoramento qualitativo das águas subterrâneas, de acordo com os mesmos autores, deve também seguir o fluxo subsuperficial com pelo menos um ponto a montante.

Quanto à periodicidade das amostragens, devem seguir o disposto em legislação vigente ou, quando da inexistência da mesma, ser suficiente para que os resultados possuam representatividade temporal (TONET; SCHNEIDER; LOVIZON, 2015). Os mesmos autores ressaltam que a perfuração de poços deve ser realizada segundo indicações técnicas.

### 6.4 EMISSÕES GASOSAS

A fim de mitigar os impactos causados pelos gases liberados no processo, alguns cemitérios verticais instalam filtros de carvão ativado, onde os gases passam antes de sua eliminação na atmosfera (PALMA; SILVEIRA, 2011). Conforme Lovizon (2010) uma alternativa para realização do monitoramento das emissões gasosas consiste na instalação de

equipamentos que permitam a análise simultânea e contínua dos gases CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S e CH<sub>4</sub>, definindo previamente variados pontos de amostragem no cemitério.

## 6.5 ARBORIZAÇÃO

Conforme Pacheco (2012), a existência de vegetação nos cemitérios e seu entorno é salutar, sendo importante do ponto de vista higiênico e sanitário, além do aspecto estético, purificando a atmosfera e oxigenando o solo e subsolo.

Em estudo sobre árvores freatófitas (plantas que utilizam água subterrânea) e seus benefícios em necrópoles, Cabanas e Leite (2010), concluem que espécimes como Cedro ou Cedrinho que possuem raízes profundas, quando presentes em cemitérios atingem o lençol freático e absorvem do solo o necrochorume transformando-o em gás carbônico, pois possuem propriedades depurativas. Além disso, auxiliam a repelir vetores presentes nestes empreendimentos, uma vez que o odor de suas folhas age como repelente.

## 6.6 CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

O aproveitamento da água pluvial reduz o consumo de água potável e funciona como medida contra os alagamentos urbanos, apresentando assim uma boa alternativa para o aumento da oferta de água em edificações (AMORIM E PEREIRA, 2008). De acordo com Marinoski e Ghisi (2008), a água proveniente da captação pluvial pode ser utilizada em descargas de bacias sanitárias, torneiras de jardins e lavagem de calçadas, casos aplicáveis ao cemitério em questão.

Conforme Amorim e Pereira (2008), os sistemas de aproveitamento de água da chuva são formados pela área de captação (coberturas, no geral), componentes de transporte (calhas e tubos de queda), e o reservatório. Deve-se atentar em um projeto de captação de água pluvial, que a quantidade de água que se obtém dificilmente é igual à que precipita, devido às perdas do processo (evaporação, fugas de percurso, arraste pelo vento) (MARTINS, 2009). O mesmo autor também ressalta a necessidade de descartar as primeiras porções de águas captadas, pois após longos períodos de escassez de chuva, há acúmulo de sujeira nos telhados.

## 6.7 UTILIZAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

Mesmo a radiação solar não atingindo totalmente a superfície da terra devido à reflexão e absorção dos raios solares pela atmosfera, a energia solar estimada que incide sobre a superfície é aproximadamente 10 mil vezes o consumo energético mundial (CRESESB, 2008).

Essa energia solar pode ser convertida em eletricidade, alternativa conhecida por energia solar fotovoltaica, considerada uma fonte de energia limpa e renovável, visto que para seu funcionamento não são geradas emissões atmosféricas, efluentes ou resíduos sólidos, e que sua fonte, o sol, possui natureza inesgotável (BRITO E SILVA, 2006). Os mesmos autores ressaltam outras vantagens dessa forma de energia, como o elevado tempo de vida de seus equipamentos (em torno de 30 anos), a baixa manutenção, e suas modularidade e portabilidade.

Para a geração dessa energia, utiliza-se células fotovoltaicas, que, segundo Castro (2002), são constituídas por silício, material semicondutor, ao qual são adicionadas substâncias a fim de criar um meio adequado ao estabelecimento do efeito fotovoltaico, ou seja, conversão direta da potência associada à radiação solar em potência elétrica DC (corrente direta).

Brito e Silva (2006) explicam que “cada célula individual, com cerca de 100 mm<sup>2</sup>, gera aos seus terminais uma tensão entre 0.5 e 1 V, com uma corrente típica em curto circuito de algumas dezenas de miliampéres”. Sendo esta intensidade de corrente razoável, mas com tensão pequena para as aplicações, é costume montar-se as células em série em painéis solares de 28 a 36 células, constituindo painéis que têm capacidade para gerar tensões DC da ordem dos 12 V, considerando condições padrão de iluminação (BRITO E SILVA, 2006). De acordo com os mesmos autores, estes painéis podem ser utilizados de forma individual ou montados em série e/ou paralelo a fim de obter maior tensão ou corrente, dependendo da necessidade de aplicação.

Os tipos de painéis fotovoltaicos mais comuns disponíveis no mercado são os de silício policristalino, onde os cristais são fundidos em um bloco e mantendo assim a formação de múltiplos cristais, e o monocristalino, que é feito a partir de um único cristal de silício ultrapuro, que apresenta maior eficiência do que o policristalino, e conseqüentemente, maior custo (PORTAL SOLAR, 2018).

De acordo com Cresesb (2018), quanto aos tipos de sistema, há os isolados, os

híbridos e os interligados à rede, sendo que este último utiliza grande número de painéis fotovoltaicos e não há armazenamento de energia, pois toda a geração é entregue direto à rede após o inversor.

## 6.8 COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

A fim de diminuir a carga de resíduos dispostos em aterros sanitários, é possível encaminhar resíduos procedentes da jardinagem como grama, flores e galhos de árvores gerados na necrópole para compostagem. Flores e folhas provenientes de coroas de flores podem ser encaminhadas para compostagem, desde que se atente para a retirada de fitas, adereços, flores artificiais, partes metálicas presentes na estrutura.

A compostagem trata-se de um processo de decomposição aeróbia controlada e de estabilização da matéria orgânica em condições que possibilitem o desenvolvimento de temperaturas termofílicas, tendo como objetivo a obtenção de um produto final rico em compostos húmicos para utilização nos solos sem riscos de danos ambientais (VALENTE et al., 2009). De acordo com Büttenbender (2004), a compostagem é um dos processos mais antigos e eficientes de reciclagem de resíduos orgânicos com vistas à utilização na agricultura, sendo indicado por diversos pesquisadores como uma das melhores técnicas para tratar a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos em países considerados de terceiro mundo, visto possibilidade de ser implantada sob condições de baixo custo.

Conforme Kiehl (1985, apud VALENTE, 2009), o processo de compostagem compreende algumas fases, sendo a inicial chamada mesofílica, caracterizada por células microbianas em estada de latência e intensa atividade metabólica. Na segunda fase, ocorre a bioestabilização, tendo os fungos e bactérias termofílicos extrema importância, até atingir a terceira fase, de maturação (humificação), acompanhada de mineralização de alguns componentes da matéria orgânica, que passam para a forma inorgânica, estando assim disponíveis às plantas (KIEHL, 1985, apud VALENTE, 2009).

## 7. COMUNICAÇÃO ESTÉTICA DE NECRÓPOLES

Conforme Löbach (2001), o processo de comunicação estética no design industrial é tema de uma estética do design que considera a relação entre as pessoas e os objetos. A estética do objeto relaciona-se com a maneira dos elementos estéticos de um produto se

fazerem claros e perceptíveis aos sentidos do receptor, principalmente à visão (LÖBACH, 2001). Logo, a estética de um objeto faz referência às características visuais do produto, que conferem a este uma identidade própria e torna possível a expressão de suas especificidades funcionais por meio da organização de seus elementos configurativos (SILVA E TAVARES, 2008).

De acordo com Silva e Tavares (2008), a forma do produto industrial é resultado das relações recíprocas estabelecidas entre os elementos configurativos que são os responsáveis por provocar no usuário a reação de aceitação, rejeição ou neutralidade perante o produto. A percepção é um processo onde a aparência estética torna-se significado (LÖBACH, 2001), sendo um processo passível de influência, tanto pela imagem atual motivada por interesse como pela memória de cada pessoa (experiências prévias, normas socioculturais e conceitos de valor).

Löbach (2001) explica que a “estética de valor” refere-se à importância dos objetos estéticos para o usuário, decorrente de seus conceitos subjetivos característicos aos sentidos socioculturais envolvidos.

## **8. NECRÓPOLE PLANEJADA**

As etapas constantes no projeto de necrópole, bem como a tomada de decisões para cada uma delas serão discutidas e dimensionadas nos subitens seguintes.

### **8.1 TOMADA DE DECISÕES**

Com vistas a chegar à melhor tomada de decisões, considerou-se a abordagem de alguns autores acerca de destinações existentes para os mortos e medidas mitigadoras inseridas em cemitérios, explanando acerca de suas vantagens e desvantagens.

A cremação a princípio apresenta-se como uma alternativa melhor quando em comparação ao sepultamento, porém, Pacheco (2012) cita como inconvenientes o lançamento de quantidades significativas de óxidos de carbono, dioxinas e outros contaminantes na atmosfera, além de mercúrio volatilizado, existente nas pastas com as quais fazem-se obturações dentárias.

De acordo com Belo (2012), o procedimento para cremar um ente querido é mais simples quando é constatada morte natural devidamente atestada por um médico legista e



quando a pessoa a ser cremada tenha deixado manifesto em vida solicitando este destino final para seu corpo. Porém, conforme mesmo autor, é necessária autorização judicial para o caso de mortes violentas, como atropelamentos, ferimentos por arma de fogo ou branca, acidentes de trânsito, suicídios e outras situações. O mesmo aplica-se quando a causa da morte não é definida. (BELO, 2012). Apesar de crescente no Brasil, a cremação ainda é restrita devido às crenças religiosas e questões sociais, culturais e econômicas, não tendo ainda grande inserção no cenário nacional (COSTA; CUSTÓDIO, 2018). Posto isso, faz-se necessário o planejamento e implantação de novos cemitérios, onde os corpos degradam-se de forma natural.

Cemitérios parque são uma alternativa esteticamente agradável para degradação de forma natural dos mortos, todavia, Pacheco (2012) informa que quando esses empreendimentos não são adequadamente implantados e operados, trazem riscos ambientais e sanitários, como o risco de contaminação da água subterrânea, formação de maus odores e conservação de corpos. O sepultamento acima do nível do solo apresenta maior segurança em termos de possibilidade de contaminação do solo e água quando em comparação com sepultamento abaixo do nível do solo, como nos cemitérios parque, onde é comum o caixão ser disposto diretamente sobre o solo (TONET; SCHNEIDER; LOVIZON, 2015).

Outro problema de cemitérios tradicionais, tendo em vista o crescimento populacional, é o espaço que demandam, questão sanada pelos cemitérios verticais, que em contrapartida, necessitam demasiado planejamento no que tange às emissões dos efluentes gasosos, que causam poluição atmosférica e mau cheiro nos locais (THOMPSON, 2015). De acordo com Thompson (2015), a rotatividade das sepulturas em cemitérios tradicionais tem potencial para sanar parcialmente o problema da falta de espaço em cemitérios. Deste modo, manteriam-se sepultados apenas os cadáveres em decomposição, sendo seus ossos retirados após a degradação completa do corpo, e encaminhados a ossuários que podem ser mantidos em estruturas verticalizadas no interior dos cemitérios.

Tendo em vista as informações apresentadas, e que o nível do aquífero da área que sediará o empreendimento é alto, optou-se por projetar um cemitério horizontal com túmulos acima do nível do solo, onde cada túmulo abrigará 1 cadáver. Optou-se por não verticalizar os túmulos considerando a relação estética da necrópole (que será particular) com as pessoas que a visitarão.

Quanto à tecnologia escolhida para mitigar o vazamento de necrochorume, conforme explica Jalowitzki (2011), considerando a viscosidade do mesmo, seu volume total de um

cadáver é fracionado em um período muito longo de tempo, permanecendo na sepultura e tubulação sem alcançar o filtro biológico quando essa é a alternativa de mitigação escolhida. Já as pastilhas apresentadas também no capítulo 6, embora degradem o lixiviado, não controla vazamentos, sendo ineficazes para a contaminação do meio. Os mantos protetores em contrapartida são eficazes tanto com a questão de vazamentos quanto à degradação, pois as bactérias degradantes já existem no corpo humano inanimado, não havendo real necessidade de serem acrescentadas mais bactérias, como no caso das pastilhas, e sim, de confiná-las em um meio mais restrito, o que ocorre na utilização dos invólucros, conforme explicado no capítulo 6.1.3 do presente projeto. Tendo em vista, além do exposto, de que os mantos atendem à legislação (Resolução n.º 335 do CONAMA, conforme capítulo 2.1 do presente projeto), pois possuem abertura na parte superior, possibilitando a troca gasosa com o meio, facilitando a decomposição do cadáver, como medida mitigadora para o necrochorume, serão utilizados os invólucros (mantos protetores) em todos os sepultamentos que ocorrerão no cemitério. Como medida adicional, considerando a hipótese dos mantos falharem, os jazigos serão construídos em concreto revestido com material impermeabilizante e cada um terá ligação à uma caixa coletora, cuja função é reter o lixiviado.

## 8.2 LOCAL DE IMPLANTAÇÃO

A área de implantação do empreendimento está localizada na RST 453, km 185 na Rota do Sol, município de São Francisco de Paula (cerca de 50 km do centro da cidade) Rio Grande do Sul, com coordenadas geográficas de acesso à área: latitude -29.0855833333 e longitude -50.7930833333. O desenho da área com suas curvas de nível pode ser visualizado na Prancha 01, em apêndice.

Figura 11: Localização da Necrópole



Fonte: Adaptado de Google Earth (2018).

### 8.2.1 Meio físico

O meio físico da área de construção da necrópole foi avaliado contemplando suas características geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas, conforme apresentado a seguir.

#### 8.2.1.1 Geologia

De acordo com Figini (2008), a região em estudo apresenta rochas vulcânicas da Província Paraná, ocupando a porção sudeste da Bacia do Paraná, constituída por uma sucessão de rochas riolíticas, acompanhadas de intercalações de basaltos e diques de diabásio. Afloram-se na área do empreendimento basaltos estratificados e fraturados de coloração cinza, na forma de campo de matacões. A constituição mineralógica primária presente é de quartzo em sua maioria, seguido de plagioclásio e K-fesdspato, e os fraturamentos têm direção preferencial NE-SW (FIGINI, 2008).

#### 8.2.1.2 Geomorfologia

A área do empreendimento situa-se na Região Geomorfológica Planalto das Araucárias, na Unidade Geomorfológica Planalto dos Campos Gerais, que resultou de processos de dissecação sobre rochas ácidas que promoveram a geração de áreas conservadas com forma planar, padrão de relevo em mesa e de áreas com presença de vales (FIGINI, 2008).

Há linhas estruturais, comuns em várias direções, que constituem-se nas direções preferenciais adotadas pelos cursos de água, o que resulta em um padrão de drenagem regional que caracteriza-se pelo tipo sub-retangular a retangular, deixando em evidência o

controle litológico e estrutural das rochas vulcânicas. Os rios da região, normalmente encaixam-se em áreas de alta densidade de falhas (FIGINI, 2008). De acordo com Embrapa CNPS (1999) (*apud* FIGINI, 2008), os solos que ocorrem na região são: Neossolo Litólico distrófico típico, Cambissolo Húmico alumínico típico, Alissolo Hipocrômico órtico nitossólico, Chernssolo Argilúvico férrico típico e Neossolo Litólico eutrófico chernossólico.

### 8.2.1.3 Hidrogeologia

Os aquíferos presentes na região pertencem ao Sistema Aquífero Serra Geral II, tendo características de aquíferos com média a baixa possibilidade para águas subterrâneas em rochas com porosidade por fraturas (FIGINI, 2008). Conforme mesmo autor, as litologias desse sistema são predominantemente riolitos, riolacitos e basaltos fraturados em menor proporção, e a capacidade específica é inferior a 0,5 m<sup>3</sup>/h/m em sua maioria, entretanto, em áreas mais fraturadas ou com arenitos na base do sistema, encontram-se valores superiores a 2 m<sup>3</sup>/h/m. Em estudo potenciométrico constatou-se que o nível do aquífero subsuperficial é relativamente alto (FIGINI, 2008).

## 8.3 ESTRUTURA DA NECRÓPOLE

A necrópole será estruturada com área total de 21.600 m<sup>2</sup>, tendo potencial para abrigar 1920 sepulturas (1 cadáver cada), além de um ossuário com capacidade para 6.480 lóculos. A estrutura por completo pode ser visualizada na Prancha 02, presente nos apêndices do presente projeto.

Com vistas a evitar problemas de falta de espaço, o cemitério não venderá jazigos perpétuos, sendo as ossadas após serem exumadas (cerca de 5 anos após o sepultamento), alocadas no ossuário, cedendo lugar nos jazigos. Considerando que a população atual de São Francisco de Paula seja de pouco mais de 20.000 habitantes, comparando com a população mundial de 7,6 bilhões de pessoas onde a mortalidade é de 102 pessoas por minuto, estima-se que ocorram cerca de 150 mortes por ano na cidade. Prevendo possíveis sepultamentos que possam ocorrer de pessoas vindas de outras localidades, estima-se que, havendo 250 sepultamentos por ano no cemitério, levaria em torno de 7 anos e meio para esgotar-se a capacidade total de jazigos do local. Com a existência do ossuário somado aos jazigos, o

tempo de esgotamento da capacidade total do cemitério será de mais de 33 anos, o que pode prolongar-se tendo em vista que a família, a qualquer momento, pode optar por encaminhar a ossada de seus mortos para cremação.

### **8.3.1 Sepulcros**

Além da utilização dos invólucros dentro dos caixões para evitar o vazamento de necrochorume, as sepulturas serão construídas de concreto e revestidas com material impermeabilizante. Cada uma delas, será conectada por um tubo de PVC de 40 mm de diâmetro a uma caixa coletora enterrada com capacidade para 50 L, cuja função é reter o lixiviado.

Cada jazigo terá dimensões internas: 2,50 m de comprimento, 0,90 m de largura e 0,55 m de altura, e dimensões externas: 2,70 m de comprimento, 1,10 m de largura e 0,85 m de altura, sendo destes, 0,20 m para a floreira integrada, contendo terra e grama. Os familiares da pessoa sepultada podem utilizar o espaço para plantar flores, se assim o quiserem. Serão projetados drenos nas laterais da floreira, que devem ser infiltrados diretamente no solo, a fim de transportarem a água excedente da rega das floreiras. A distância entre as sepulturas será de 0,80 m. O desenho dos jazigos em detalhes pode ser visto na Prancha 03, em apêndice.

### **8.3.2 Ossuário**

A necrópole contará com um ossuário em uma área coberta de 1.800 m<sup>2</sup>. Serão construídas 216 estruturas dispostas em paralelo, cada uma com medidas externas: 1,60 de altura por 5,10 m de comprimento e 0,60 de largura. Em cada estrutura haverá 30 lóculos de medidas internas 0,40 x 0,40 x 0,40, totalizando 6.480 lóculos onde serão depositados os sacos de ossos (mantos de necrochorume após as exumações). Na Prancha 04, presente nos apêndices, consta o desenho dos lóculos inseridos em uma das estruturas.

### **8.3.3 Local para cultos**

Haverá no cemitério, ao lado de um dos pares de banheiros, um espaço destinado a cultos, missas, meditações e rituais, contendo queimador de velas. Será construído um telhado de 150 m<sup>2</sup> sobre ele, e não haverá paredes, a fim de estendê-lo à área não coberta, onde serão

colocados bancos sob as árvores. O desenho do local, junto à área administrativa e banheiros, pode ser visualizado na Prancha 05, em apêndice.

### **8.3.4 Área administrativa**

A área administrativa possuirá 100 m<sup>2</sup>, e estará localizada ao lado de um dos pares de banheiros destinados aos visitantes. Dentro da administração, haverá um banheiro, cozinha com itens básicos (pia, micro-ondas) e escritório, para atender a equipe de 5 funcionários.

### **8.3.5 Banheiros públicos**

Os banheiros destinados aos visitantes do cemitério estarão alocados em duas áreas. Os primeiros estarão entre a área administrativa e o local para cultos, havendo um masculino e um feminino, com 35 m<sup>2</sup> cada um. O segundo par, estará localizado na outra extremidade da necrópole, próximo ao ossuário, também totalizando 70 m<sup>2</sup> contando o masculino e o feminino. Em cada um dos 4 banheiros haverá 3 vasos sanitários e 3 pias.

## **8.4 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS**

Os resíduos gerados no cemitério encontrarão destino adequado conforme sua classificação, seguindo o disposto na Lei n.º 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). Os funcionários serão treinados para executar o gerenciamento dos resíduos gerados.

Será construído um abrigo para resíduos, com área total de 36 m<sup>2</sup>, dividido em baias para cada tipo de resíduo. O local será feito em concreto e possuirá um telhado.

### **8.4.1 Resíduos orgânicos - compostagem**

Os resíduos de origem orgânica, como grama, galhos de árvore, folhas e flores provenientes da manutenção do cemitério, somados ao descarte oriundo dos funcionários, como cascas de frutas, erva mate e borra de café, deverão ser encaminhados para composteiras presentes na necrópole.

Considerando uma estimativa de 3 m<sup>3</sup> desse tipo de resíduo por mês, serão construídas 7 composteiras utilizando caibros de eucalipto, com volume útil de 1,5 m<sup>3</sup> cada, de forma

quadrada com dimensões de 1,25 m para laterais e 1m de altura. O período total de compostagem deverá ser em torno de 90 dias, onde, o ciclo inicia-se acondicionando os resíduos orgânicos na primeira composteira até sua capacidade total, passando-se às próximas unidades, até a sétima, onde atingindo sua capacidade, o composto da primeira estará pronto para ser disposto no solo e iniciar o ciclo novamente.

Alguns cuidados devem ser adotados com temperatura, aeração e umidade. Deve-se revolver os resíduos dentro da composteira com o auxílio de um garfo de jardinagem uma vez por semana, iniciando após 15 dias, a fim de oxigenar o composto e distribuir a umidade e o calor. No caso em questão, como a quantidade de matéria seca será provavelmente maioria, convém monitorar a necessidade de acréscimo de água a fim de umedecer o composto, tomando cuidado para não encharcar, pois o excesso de umidade retarda o tempo de compostagem.

O adubo resultante do processo deverá ser doado a pequenas hortas que visam a produção orgânica de verduras, legumes, hortaliças, entre outros.

#### **8.4.2 Resíduos classe I**

Os resíduos caracterizados como Classe I no empreendimento são aqueles que entrarão em contato direto com o necrochorume, como as roupas, eventuais objetos utilizados para enfeitar o corpo durante o velório e EPI's utilizados por prestadores de serviço do cemitério em exumações. Esses resíduos deverão ser acondicionados em sacos brancos de 100 e 200 L identificados como "substância infectante", que serão dispostos em um container branco possuindo a mesma identificação dos sacos, que permanecerá em sala fechada contida no abrigo para resíduos, armazenamento temporário para o resíduo enquanto aguarda disposição final: o tratamento térmico recomendado aos Resíduos de Serviço da Saúde por empresa devidamente licenciada, que será acionada para realizar as coletas conforme a necessidade. O container terá capacidade de 660 L e a área destinada para ele terá piso de cimento que receberá pintura impermeabilizante.

#### **8.4.3 Resíduos classe II**

Os resíduos Classe II gerados no cemitério são todos aqueles não perigosos. Para os visitantes, serão dispostos recipientes com capacidade de 100 L pelo necrópole, sempre aos

pares, identificados como “Recicláveis” e “Rejeitos”. Haverá também próximo ao local destinado para queimar velas, um recipiente identificado como “restos de velas”, onde deverão ser deixadas as velas usadas que serão doadas para fabricação de novas velas utilizando a cera que seria descartada. Dentro da área administrativa, haverão 3 tipos de recipientes: “recicláveis”, “biodegradáveis” e “rejeitos”.

#### 8.4.3.1 Resíduos passíveis de reciclagem

Os resíduos passíveis de reciclagem, como embalagens de papel, plástico, vidro, e metal, após recolhido dos contentores distribuídos pela necrópole, permanecerão no abrigo para resíduos dentro de um container de 660 L aguardando disposição final, que será através de envio para cooperativas de reciclagem presentes no município.

A madeira das urnas, que por estar protegida pelo invólucro contendor de necrochorume não se contaminará, será disposta em sua ala no abrigo temporário de resíduos. Quando não tiver sofrido avarias, poderá ser reaproveitada para futuros sepultamentos. Em caso de falha no invólucro, causando a contaminação da urna funerária, esta deverá ser encaminhada junto aos demais resíduos Classe I, conforme item 8.5.2 do presente projeto.

#### 8.4.3.2 Resíduos não passíveis de reciclagem e compostagem

Os resíduos não recicláveis, como restos de alimento que não são adequados para serem dispostos nas composteiras (alimentos temperados e cozidos, restos de carne, ossos), guardanapos engordurados, papel higiênico, gerados em sua maioria pelos colaboradores da necrópole, serão enviados para aterro sanitário. Enquanto aguardam destino final, os rejeitos serão acondicionados em sua ala no abrigo temporário de resíduos, em container cinza com capacidade de 660 L.

### 8.5 SISTEMA DE CAPTAÇÃO PLUVIAL

As águas utilizadas nas descargas dos banheiros, irrigação dos jardins e limpeza estrutural serão provenientes de captação de água da chuva dos telhados da área administrativa, banheiros e local para cultos.



### **8.5.1 Estimativa do consumo**

Para realizar a estimativa do consumo de água para fins não potáveis, considerou-se a demanda desta água na necrópole.

Estimando que cada funcionário utilize o banheiro 4 vezes por dia, tendo em vista que as descargas do cemitério serão de duplo acionamento, consumindo 3 L para resíduos líquidos e 6 L para resíduos sólidos, estima-se que, durante 5 dias por semana, o consumo demandado pelas descargas pelos 5 funcionários da necrópole será de 75 L/d. Durante os finais de semana, haverá 3 funcionários por dia, logo, o consumo aos sábados e domingos será de 39 L/d. Tendo em vista esses dados, o consumo para descargas sanitárias em um mês pelos funcionários, considerando 22 dias de semana e 8 dias de final de semana, será de 1,96 m<sup>3</sup>. Julgando os visitantes da necrópole por, em média 8 por dia, e levando em consideração que acionarão apenas uma vez a descarga em sua permanência, por esta não ser de longa duração, calcula-se, estimando o acionamento total da descarga, 48 L/d, ou 1,44 m<sup>3</sup> por mês. Logo, o consumo para as descargas será de 3,4 m<sup>3</sup>/mês.

Será necessário regar as floreiras integradas aos túmulos quando não chover. Assim, considerando os 1920 jazigos e a área de gramado de 2,97 m<sup>2</sup> de cada um, estima-se que, quando da rega manual (os jazigos ficarão a céu aberto, recebendo diretamente a água da chuva sobre eles, o que servirá como rega natural para as floreiras), sejam demandados 0,5 L por jazigos, pois a altura das floreiras será de apenas 0,20 cm e há de se atentar para não encharcar as mesmas. Caso não ocorressem precipitações em um determinado mês, e a rega manual fosse aplicada durante os 30 dias, seriam necessários 30 m<sup>3</sup> por mês. Ressalta-se que o município de São Francisco de Paula é chuvoso, como descrito no capítulo a seguir, logo, dificilmente esse cenário ocorrerá.

### **8.5.2 Dados climatológicos**

De acordo com o 8º Distrito de Meteorologia, no município de São Francisco de Paula chove em média 2.252,00 mm por ano (BACKES, 2007). Nimer (2010), afirma que a cidade, situada a 900 metros de altitude, chegou a registrar 2.456 mm em um ano, sendo o índice pluviométrico mais elevado do Rio Grande do Sul.

### 8.5.3 Área de captação

A captação se dará por calhas dispostas no telhado da área de 320 m<sup>2</sup>, contendo a administração, banheiros e local para cultos. O desenho desta área pode ser visualizado na Prancha 05, em apêndice.

A fim de calcular o volume de água possível de ser captado, de acordo com Tomaz (2005), utiliza-se a Equação 1:

$$V = P \times A \times C \quad (1)$$

Onde:

V = volume pluviométrico a ser captado (m<sup>3</sup>)

P = precipitação anual na região (m/ano)

A = área de captação (m<sup>2</sup>)

C = coeficiente de escoamento – Runnof

De acordo com Martins (2009), o coeficiente de escoamento, ou coeficiente de Runnof, representa o quociente entre volume total de escoamento em um determinado período de tempo e o volume total de precipitação neste período, e é dado em função das características da superfície. Para coberturas impermeáveis, como telha e cimento, o coeficiente é de 0,8. Considerando que o telhado utilizado na área captação será de fibrocimento, este coeficiente está de acordo com o presente projeto.

$$V = P \times A \times C$$

$$V = 2,252 \times 320 \times 0,8$$

$$V = 576,512 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$V = 48,04 \text{ m}^3/\text{mês}$$

A fim de realizar o dimensionamento das calhas horizontais, utiliza-se a fórmula de Manning para cálculo da vazão:

$$Q = 60.000 \times (A/n) \times Rh^{2/3} \times S^{1/2} \quad (2)$$

Onde:

Q = vazão do projeto (L/min)

A = área da seção molhada (m<sup>2</sup>)

n = coeficiente de rugosidade de Manning, conforme Tabela 1

Rh = A/P = raio hidráulico (m)

P = perímetro molhado (m)

S = declividade (m/m)

Tabela 1: Coeficientes de rugosidade n de Manning

Material	Coeficiente de rugosidade de Manning
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida	0,015

Fonte: Adaptado TOMAZ (2005)

As calhas deverão ser construídas em formato retangular, utilizando aço galvanizado, com declividade de 0,5%, altura de 10 cm e largura de 40 cm. Logo, a área molhada será de 0,04 m<sup>2</sup> (0,10 m x 0,40 m), o perímetro molhado será 0,60 m (0,40 m + 0,10 m + 0,10 m), o raio hidráulico será igual a 0,066 m (0,04 m / 0,60 m), o coeficiente de rugosidade de Manning será de 0,011 e a declividade escreve-se 0,005 m/m.

$$Q = 60.000 \times (0,04/0,011) \times 0,066^{2/3} \times 0,005^{1/2}$$

$$Q = 2.518,98 \text{ L/min}$$

$$Q = 41,98 \text{ L/s}$$

As calhas condutoras verticais (tubos de queda) serão de PVC com diâmetro de 100 mm.

#### 8.5.4 Sistema *by pass*

De acordo com Martins (2009), é comum após longos períodos de tempo entre precipitações os telhados, onde é captada a água da chuva normalmente, apresentarem maior sujeira (pó, folhas, dejetos de pássaros). Por esse motivo, é recomendado o não aproveitamento das primeiras porções de água “*first flush*”, utilizando um sistema de desvio para essas águas (*by-pass*), que pode ser feito através de um dispositivo de funcionamento automático acionado eletronicamente. Será utilizado dispositivo que consiste em um tubo vertical que se enche com as primeiras águas até que ocorra o transbordamento para o reservatório. Segundo Bertolo (2006 apud MARTINS, 2009) a saída contínua de águas para rejeição possui diâmetro reduzido, possibilitando o lento escoamento de água, o que permite que o tubo se encha em um curto espaço de tempo.

Figura 12: Dispositivo *By-pass*



Fonte: Martins (2009)

O volume de dispositivos deste tipo deverá ser calculado em função da área de captação da água da chuva e altura de precipitação pré-estabelecida, de acordo com a equação 3:

$$Vd = P \times A \quad (3)$$

Onde:

Vd = Volume a desviar do sistema (L)

P= Altura de precipitação (mm) admitida para o first flush

A= Área de captação (m<sup>2</sup>)

Alguns autores recomendam desviar um volume correspondente à 1 mm de precipitação,

logo:

$$Vd = 1 \times 320$$

$$Vd = 320 \text{ L}$$

### 8.5.5 Filtragem

Após o sistema *by-pass*, a água deve passar por um sistema de filtragem a fim de serem removidos sedimentos e detritos de pequenas dimensões, evitando condições propícias ao desenvolvimento de microrganismos ou algas (MARTINS, 2009).

Será instalado um filtro separador de sólidos dentro do reservatório, com entrada de 100 mm na lateral superior para água bruta, uma saída de 100 mm para rejeitos na lateral oposta inferior e uma saída de 100 mm de água filtrada na parte inferior. O filtro possui dois estágios, gradeamento e malha em aço inox.

Figura 13: Filtro AcquaSave



Fonte: Acqua Save (2018)

### 8.5.6 Armazenamento

O reservatório, alocado acima do solo, em piso de cimento livre de pedras e entulhos será cilíndrico, de polietileno de alta densidade (PEAD), e sua capacidade, considerando área de captação e consumo, será de 20 m<sup>3</sup>. De acordo com orientações do fabricante, será construída uma base elevada em concreto armado de 10 cm de altura e 5 cm excedentes ao diâmetro do reservatório e a área construída deverá atender 70 cm entre o telhado e a escotilha de acesso superior para manutenção em geral (MAKROCAIXA, 2018).

Será instalado um sifão de *overflow*, para o caso da água recebida exceder a capacidade do reservatório. O sifão será colocado na altura máxima de enchimento do reservatório e terá um conector de rosco próprio para colocação na parede do tanque. A água extravasada será encaminhada através de tubulação diretamente para o solo, em área não calçada.

### **8.5.7 Bombeamento**

Considerando que o reservatório será colocado acima do nível do solo, será necessário um sistema de bombeamento contendo motor, bomba e quadro elétrico.

A distribuição da água ocorrerá através de tubulação de PVC, que levará a água às descargas sanitárias e às 6 torneiras dispostas no cemitério para jardinagem e limpezas.

## **8.6 SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA**

A iluminação do cemitério se dará por energia renovável. Deverá ser captada energia solar e convertida em eletricidade através de células dispostas no telhado construído para o ossuário.

Serão utilizados neste projeto painéis monocristalinos, que conforme explicado no item 6.7 possuem maior eficiência. O sistema será interligado à rede e o arranjo das células nos módulos será conectado em série.

### **8.6.1 Incidência solar**

O conhecimento sobre a incidência solar no local do empreendimento é fundamental para o dimensionamento do sistema de captação solar. Para este fim, utilizou-se o banco de dados do Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB), onde, inserindo as coordenadas geográficas do local, se obtém as médias de irradiação solar mensal, em plano horizontal e inclinado a 29° (ângulo igual a latitude do local).

A tabela 2 sintetiza os dados acerca da irradiação solar. Observa-se que as menores médias ocorrem no mês de junho, para os dois planos, e as maiores em dezembro. A média anual para o plano horizontal é de 4,44 kWh/m<sup>2</sup>.dia, e para o ângulo igual a latitude, 4,67

kWh/m<sup>2</sup>.dia, o que indica que a geração de energia pode ser otimizada pela inclinação do painel fotovoltaico considerando a latitude do local.

Tabela 2: Incidência solar no local do empreendimento

		Irradiação Solar Diária Média Mensal (kWh/m <sup>2</sup> .dia)												
Ângulo	Inclinação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Plano Horizontal	0° N	6,12	5,67	4,80	3,88	2,89	2,45	2,78	3,48	3,73	4,88	6,20	6,47	4,44
Ângulo igual a latitude	29° N	5,45	5,42	5,06	4,64	3,83	3,42	3,83	4,36	4,05	4,80	5,61	5,63	4,67

Fonte: Adaptado de CRESESB (2018)

### 8.6.2 Estimativa da demanda energética

O cálculo da demanda energética, de grande valia para a tomada de decisões sobre as características do sistema a ser instalado a fim de otimizar seu funcionamento e atender as necessidades do empreendimento foi estimado através de um simulador da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), onde o usuário fornece dados de tipos de equipamentos utilizados e tempo de uso diário. Considerou-se a iluminação e todos os equipamentos elétricos utilizados no empreendimento, atentando para a área administrativa. A demanda energética prevista para a necrópole, segundo retorno do simulador é de 50 kWh/d, ou 1500 kWh mensais, o que configura, de acordo com a ANEEL, microgeração distribuída, ou seja, central geradora de energia elétrica com potência menor ou igual a 75 kW (ANEEL, 2015).

### 8.6.3 Dimensionamento do sistema

Os painéis serão instalados em ângulo inclinado sobre o telhado do osuário, aproveitando a irradiação solar maior a 29°, conforme item 7.6.1. A irradiação então será 4,67 kWh/m<sup>2</sup>. Através do conceito de Horas de Sol Pico, que é em função da irradiação média pelo pico máximo de irradiação ao longo do dia, obtém-se o número de horas de exposição máxima à irradiação. Por convenção, considera-se o pico máximo como 1000 Wh/m<sup>2</sup>. Utiliza-se então a equação 4:

$$HSP = \frac{I_r}{P_i} \quad (4)$$

Onde:

HSP: Horas de sol pico (h);

$I_r$ : Irradiação média (kWh/m<sup>2</sup>);

$P_i$ : Pico máximo de irradiação (kWh/m<sup>2</sup>).

$$HSP = \frac{4,67}{1}$$

$$HSP = 4,67 \text{ h}$$

Conforme a equação 5, calcula-se a demanda prevista a ser atendida pelo sistema fotovoltaico.

$$D = \frac{C_d}{HSP} \quad (5)$$

Onde:

D: Demanda energética dos painéis solares (kW);

$C_d$ : Consumo médio diário (kWh);

HSP: Horas de sol pico (h).

De acordo com o item 7.6.2, o consumo diário é de 50 kWh. Logo:

$$D = \frac{50}{4,67}$$

$$D = 10,71 \text{ Kw}$$

Optou-se por um painel de 300 W disponível no mercado, da marca Yingli. O modelo é o PANDA 60 Células Série 2, de dimensões: 1650 mm x 990 mm x 40 mm.

De posse da potência do painel e da demanda energética calculada na equação 5, calcula-se o número de painéis utilizados no cemitério, conforme equação 6

$$N_p = \frac{D}{P_p} \quad (6)$$



Onde:

$N_p$ : Número de painéis;

D: Demanda energética dos painéis solares (kW);

$P_p$ : Potência do painel escolhido (kW).

$$N_p = \frac{10,71}{0,30}$$

$$N_p = 35,7$$

Sendo assim, serão utilizados 36 painéis.

O inversor, responsável por converter corrente contínua em corrente alternada, é escolhido conforme a demanda prevista, neste caso, 10,71 kW. O modelo mais próximo trata-se de um inversor trifásico com potência de saída de 12 kW, da marca Fronius (FRONIUS SYMO 12.5-3-M).

## 8.7 ARBORIZAÇÃO

A necrópole contará com cortina vegetal em seu entorno, e espécimes em alguns pontos em seu interior. Conforme capítulo 6.5, é altamente indicado o plantio de *Cedrela fissilis* (cedro), árvore de raízes profundas. Considerando seu porte (pode chegar a 30 m), esta espécie será empregada no entorno e serão plantadas 200 espécimes.

Nos corredores do cemitério, próximo aos túmulos, e junto à área para cultos, serão plantadas espécies menores, de raízes profundas que não danificam o passeio, esteticamente agradáveis e capazes de produzir sombras sobre os jazigos. As espécies selecionadas são: *Tibouchina granulosa* (quaresmeira), *Schinus molle* (aroeira salsa), *Eugenia florida* (guamirim cereja), *Nerium oleander* (espirradeira rosa e branca) e *Erythrina speciosa* (candelabro), que serão intercaladas para evitar que muitos espécimes similares adoeçam em caso de pragas. Serão plantadas 120 mudas de cada espécie, totalizando 720 árvores no interior da necrópole.

Figura 14: Exemplo de espécime de *Erythrina speciosa*

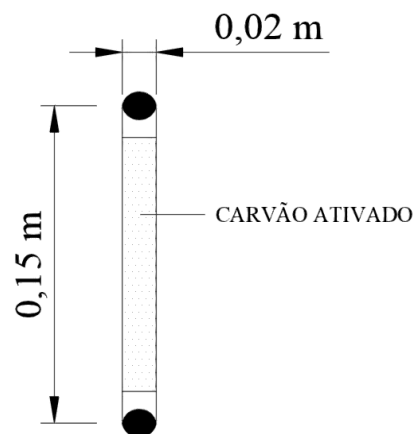


Fonte: Cultura mix (2018)

## 8.8 FILTRO PARA CONTROLE DE GASES

O sistema de tratamento de gases será implantado individualmente nos túmulos, através de dutos de cobre, onde, na saída de cada um será instalado filtro contendo carvão ativado (AVILA, 2014). Cada filtro terá 150 mm de comprimento e diâmetro interno de 20 mm. A figura 15 demonstra o filtro.

Figura 15: Filtro de gases



Fonte: A autora (2018).

## 8.9 MONITORAMENTO

O monitoramento empregado às águas subterrâneas e ao ar deverá ser contínuo através das técnicas definidas nos subitens seguintes.

### 8.9.1 Monitoramento das águas subterrâneas

A fim de assegurar as medidas mitigadoras implantadas no que tange a questão do necrochorume realiza-se o monitoramento do nível da água no aquífero e da qualidade da mesma implantando poços de monitoramento na área. O sistema de poços seguirá o disposto na norma técnica 13.895 de 1997, que conforme mencionado no item 2.4, dispõe a implantação de poços à montante e de, pelo menos 3 poços à jusante do sentido das águas subterrâneas. Serão instalados 4 poços, 1 à montante e 3 à jusante, não alinhados e posicionados transversalmente ao fluxo subterrâneo. Estudos geológicos realizados na área demonstram uma tendência das águas subsuperficiais migrarem na direção leste, para fora da área de estudo. A figura 15 mostra a localização dos poços.

Figura 16: Localização dos poços de monitoramento



Fonte: Adaptado de Google Earth (2018).

Para monitorar o nível da água, utilizar-se-á um piezômetro pneumático móvel, que será introduzido em cada um dos pontos de amostragem implantados na área. Ressalta-se que devido a praticidade do piezômetro ser deslocado para todos os pontos, apenas um aparelho é o suficiente.

Os pontos de amostragem também servirão como pontos de coleta de água. As coletas ocorrerão seguindo a NBR 15.847 da ABNT, “Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento”, e serão analisados os parâmetros físicos pH, turbidez e cor, químicos dureza, oxigênio dissolvido, alcalinidade, nitrato e amônia e microbiológicos coliformes termotolerantes e totais e *Escherichia coli*.

### **8.9.2 Monitoramento da poluição atmosférica**

A fim de assegurar a eficiência do tratamento de gases, conforme o cemitério for utilizado, serão definidos pontos de amostragem em jazigos de diferentes datas de sepultamento para que seja possível avaliar o nível de gases gerados durante as fases distintas de decomposição. Será utilizado um equipamento que permite a análise contínua e simultânea de até 5 gases ( $H_2S$ ,  $CO$ ,  $O_2$ ,  $CH_4$  e gases/vapores combustíveis), o Drager X-am 700.

## **9. ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E SÓCIOAMBIENTAL**

A análise econômica é realizada decorrente do levantamento dos custos e benefícios que influenciam na implantação e operação de um projeto, auxiliando na tomada de decisões a fim de maximizar os benefícios líquidos dos investimentos.

A fim de efetuar a valoração dos benefícios do presente projeto, aborda-se estes diferindo entre benefícios tangíveis e intangíveis, discutidos nos subitens a seguir.

### **9.1 CENÁRIO 1: NECRÓPOLE PLANEJADA (PROJETO COMPLETO)**

#### **9.1.1 Custo de implantação**

O custo total de implantação da necrópole com todas as etapas abordadas no projeto é de R\$ 4.311.874,70. A planilha dos custos detalhada está presente em apêndice.

#### **9.1.2 Custos de operação e manutenção**

Os custos orçados decorrentes da operação e manutenção da necrópole são R\$134.260,40 no primeiro ano, conforme detalhamento na planilha presente em apêndice. Estima-se que a partir do segundo ano, esse valor passe a ser R\$ 129.610,40.

#### **9.1.3 Benefícios tangíveis**

Os benefícios tangíveis são aqueles passíveis de valoração, ou seja, quantificáveis. Considerando que a necrópole terá gerenciamento de resíduos, considera-se um benefício tangível a correta segregação dos mesmos, que diminui os custos de disposição final em comparação a locais sem este cuidado. Ainda, o uso de mantos protetores que será aplicado em todos os sepultamentos do cemitério, evita a contaminação de madeira, sendo possível reaproveitá-la ou encaminhar juntamente com outros Resíduos Classe II, diminuindo custos de tratamento térmico, para onde serão enviados os Resíduos Classe I, que trata-se de destino com valor elevado para o gerador.

A economia com o reuso da água pluvial utilizada no cemitério para irrigação das

floreiras e descargas dos banheiros também é considerada um benefício tangível, pois esses usos de água não potável demandam 33,4 m<sup>3</sup> por mês, o que é equivalente a aproximadamente R\$300,00 de água tratada fornecida pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), concessionária que abastece São Francisco de Paula.

A iluminação da necrópole será através de energia fotovoltaica, o que impactará em economia de aproximadamente R\$750,00 mensais, considerando a demanda de 1500 kWh/mês e as tarifas da concessionária Rio Grande Energia (RGE).

#### **9.1.4 Benefícios intangíveis**

Define-se benefícios intangíveis aqueles que apresentam benefícios sociais e/ou ambientais na execução de um projeto, mas que são de difícil mensuração devido estarem relacionados à qualidade e bem-estar. No presente projeto, pode-se considerar como benefícios intangíveis a correta segregação de resíduos, que além de trazer benefícios tangíveis, diminui a carga em aterros e evita a contaminação do solo e águas subterrâneas que poderia ser ocasionada por uma destinação inadequada.

O plantio de árvores também é incluído como um benefício intangível, pois as árvores auxiliam no sequestro de carbono, atraem pássaros (no caso das frutíferas) e tornam o local esteticamente agradável. Ainda sobre a estética, além do plantio das árvores, todo o cemitério foi projetado tomando-se cuidado com a comunicação estética, a fim de tornar o local mais agradável para os visitantes, a fim de amenizar a dor da perda de um ente querido, então, pode-se incluir como benefício intangível toda a estética da necrópole, incluindo-se as já citadas árvores, as floreiras sobre os jazigos e o local para cultos.

Ainda, a geração de empregos, embora a operação da necrópole disponibilize poucas vagas, pode-se considerar também a implantação, embora os empregos desta seja temporários, e empregos indiretos (manutenção) como benefício social intangível.

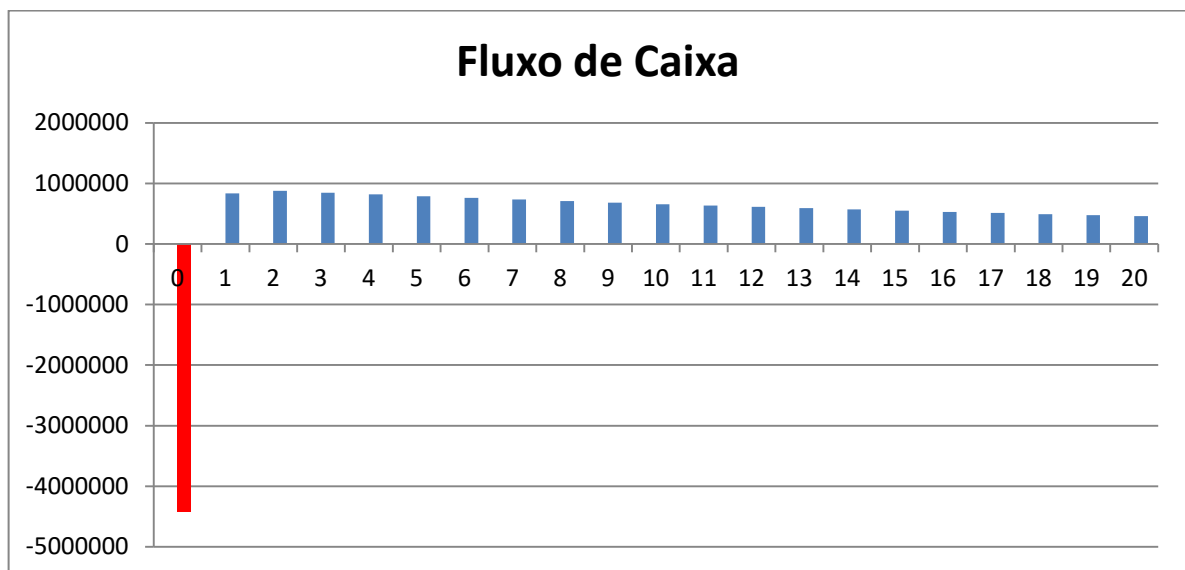
#### **9.1.5 Análise financeira**

Consideraram-se os custos de implantação, operação e manutenção do projeto de necrópole ambientalmente adequada, ajustados pela mediana do valor do Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) acumulado em cada ano, para os últimos 10 anos, obtendo-se o valor de 7,19%. Para o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), foi utilizada a mediana dos

valores acumulados da taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC) para os últimos 10 anos, obtendo-se o valor de 11,15%.

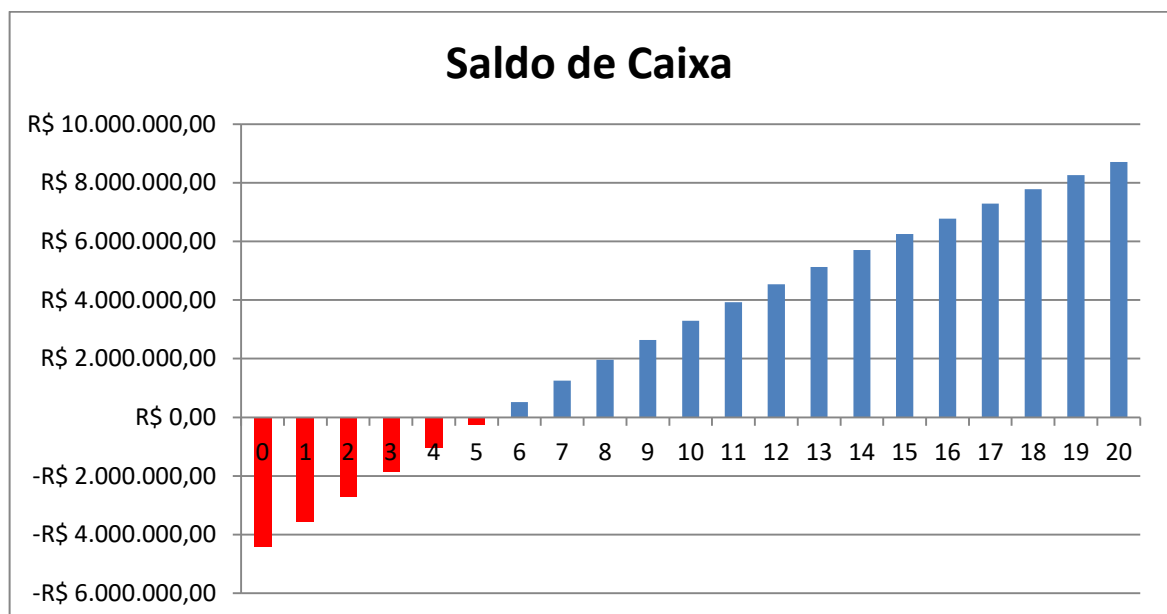
Observa-se o fluxo de caixa do cemitério em um horizonte de 20 anos (tabela 3). Analisando estes dados, verifica-se que o projeto em questão começa a ser viável a partir de 6 anos, e que ao final de 20 anos, o empreendedor contará com saldo de R\$ 8.713.079,02.

Figura 17: Gráfico do fluxo de caixa do Cenário 1



Fonte: A autora (2018)

Figura 18: Gráfico do saldo de caixa do Cenário 1



Fonte: A autora (2018)

Tabela 3: Fluxo de caixa do Cenário 1

## CENÁRIO 1

PERÍODO (ANOS)	A	B	C=B+A	D	E = A x D	F = B x D	G = F - E	H
	CUSTOS (R\$)	RECEITAS (R\$)	FLUXO DE CAIXA	FVP	CUSTOS VPL (R\$)	RECEITAS VPL(R\$)	FLUXO DE CAIXA EM VPL(R\$)	SALDO DE CAIXA EM VPL(R\$)
0	-R\$ 4.413.090,70	-	-R\$ 4.413.090,70	-	-R\$ 4.413.090,70	R\$ 0,00	-R\$ 4.413.090,70	-R\$ 4.413.090,70
1	-R\$ 143.913,72	R\$ 1.071.900,00	R\$ 927.986,28	0,90	-R\$ 129.477,03	R\$ 964.372,47	R\$ 834.895,44	-R\$ 3.578.195,26
2	-R\$ 148.918,41	R\$ 1.235.142,33	R\$ 1.086.223,92	0,81	-R\$ 120.539,52	R\$ 999.765,33	R\$ 879.225,81	-R\$ 2.698.969,45
3	-R\$ 159.625,64	R\$ 1.323.949,06	R\$ 1.164.323,42	0,73	-R\$ 116.244,99	R\$ 964.146,16	R\$ 847.901,17	-R\$ 1.851.068,29
4	-R\$ 171.102,73	R\$ 1.419.141,00	R\$ 1.248.038,27	0,66	-R\$ 112.103,47	R\$ 929.796,01	R\$ 817.692,54	-R\$ 1.033.375,75
5	-R\$ 183.405,01	R\$ 1.521.177,24	R\$ 1.337.772,23	0,59	-R\$ 108.109,50	R\$ 896.669,68	R\$ 788.560,17	-R\$ 244.815,57
6	-R\$ 196.591,84	R\$ 1.630.549,88	R\$ 1.433.958,05	0,53	-R\$ 104.257,83	R\$ 864.723,55	R\$ 760.465,72	R\$ 515.650,15
7	-R\$ 210.726,79	R\$ 1.747.786,42	R\$ 1.537.059,63	0,48	-R\$ 100.543,38	R\$ 833.915,59	R\$ 733.372,21	R\$ 1.249.022,36
8	-R\$ 225.878,04	R\$ 1.873.452,26	R\$ 1.647.574,22	0,43	-R\$ 96.961,27	R\$ 804.205,23	R\$ 707.243,97	R\$ 1.956.266,32
9	-R\$ 242.118,68	R\$ 2.008.153,48	R\$ 1.766.034,81	0,39	-R\$ 93.506,78	R\$ 775.553,39	R\$ 682.046,61	R\$ 2.638.312,94
10	-R\$ 259.527,01	R\$ 2.152.539,72	R\$ 1.893.012,71	0,35	-R\$ 90.175,36	R\$ 747.922,34	R\$ 657.746,97	R\$ 3.296.059,91
11	-R\$ 278.187,00	R\$ 2.307.307,32	R\$ 2.029.120,32	0,31	-R\$ 86.962,64	R\$ 721.275,71	R\$ 634.313,07	R\$ 3.930.372,98
12	-R\$ 298.188,65	R\$ 2.473.202,72	R\$ 2.175.014,07	0,28	-R\$ 83.864,37	R\$ 695.578,44	R\$ 611.714,07	R\$ 4.542.087,05
13	-R\$ 319.628,41	R\$ 2.651.025,99	R\$ 2.331.397,59	0,25	-R\$ 80.876,49	R\$ 670.796,70	R\$ 589.920,20	R\$ 5.132.007,26
14	-R\$ 342.609,69	R\$ 2.841.634,76	R\$ 2.499.025,07	0,23	-R\$ 77.995,06	R\$ 646.897,87	R\$ 568.902,80	R\$ 5.700.910,06
15	-R\$ 367.243,33	R\$ 3.045.948,30	R\$ 2.678.704,97	0,20	-R\$ 75.216,29	R\$ 623.850,49	R\$ 548.634,20	R\$ 6.249.544,26
16	-R\$ 393.648,12	R\$ 3.264.951,99	R\$ 2.871.303,86	0,18	-R\$ 72.536,52	R\$ 601.624,24	R\$ 529.087,72	R\$ 6.778.631,98
17	-R\$ 421.951,42	R\$ 3.499.702,03	R\$ 3.077.750,61	0,17	-R\$ 69.952,22	R\$ 580.189,85	R\$ 510.237,63	R\$ 7.288.869,62
18	-R\$ 452.289,73	R\$ 3.751.330,61	R\$ 3.299.040,88	0,15	-R\$ 67.460,00	R\$ 559.519,12	R\$ 492.059,13	R\$ 7.780.928,74
19	-R\$ 484.809,36	R\$ 4.021.051,28	R\$ 3.536.241,92	0,13	-R\$ 65.056,56	R\$ 539.584,84	R\$ 474.528,27	R\$ 8.255.457,02
20	-R\$ 519.667,16	R\$ 4.310.164,87	R\$ 3.790.497,71	0,12	-R\$ 62.738,76	R\$ 520.360,76	R\$ 457.622,00	R\$ 8.713.079,02
<b>Total:</b>					<b>-R\$ 6.227.668,75</b>	<b>R\$ 14.940.747,77</b>	<b>R\$ 8.713.079,02</b>	

Fonte: A autora (2018)



## 9.2 CENÁRIO 2: NECRÓPOLE COM ITENS BÁSICOS PARA OBTENÇÃO DO LICENCIAMENTO

### 9.2.1 Custo de implantação

O custo total de implantação da necrópole excluindo os itens “captação de água pluvial”, “sistema de energia fotovoltaica”, “projeto de arborização”, “floreiras integradas aos túmulos”, “compostagem de resíduos orgânicos” e “filtro de gases” é de R\$ 4.006.381,44. A planilha dos custos detalhada está presente em apêndice.

### 9.2.2 Custos de operação e manutenção

Os custos orçados decorrentes da operação e manutenção da necrópole são R\$141.860,40 no primeiro ano, conforme detalhamento na planilha presente em apêndice. Estima-se que a partir do segundo ano, esse valor passe a ser R\$ 137.210,40. Observa-se que neste cenário os custos de operação são maiores por considerarem-se os gastos com água e energia elétrica, pois na implantação foram excluídas as medidas sustentáveis para esses dois casos (captação de água pluvial e sistema de energia fotovoltaica).

### 9.2.3 Benefícios tangíveis

Os benefícios tangíveis para este cenário que podem ser considerados os mesmos do cenário 1 são a segregação de resíduos e o uso de mantos protetores, que diminuem custos com disposição final/tratamento de resíduos.

### 9.2.4 Benefícios intangíveis

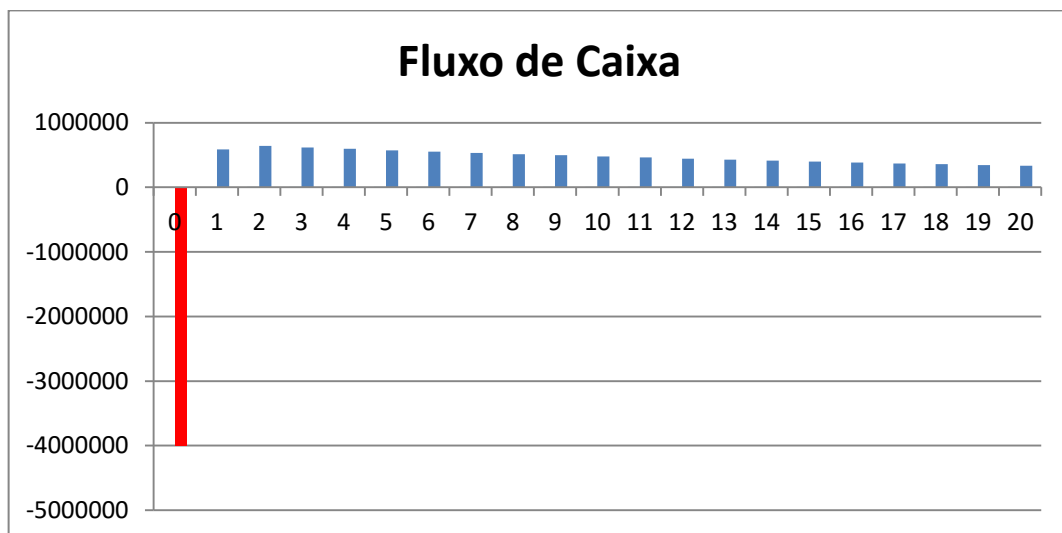
Pode-se considerar como benefícios intangíveis no cenário 2, assim como no cenário 1, a correta segregação de resíduos, que evita contaminação do solo e águas subterrâneas e diminui a carga em aterros e a geração de empregos.

### 9.2.5 Análise financeira

Os custos de implantação, operação e manutenção do projeto foram ajustados pela mediana do valor IGP-M e a taxa SELIC foi utilizada para o cálculo do VPL, assim como realizado no cenário 1.

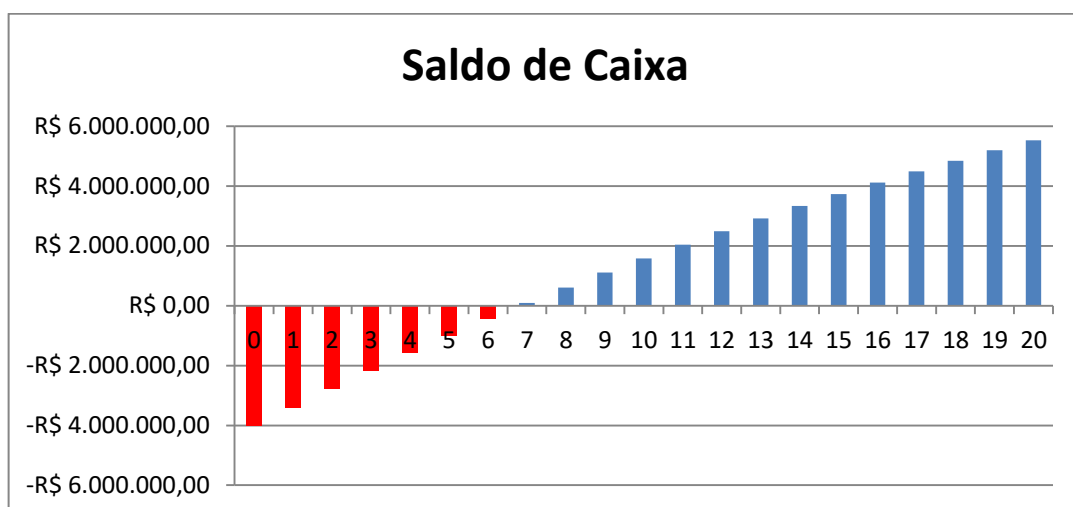
Ressalta-se que neste cenário, o custo de venda dos jazigos é desvalorizado devido redução de medidas na implantação, que causaram interferência na estética do local. Observa-se o fluxo de caixa do cemitério em um horizonte de 20 anos (tabela 4), concluindo que o projeto começa a ser viável a partir do 7º ano. Ao final de 20 anos, o saldo será de R\$5.522.236,37.

Figura 19: Gráfico do fluxo de caixa do Cenário 2



Fonte: A autora (2018)

Figura 20: Gráfico do saldo de caixa do Cenário 2



Fonte: A autora (2018).

Tabela 4: Fluxo de caixa do Cenário 2

PERÍODO (ANOS)	CENÁRIO 2							
	A	B	C=B+A	D	E = A x D	F = B x D	G = F - E	H
	CUSTOS (R\$)	RECEITAS (R\$)	FLUXO DE CAIXA	FVP	CUSTOS VPL (R\$)	RECEITAS VPL(R\$)	FLUXO DE CAIXA EM VPL(R\$)	SALDO DE CAIXA EM VPL(R\$)
0	-R\$ 4.006.381,44	-	-R\$ 4.006.381,44	-	-R\$ 4.006.381,44	R\$ 0,00	-R\$ 4.006.381,44	-R\$ 4.006.381,44
1	-R\$ 152.060,16	R\$ 803.925,00	R\$ 651.864,84	0,90	-R\$ 136.806,26	R\$ 723.279,35	R\$ 586.473,09	-R\$ 3.419.908,35
2	-R\$ 157.650,58	R\$ 947.899,93	R\$ 790.249,35	0,81	-R\$ 127.607,63	R\$ 767.261,76	R\$ 639.654,14	-R\$ 2.780.254,22
3	-R\$ 168.985,66	R\$ 1.016.053,93	R\$ 847.068,28	0,73	-R\$ 123.061,28	R\$ 739.926,12	R\$ 616.864,84	-R\$ 2.163.389,38
4	-R\$ 181.135,73	R\$ 1.089.108,21	R\$ 907.972,49	0,66	-R\$ 118.676,91	R\$ 713.564,38	R\$ 594.887,47	-R\$ 1.568.501,91
5	-R\$ 194.159,38	R\$ 1.167.415,09	R\$ 973.255,71	0,59	-R\$ 114.448,75	R\$ 688.141,85	R\$ 573.693,10	-R\$ 994.808,81
6	-R\$ 208.119,44	R\$ 1.251.352,24	R\$ 1.043.232,79	0,53	-R\$ 110.371,22	R\$ 663.625,05	R\$ 553.253,83	-R\$ 441.554,98
7	-R\$ 223.083,23	R\$ 1.341.324,46	R\$ 1.118.241,23	0,48	-R\$ 106.438,97	R\$ 639.981,73	R\$ 533.542,76	R\$ 91.987,78
8	-R\$ 239.122,92	R\$ 1.437.765,69	R\$ 1.198.642,78	0,43	-R\$ 102.646,81	R\$ 617.180,76	R\$ 514.533,95	R\$ 606.521,73
9	-R\$ 256.315,85	R\$ 1.541.141,04	R\$ 1.284.825,19	0,39	-R\$ 98.989,76	R\$ 595.192,13	R\$ 496.202,38	R\$ 1.102.724,10
10	-R\$ 274.744,96	R\$ 1.651.949,09	R\$ 1.377.204,12	0,35	-R\$ 95.463,00	R\$ 573.986,91	R\$ 478.523,91	R\$ 1.581.248,01
11	-R\$ 294.499,13	R\$ 1.770.724,22	R\$ 1.476.225,10	0,31	-R\$ 92.061,89	R\$ 553.537,17	R\$ 461.475,29	R\$ 2.042.723,30
12	-R\$ 315.673,61	R\$ 1.898.039,30	R\$ 1.582.365,68	0,28	-R\$ 88.781,95	R\$ 533.816,01	R\$ 445.034,06	R\$ 2.487.757,36
13	-R\$ 338.370,55	R\$ 2.034.508,32	R\$ 1.696.137,78	0,25	-R\$ 85.618,87	R\$ 514.797,46	R\$ 429.178,60	R\$ 2.916.935,96
14	-R\$ 362.699,39	R\$ 2.180.789,47	R\$ 1.818.090,08	0,23	-R\$ 82.568,48	R\$ 496.456,50	R\$ 413.888,02	R\$ 3.330.823,98
15	-R\$ 388.777,47	R\$ 2.337.588,23	R\$ 1.948.810,76	0,20	-R\$ 79.626,77	R\$ 478.768,98	R\$ 399.142,21	R\$ 3.729.966,20
16	-R\$ 416.730,57	R\$ 2.505.660,83	R\$ 2.088.930,25	0,18	-R\$ 76.789,86	R\$ 461.711,63	R\$ 384.921,76	R\$ 4.114.887,96
17	-R\$ 446.693,50	R\$ 2.685.817,84	R\$ 2.239.124,34	0,17	-R\$ 74.054,03	R\$ 445.261,98	R\$ 371.207,95	R\$ 4.486.095,91
18	-R\$ 478.810,77	R\$ 2.878.928,14	R\$ 2.400.117,38	0,15	-R\$ 71.415,67	R\$ 429.398,40	R\$ 357.982,73	R\$ 4.844.078,64
19	-R\$ 513.237,26	R\$ 3.085.923,08	R\$ 2.572.685,82	0,13	-R\$ 68.871,30	R\$ 414.099,99	R\$ 345.228,69	R\$ 5.189.307,33
20	-R\$ 550.139,02	R\$ 3.307.800,95	R\$ 2.757.661,93	0,12	-R\$ 66.417,59	R\$ 399.346,63	R\$ 332.929,04	R\$ 5.522.236,37
<b>Total:</b>					<b>-R\$ 5.927.098,44</b>	<b>R\$ 11.449.334,82</b>	<b>R\$ 5.522.236,37</b>	

Fonte: A autora (2018).

### 9.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ANÁLISE DE VIABILIDADE

A fim de comparar os dois cenários do ponto de vista econômico, calcula-se a TIR (taxa interna de retorno), uma taxa de desconto hipotética que é aplicada a um fluxo de caixa, fazendo com que os custos sejam iguais aos valores das receitas (no valor presente) (BNDES, 2017).

No cenário 1, o valor calculado da TIR é de R\$29,28%, e a relação custo x benefício 0,42, pois o projeto torna-se viável conforme ocorrem as vendas dos jazigos, tornando-se viável a partir do 6º ano. No cenário 2, a TIR ficou em 24,35%, com relação de custos e benefícios de 0,52, tornando-se viável a partir do 7º ano. Não houve grandes discrepâncias entre a viabilidade econômica dos dois cenários pois no cenário 1, os custos de implantação são um pouco maiores por considerar-se o projeto completo, já no cenário 2, é necessário prever custos de água para fins não necessariamente potáveis e energia elétrica, além da venda dos jazigos ocorrer por valor menor quando em comparação com o cenário 1, devido a desvalorização estética do empreendimento. Os dois cenários são viáveis economicamente, porém, o cenário 1 apresenta retorno financeiro maior.

Do ponto de vista social e ambiental, todos os benefícios tangíveis e intangíveis que o cenário 2 apresenta podem ser encontrados também no cenário 1, que detém benefícios além dos equiparados ao cenário 2. Portanto, o cenário 1 é considerado melhor também sócio ambientalmente.

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho de conclusão de curso teve por objetivo apresentar medidas mitigadoras para os impactos causados pela operação de cemitérios através de um projeto de necrópole planejada sob a ótica ambiental. Foi realizado o projeto dos jazigos esteticamente agradáveis com floreiras integradas, ossuário, área administrativa, banheiros e local para cultos, definiu-se a tecnologia para mitigar o processo de lixiviação do necrochorume, projetou-se a captação pluvial, viabilizando a utilização de água da chuva para irrigação, higienização e descargas de sanitários, foi projetada captação de energia fotovoltaica a fim de utilizá-la na iluminação da necrópole, definiu-se a mitigação de geração de gases, projeto de arborização e definidos controles para monitoramento da qualidade do ar e águas subterrâneas.

Foram efetuados dois cenários para a análise de viabilidade, onde se comprovou que o projeto é viável ambiental, social e economicamente. Foi evidenciado que o cenário contendo o projeto completo, com todas as medidas mitigadoras e estruturas previstas originalmente é mais interessante de ser aplicado, por apresentar maior viabilidade financeira e ser preferível ambientalmente.

Considera-se que os objetivos iniciais foram atingidos, sem embargo das dificuldades obtidas, como encontrarem-se dados acerca do município de São Francisco de Paula. Em uma revisita ao presente projeto, poder-se-ia considerar a possibilidade de projeção do filtro de gases de maneira distinta ao apresentado, utilizando um sistema de tubulação de gases que os transportariam a uma central de tratamento coletivo. Também, haveria possibilidade de considerar a projeção de alguns jazigos coletivos, pensando em famílias inteiras que se interessam por adquirir jazigos familiares.

## REFERÊNCIAS

ACQUA SAVE. Aproveitamento inteligente de água da chuva. Disponível em <http://acquasave.com.br/>. Acesso em 12 mai. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa n.º 687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa n.º 482 de 17 de abril de 2012 e o Módulo 3 dos procedimentos de distribuição. Brasília, 2015.

ALMEIDA, M. G. Morte, Cultura, Memória – Múltiplas interseções: Uma interpretação acerca dos cemitérios oitocentistas situados nas cidades do Porto e Belo Horizonte. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, 2008.

ANCIENT ORIGINS. Secret Stonehenge: Mounds, Artifacts, and Intrigue. Disponível em <<http://www.ancient-origins.net/ancient-places-europe/secret-stonehenge-mounds-artifacts-and-intrigue-008552>>. Acesso em 19 mar. 2018

ANJOS, R. M. Cemitérios: Uma ameaça à saúde humana?. Disponível em <[http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos detalhe&id=2635#.WrPBAIjwbIX](http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos%20detalhe&id=2635#.WrPBAIjwbIX)> . Acesso em 20 mar. 2018

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.847. Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento – Métodos de purga. Rio de Janeiro: 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004. Classificação de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.895. Construção de poços de monitoramento e amostragem. Rio de Janeiro: 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.808. Resíduos de Serviço de Saúde. Rio de Janeiro: 1992.

AVILA, E.R. Estudo de caso das condições ambientais dos cemitérios Bom Jesus e São Cristóvão em União da Vitória – PR: Proposta de melhorias. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

BACKES, A. Precipitação pluviométrica e concentração de nutrientes minerais na água de chuva na região da Floresta nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Pesquisas Botânica, São Leopoldo, 2007.

BBC. Stonehenge serviu de cemitério durante 500 anos, diz estudo. Disponível em <[http://www.bbc.com/portuguese/reporterbbc/story/2008/05/080530\\_stonehengecemiterio\\_fp.shtml](http://www.bbc.com/portuguese/reporterbbc/story/2008/05/080530_stonehengecemiterio_fp.shtml)>. Acesso em 19 mar. 2018

BELO, C. G. Cremação exige vários pré-requisitos. Disponível em <http://www.tribunapr.com.br/noticias/parana/cremacao-exige-varios-pre-requisitos/>. 30/07/2012. Acesso em 06 abr. 2018.

BIBOCA AMBIENTAL. Cemitérios como fonte de contaminação ambiental. Disponível em <https://bibocaambiental.blogspot.com.br/2014/07/cemiterios-como-fonte-de-contaminacao.html>. Acesso em 26 abr. 2018

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial União, Brasília, p 03, 03 ago: 2003

BRASIL. Resolução ANVISA – RDC 222, de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, p 230 , 29 mar: 2018

BRASIL. Resolução CONAMA nº 335, de 03 de abril de 2003. **Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios.** Diário Oficial União, Brasília, p 98, 28 mai: 2003

BRASIL. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. **Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.** Diário Oficial União, Brasília, p 63, 04 mai: 2005

BRASIL. Resolução CONAMA nº 368, de 28 de março de 2006. **Altera dispositivos da Resolução no 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios.** Diário Oficial União, Brasília, p 149, 29 mar: 2006

BRASIL. Resolução CONAMA nº 402, de 17 de novembro de 2008. Altera os artigos 11 e 12 da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003. Diário Oficial União, Brasília, p 66, 18 nov: 2008

BRITO, M. C.; SILVA, J. A. Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em electricidade. O instalador. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal, 2006

BOSCOV, Maria Eugenia Gimenez. Geotecnia Ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 247 p.

BÜTTENBENDER, S. E. Avaliação da compostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos provenientes da coleta seletiva realizada no município de Angelina/SC. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis, 2004.

CABANAS, A.; LEITE, L.Z. Árvores freatófitas: Equilíbrio ambiental em necrópoles. XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. Paraíba, 2010.

CAMPOS, A.P. Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

CASA ABRIL. Conheça a urna biodegradável que transforma cinzas em árvore. Disponível em <https://casa.abril.com.br/bem-estar/conheca-a-urna-biodegradavel-que-transforma-cinzas-em-arvore/>. Acesso em 18 mai. 2018.

CASTRO, R. M. G. Introdução à energia fotovoltaica. Energias Renováveis e Produção Descentralizada. Universidade técnica de Lisboa. Edição 0. 2002.

CASTRO, V. M. Marcadores de identidades coletivas no contexto funerário pré-histórico no Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Recife, 2009.

CARVALHO, L. Pirâmides egípcias. Disponível em <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/historiageral/piramides-egipcias.htm>>. Acesso em 19 mar. 2018

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE S. BRITO – CRESESB. Radiação Solar. Disponível em [http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com\\_content&lang=pt&cid=301](http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=301). Acesso em 18 mai. 2018

COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Simulador de Consumo. Disponível em <http://www.cee.com.br/pportal/cee/Component/Controller.aspx?CC=1221>. Acesso em 19 mai. 2018

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **L1.040**. Implantação de cemitérios. São Paulo: 1999.



COSTA, B. S; CUSTÓDIO, M. M. A cultura da morte no Brasil: os impactos ambientais causados pelos cemitérios ao meio ambiente e aos seres humanos. *Direito Ambiental IV*. pg 224-248. 2018.

CRUZ, NST; LEZANA, AGR; SANTOS, PCF, et. al. Cemitérios, crematórios e novas tecnologias fúnebres: impactos ambientais e preferências post-mortem na cidade de Maceió-AL. *Revista Eletrônica Gestão & Saúde*. Vol. 6. 2015 p.1058-72

CULTURA MIX. Eritrina – candelabro - erythrina-speciosa. Disponível em:

<<http://meioambiente.culturamix.com/ecologia/flora/eritrina-candelabro-erythrina-speciosa>>. Acesso em 01 jun. 2018.

DECRESCIMENTO FELIZ. Ecologia na morte – Cápsula Mundi, Manta absorvente – Enterro verde e sustentabilidade. 2015. Disponível em: <http://decrescimentofeliz.blogspot.com.br/2015/09/ecologia-na-morte-capsula-mundi-manta.html>. Acesso em 28 abr. 2018

DFW EUROPE. Equipamento crematório e produtos cremação. Disponível em <https://dfweurope.com/pt-pt/> . Acesso em 26 abr. 2018

DRAGER DO BRASIL. Disponível em <https://www.draeger.com>. Acesso em 10 jun. 2018

ECYCLE. Árvore pós morte. Disponível em

<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/42/1255-arvore-pos-morte.html>. Acesso em 28 abr. 2018

ECYCLE. Capsula Mundi promete transformar cemitérios em “florestas sagradas”. 2015. Disponível em <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/41-pegue-leve/3739-capsula-mundi-promete-transformar-cemiterios-em-florestas.html>. Acesso em 28 abr. 2018

ÉPOCA NEGÓCIOS. Empresa permite “retornar à vida” como uma árvore. 2017. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Curiosidades/noticia/2017/08/empresa-permite-retornar-vida-como-uma-arvore.html>. Acesso em 28 abr. 2018.

FAVARETTO, B. Enquadramento histórico dos cemitérios. Disponível em

<<https://brunafavaretto.jusbrasil.com.br/artigos/426293340/enquadramento-historico-dos-cemiterios>>. Acesso em 19 mar. 2018

FAZIO, M., MOFFETT, M., e WODEHOUSE, L. A História da Arquitetura Mundial. AMGH Editora. Porto Alegre - RS, 2011.

FIGINI, A. P. L. Laudo geológico complementar: Aterro de Resíduos Industriais Sólidos. São Francisco de Paula, 2008.

FRONIUS. Disponível em <https://www.fronius.com/pt-br/brasil>. Acesso em 02 jun. 2018

GAZETAGAZETA. Disponível em

<<http://www.gazetazeta.com/wp-content/uploads/2016/03/Widok-sali-nisz-i-korytarza-w-katakumbach-Pryscylli.jpg>> Acesso em 19 mar. 2018

G1. Aparelho que liquefaz cadáveres será usado comercialmente nos EUA. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2011/08/aparelho-que-liquefaz-cadaveres-sera-usado-comercialmente-nos-eua.html>>

HINO, T. M. O necrochorume e a gestão ambiental dos cemitérios. MBA Gerenciamento de obras, tecnologia e qualidade da construção. IPOG. Santa Catarina, 2015. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n10-2015/o-necrochorume-e-a-gestao-ambiental-dos-cemiterios/>>. Acesso em 14/04/2018

INVOL AMBIENTAL. Apresentação Invólucro Protetor Invol. Curitiba, 2018.

JALOWITZKI, M. O que diz a legislação sobre o tratamento de cadáveres. 2011. Disponível em: <http://compromissoconsciente.blogspot.com.br/2011/02/o-que-diz-legislacao-sobre-o-tratamento.html>. Acesso em 14/04/2018

KEMERICH, P.D.C.; UCKER, F. E.; BORBA, W. F. Cemitérios Como Fonte de Contaminação Ambiental. Revista Scientific American Brasil, 2012.

LÖBACH, B. Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2001.

LOVIZON, S. Projeto de sistema de monitoramento e controle de emissões em um cemitério parque no município de Caxias do Sul. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, 2011.

MAKROCAIXA. Reservatórios para água. Disponível em <http://www.makrocaixa.com.br/>. Acesso em 12 mai. 2018

MARTINS, D. G. S. Uso eficiente da água nos Edifícios, Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente, 2009.

MARCOMINI, L. P. Avaliação de impacto ambiental do cemitério Jardim dos Lírios do município de Bauru - SP. 2012. 174 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, 2012.

MARINOSKI, A. K., GHISI, E. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis-SC. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67-84, 2008.

MATOS, B. A. Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo. Tese de doutoramento. Universidade de São Paulo, 2001

MORAES, L. S. de; GOIABEIRA, V. C. P. M. Aspectos ambientais dos métodos funerários. *Revista Ciências do Ambiente On-Line*, Campinas, v. 10, n.1, p. 74-80, jun., 2014.

NIMER, E. 1990. Clima. *Geografia do Brasil: Região Sul*. Rio de Janeiro. 2, p. 151 – 187.

PACHECO, A. Meio ambiente e cemitérios. Editora Senac São Paulo. São Paulo – SP, 2012.

PACHECO, A. Os cemitérios e o ambiente. 2006. Disponível em <http://noticias.ambientebrasil.com.br/artigos/2006/03/21/23638-os-cemiterios-e-o-ambiente.html>. Acesso em 12 mar. 2018.

PACHECO, A. Águas subterrâneas como fonte de abastecimento no município de São Paulo. *Revista Águas Subterrâneas*, São Paulo, 1986.

PALMA, S. R.; SILVEIRA, D.D. A saudade ecologicamente correta: A educação ambiental e os problemas ambientais em cemitérios. *Monografias Ambientais. REMOA (Revista Eletrônica do PPGEAmb-CCR/UFSM)*, Santa Maria, 2011.

PATRIMÔNIO DE GIZÉ. Sobre o patrimônio: As pirâmides de gizé. Disponível em < <https://patrimoniodegize.files.wordpress.com/2015/06/zonsondergang-bij-de-piramides.jpg>>. Acesso em 19 mar. 2018

PORTAL SOLAR. Disponível em <https://www.portalsolar.com.br>. Acesso em 02 jun. 2018.

RIO GRANDE DO SUL. Lei n 10.099, de 7 de fevereiro de 1994. Dispõe sobre os resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde e dá outras providências.

RIO GRANDE DO SUL. Lei n 9.921, de 27 de julho de 1993. Dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos, nos termos do Artigo 247, parágrafo 3º da Constituição do Estado e dá outras providências.

RIO GRANDE DO SUL. Lei n 009, de 2000. Dispõe de norma para o licenciamento ambiental de sistemas de incineração de resíduos provenientes de serviços de saúde, classificados como infectantes (Grupo A) e dá outras providências

SANTANA, A.L. Catacumbas. Disponível em <<https://www.infoescola.com/religiao/catacumbas/>>. Acesso em 19 mar.2018

SÃO FRANCISCO DE PAULA. Lei Municipal n.º 2757 de 2011. Consolida a legislação, regulamenta as atividades, uso e prestação dos serviços cemiteriais e funerários no âmbito do Município de São Francisco de Paula.

SÃO FRANCISCO DE PAULA. Decreto n.º 1412 de 2016. Altera os valores de tarifa referentes à execução dos serviços em cemitérios municipais, previstos na Lei n.º 2757.

SILVA, L.M.; TAVARES, M. III Encuentro Latinoamericano de Diseño "Diseño en Palermo" Comunicaciones Académicas. Buenos Aires, Argentina. 2008.

SILVA, R. W. da C., FILHO, W. M. Cemitérios: Fontes potenciais de contaminação. Ciência Hoje, 2009

SÓRIA, M.; RAMIREZ, O. P. Cemitério São Francisco de Paula, Pelotas-RS: uma análise da relação entre sua infra-estrutura e os impactos na saúde da população do entorno. In: XIII Congresso de Iniciação Científica. 2004. Disponível em: <[www.ufpel.edu.br/cic/2004/arquivos/CB\\_01027.rtf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2004/arquivos/CB_01027.rtf)>. Acesso em 28 abr 2018

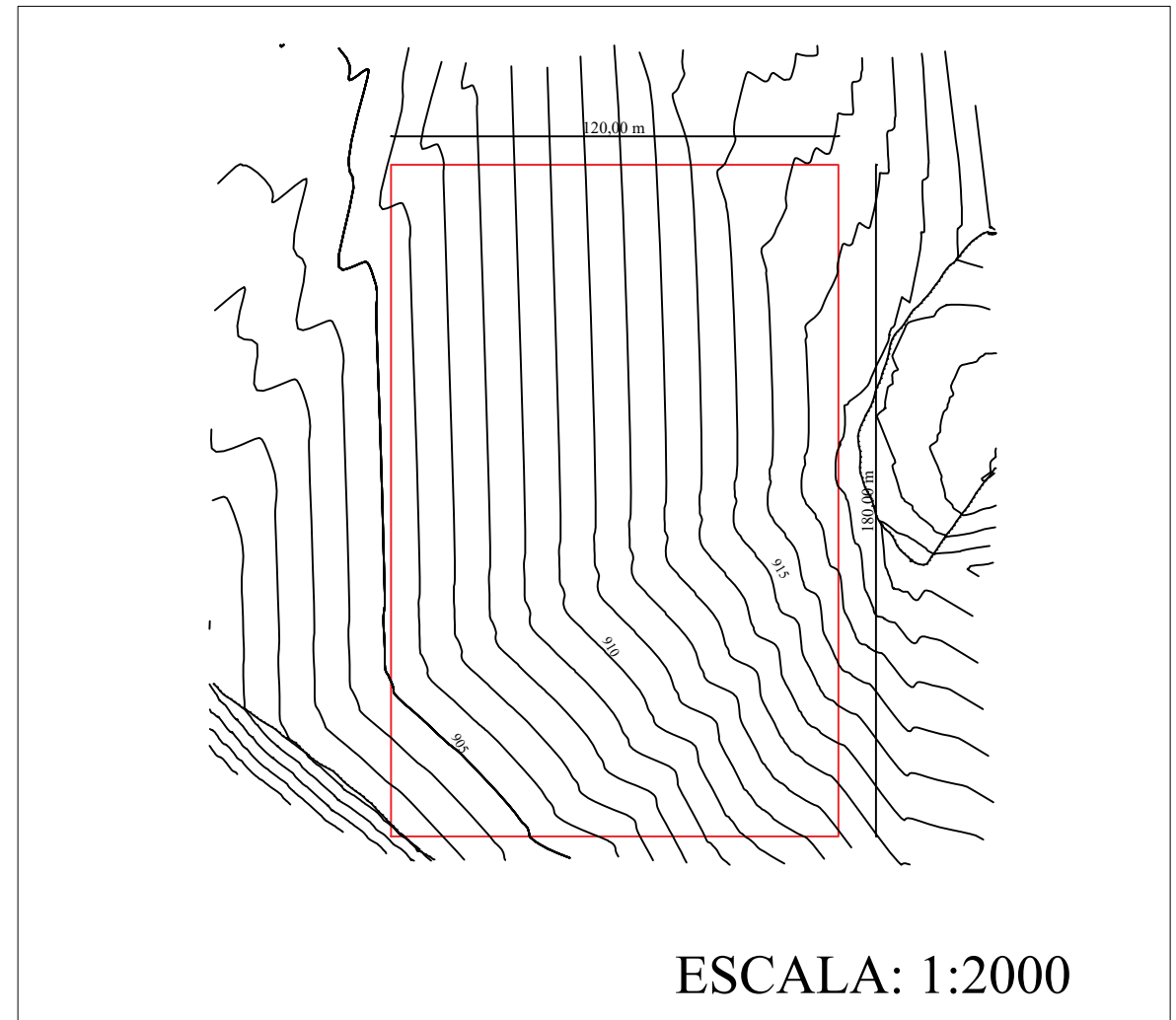
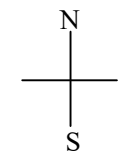
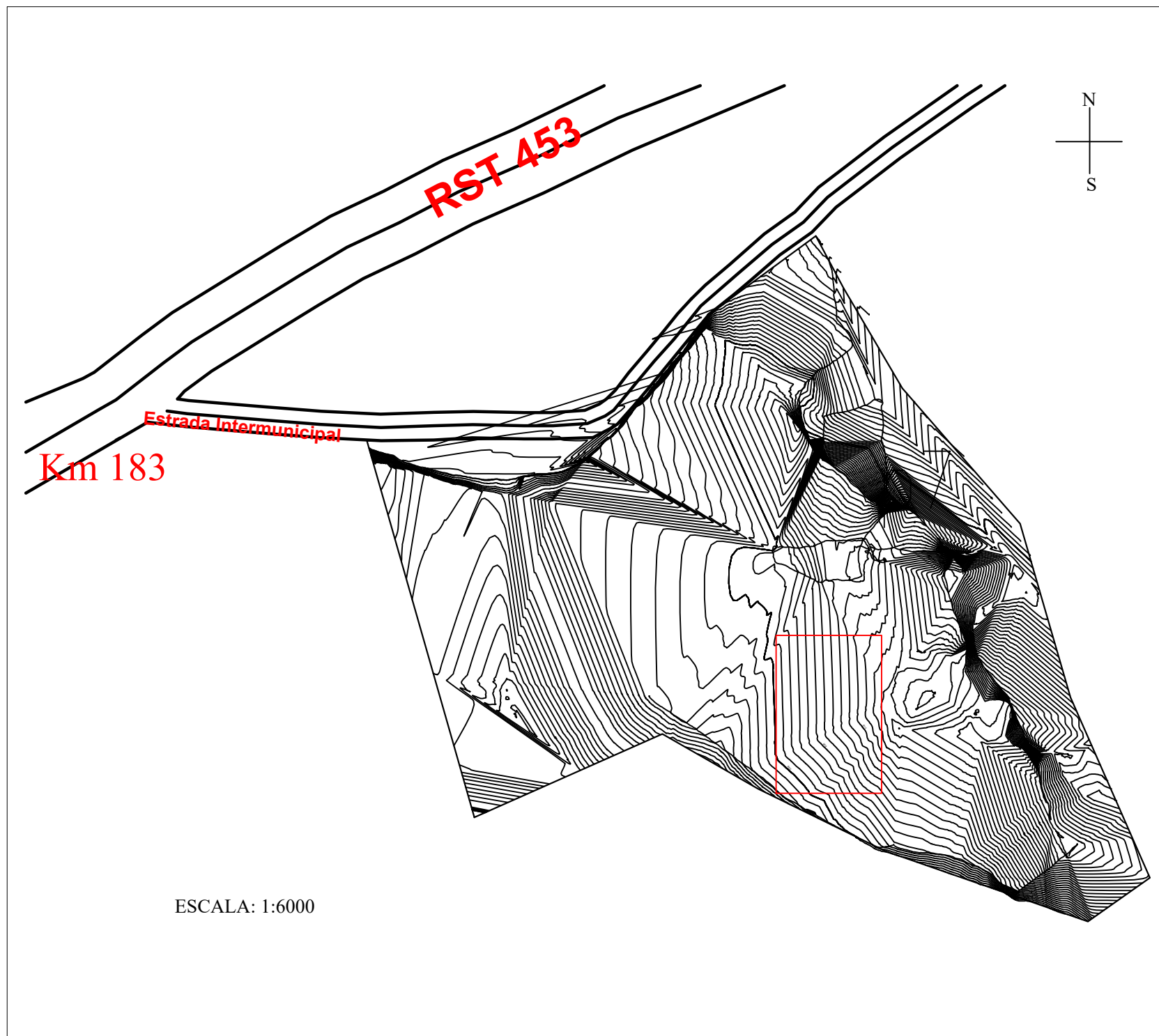
THOMPSON, B. Cemitérios verticais, espaço urbano e meio ambiente: O novo discurso científico universitário de incentivo à verticalização do cemitério e à cremação. Primeiros estudos. São Paulo, 2015.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. São Paulo, 2005

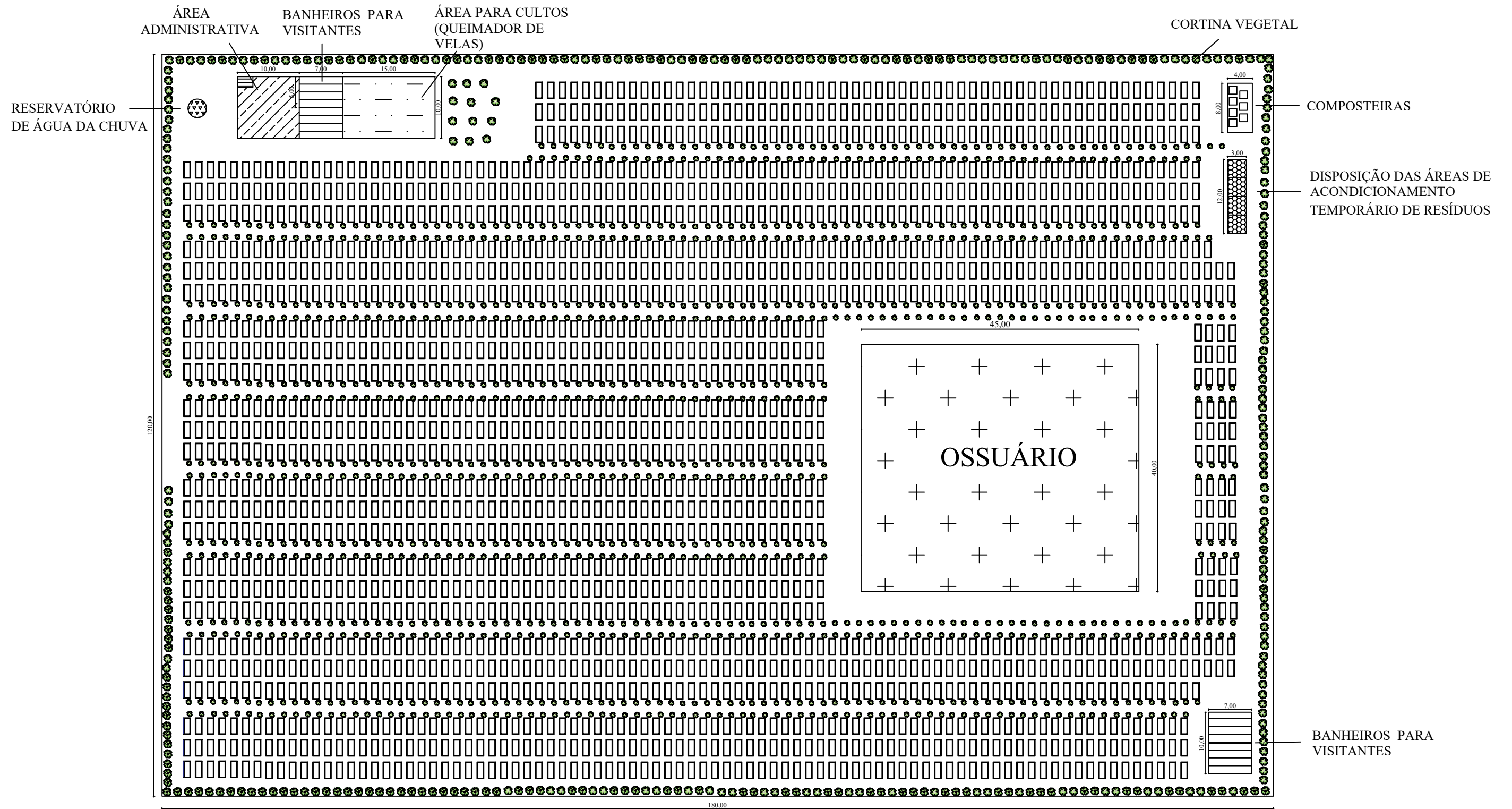
TONET, E.M.; SCHNEIDER, V.E.; LOVIZON, S. Impactos ambientais e resíduos decorrentes de sepultamento In: Resíduos de Serviço de Saúde: um olhar interdisciplinar sobre o fenômeno. EDUCS – Editora da Universidade de Caxias do Sul, 2015, p. 451-473.

VALENTE, B. S. et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. Archivos de Zootecnia, Córdoba, v. 58, n. 1, p. 9-85, abr. 2009.

**APÊNDICES**

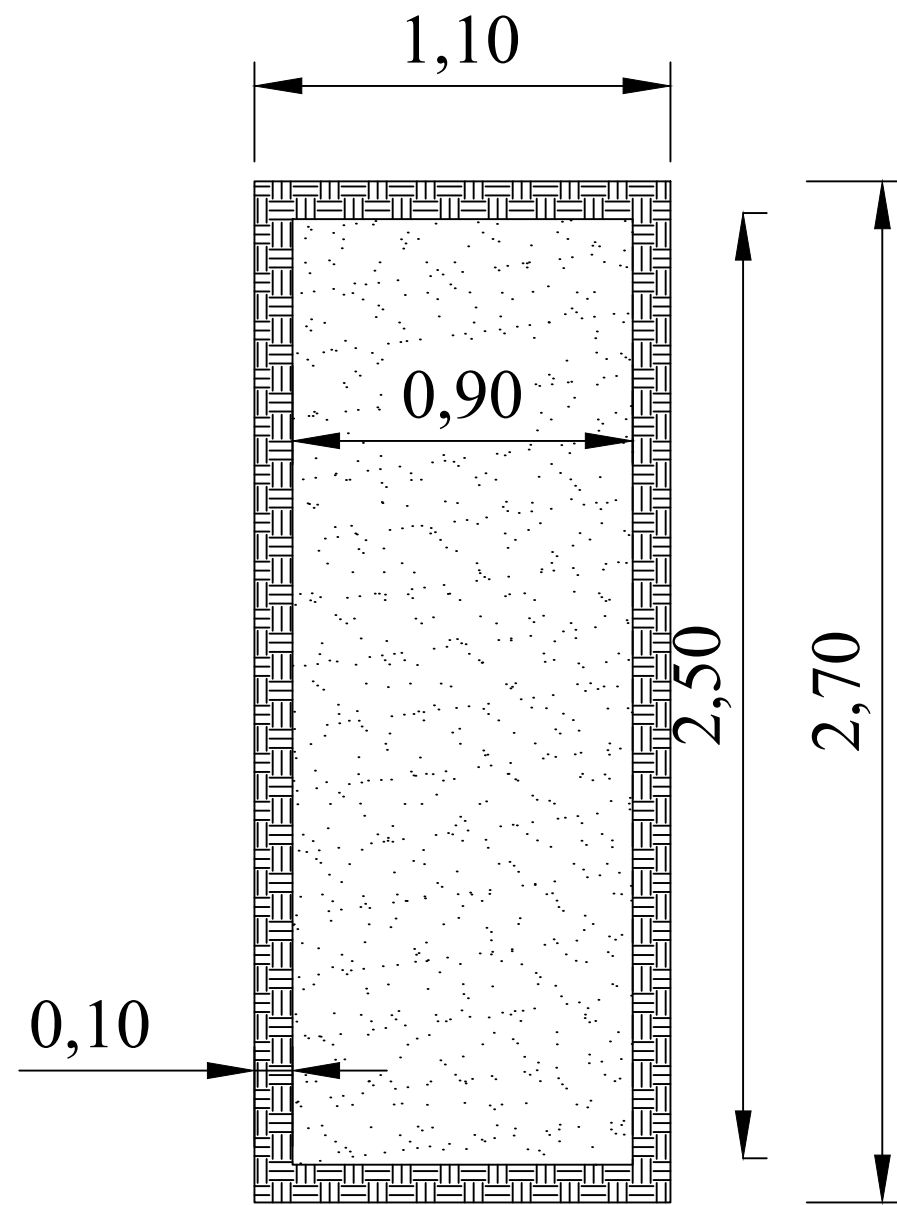


NECRÓPOLE PLANEJADA: PROJETO DE UM CEMITÉRIO AMBIENTALMENTE ADEQUADO	DATA 02/11/2018
SITUAÇÃO E PERFIL TOPOGRÁFICO	ESCALA INDICADA
RESPONSÁVEL: CLAUDIA CORREA BEULK	PRANCHA 01

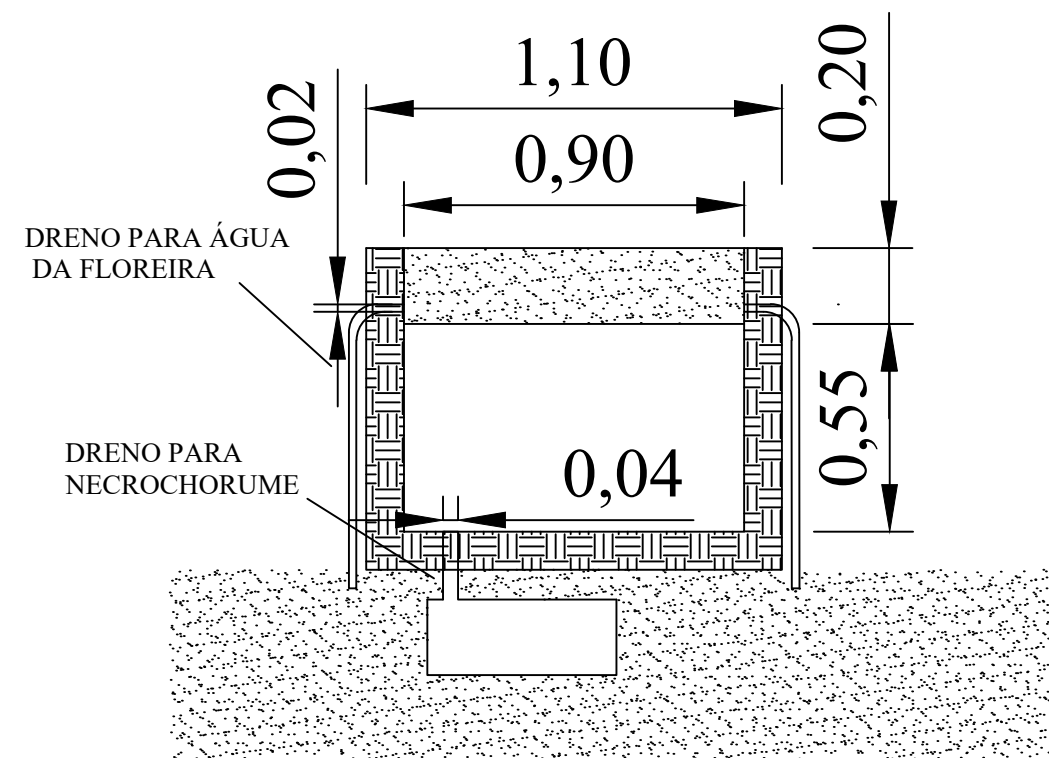


NECRÓPOLE PLANEJADA: PROJETO DE UM CEMITÉRIO AMBIENTALMENTE ADEQUADO	DATA 02/11/2018
CEMITÉRIO – VISTA GERAL	ESCALA 1:650
RESPONSÁVEL: CLAUDIA CORREA BEULK	PRANCHA 02



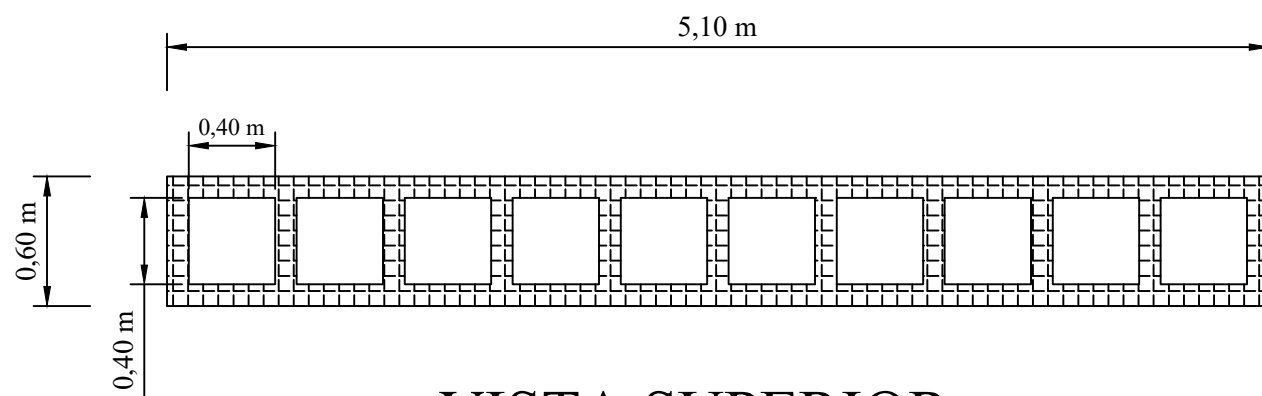


VISTA SUPERIOR

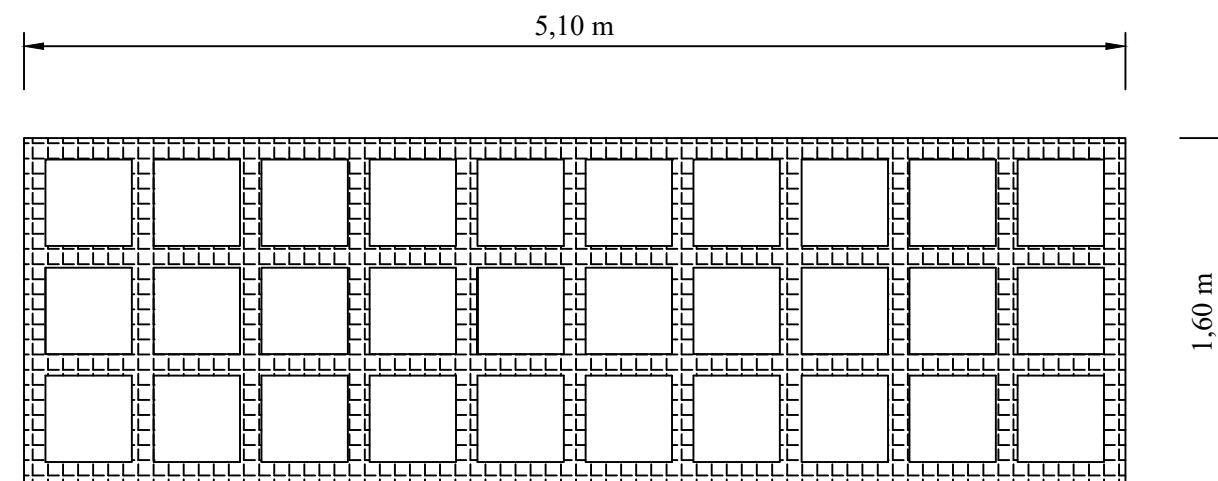


VISTA FRONTAL

NECRÓPOLE PLANEJADA: PROJETO DE UM CEMITÉRIO AMBIENTALMENTE ADEQUADO	DATA 02/11/2018
DETALHAMENTO DOS JAZIGOS	ESCALA 1:20
RESPONSÁVEL: CLAUDIA CORREA BEULK	PRANCHA 03



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

NECRÓPOLE PLANEJADA: PROJETO DE UM  
CEMITÉRIO AMBIENTALMENTE ADEQUADO

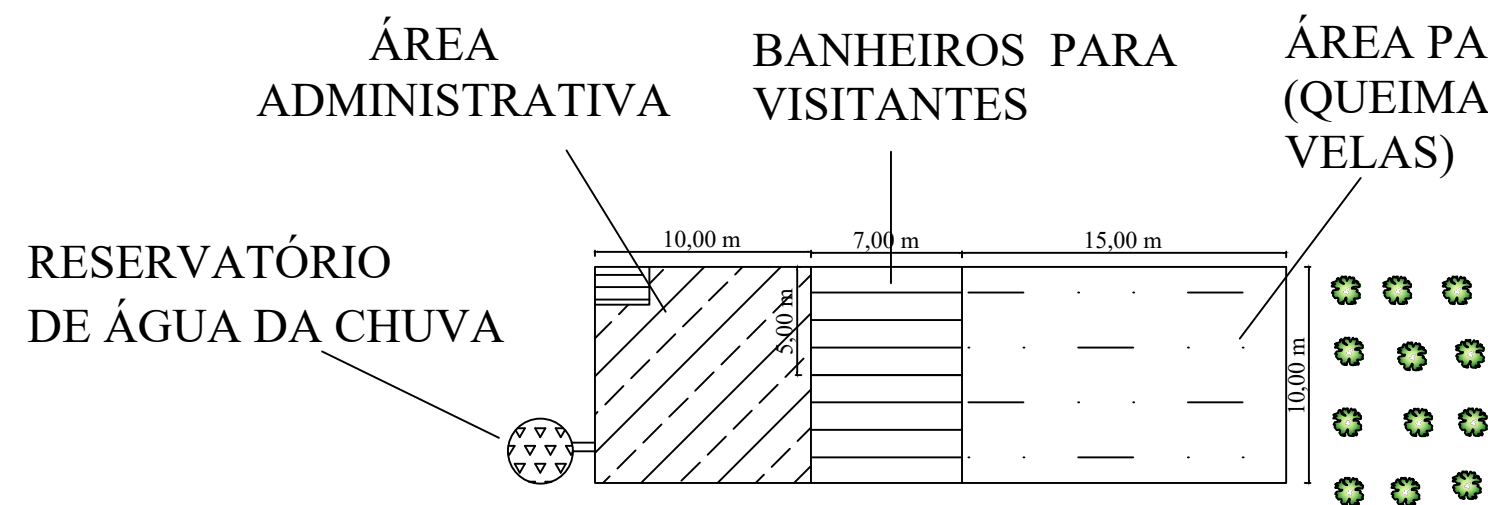
DATA  
02/11/2018

ESTRUTURA DOS LÓCULOS DO OSSUÁRIO

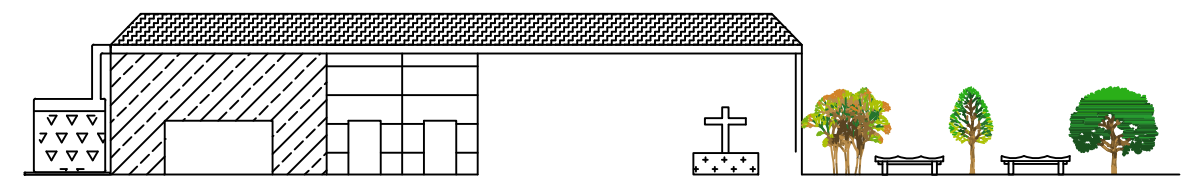
ESCALA  
1:35

RESPONSÁVEL: CLAUDIA CORREA BEULK

PRANCHA  
04



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

NECRÓPOLE PLANEJADA: PROJETO DE UM CEMITÉRIO AMBIENTALMENTE ADEQUADO	DATA 02/11/2018
ÁREAS DE CAPTAÇÃO PLUVIAL	ESCALA 1:350
RESPONSÁVEL: CLAUDIA CORREA BEULK	PRANCHA 05

## **APÊNDICE A: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

As especificações técnicas são um conjunto de exigências a serem atendidas a fim de executar o projeto. Os itens que seguem englobam materiais, insumos, maquinário, equipamento e mão de obra que serão utilizados durante a implantação da necrópole ambientalmente adequada.

### **1. SERVIÇOS TÉCNICOS PRELIMINARES**

#### **1.1 RESPONSABILIDADE TÉCNICA**

O projeto deverá ser executado por Engenheiro legalmente habilitado.

##### **1.1.1 Anotação de Responsabilidade Técnica - ART**

A Anotação de Responsabilidade Técnica deverá ser emitida em nome do Engenheiro responsável pelos serviços que ocorrerem no decorrer na implantação do projeto.

#### **1.2 LICENCIAMENTO AMBIENTAL**

De acordo com a Resolução CONAMA n.º 335, o licenciamento ambiental em cemitérios deverá ocorrer através de obtenção de Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação.

##### **1.2.1 Licença Prévia – LP**

Deverão ser apresentados a fim de obter LP:

- a) Caracterização da área na qual será implantado o empreendimento.

Nesta etapa, devem constar a localização identificada tecnicamente no município, contendo indicações de acessos, sistema viário, ocupação e benfeitorias no entorno; levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral, compreendendo o mapeamento de restrições contidas na legislação ambiental, incluindo o mapeamento e caracterização da cobertura vegetal; estudo demonstrando o nível máximo do aquífero freático ao final da estação de maior precipitação pluviométrica; e sondagem mecânica para caracterização do subsolo em número adequado à área e características do terreno considerado.

- b) Plano de implantação e operação do empreendimento.

### **1.2.2 Licença de Instalação – LI**

Para obtenção da LI, deverá ser apresentado o projeto do empreendimento que deverá conter plantas, memoriais e documentos assinados por profissional habilitado e projeto executivo contemplando as medidas de mitigação e controle ambiental.

A Resolução CONAMA n.º 335 prevê que as fases de LP e LI poderão ser conjuntas, a critério do órgão ambiental competente.

### **1.2.1 Licença de Operação – L.O.**

Após verificado o cumprimento dos itens dispostos na L.P. e na L.I, o órgão ambiental deverá conceder a Licença de Operação da necrópole, que permite ao empreendimento exercer a atividade cemiterial.

Deverá ser solicitada Licença para a área total do cemitério, de 21.600 m<sup>2</sup>, que servirá como base para emissão da taxa de licenciamento junto ao potencial poluidor da atividade. O início da implantação do cemitério dar-se-á após a emissão da Licença de Instalação.

## **2 CERCAMENTO DA ÁREA.**

### **2.2 CERCA**

O cercamento da área deverá ser executado com cerca com mourões de madeira 7,5x7,5 cm espaçados em 2 m, altura livre de 2 m, cravados 0,5 m no solo, com 4 fios de arame farpado n.º 14, circundando toda a área do terreno.

### **2.3 PORTÃO**

Será instalado um portão em tubo de aço galvanizado para acesso de pessoas e maquinário. Ao final de cada expediente, o portão deverá ser trancado com cadeado.

## **3 SINALIZAÇÃO DA ÁREA**

### **3.1 PLACAS DE OBRA**

Deverá ser instalada no início das atividades uma placa no canteiro de obras contendo o número da Licença de Instalação do empreendimento e logo do órgão ambiental licenciador do mesmo, conforme figura 01.

Figura 1: Placa de informações do licenciamento



Fonte: FEPAM (2018)

Também é necessária a presença de uma placa contendo os dados do responsável técnico pelo projeto e número da ART e placas de sinalização no entorno da área destinadas à comunidade vizinha, conforme figura 02.

Figura 2: Modelos de Placa Sinalizadora de Obras



Fonte: Sign (2018)

Deverão também ser instaladas placas alertando quanto ao uso de EPI's (Figura 03) dos colaboradores que atuarem na construção do cemitério.

Figura 1: Placa de Segurança



Fonte: Brasil Postos (2018)

Serão necessárias 10 placas no total, confeccionadas em chapa de aço galvanizado. A tabela 01 ilustra as dimensões de cada modelo de placa.

Tabela 1: Levantamento quantitativo para confecção de placas

<b>Modelo de placa</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Dimensões (m)</b>
Placa padrão FEPAM	1	1x0,5
Placa de obra	1	1x0,5
Cuidado obras	3	0,80x0,60
Uso de EPI's	5	0,30x0,40

Fonte: A autora (2018)

#### **4 PREPARAÇÃO DO TERRENO**

##### **4.1 LIMPEZA DO TERRENO**

A fim de remover vegetação rasteira será executada limpeza com equipamento mecanizado.

##### **4.2 TERRAPLANAGEM**

Deverá ser executada a terraplanagem do terreno com maquinário para este fim.

#### **5 CONSTRUÇÃO DOS JAZIGOS**

Os jazigos serão construídos em concreto armado com paredes de 2 cm de espessura

(dimensões internas 2,50 m x 0,90 m x 0,55 m e dimensões externas 2,70 m x 1,10 m x 1,05 m). Na parte superior dos mesmos, haverá 20 cm preenchido com terra onde será colocada grama, formando uma floreira integrada, de onde sairão drenos feitos de tubos de pvc de 20 mm pelas laterais que serão infiltrados no solo, a fim de drenar a água em excesso que será depositada sobre a floreira. O acabamento do lado externo dos jazigos será com argamassa de revestimento

Nas paredes internas dos jazigos deverá ser aplicado produto impermeabilizante Vedacit a fim de impedir a saída de necrochorume e entrada de água de origem pluvial e irrigação das floreiras. Cada jazigo será conectado à uma caixa coletora com capacidade para 50 litros através de um tubo de PVC soldável de 40 mm de diâmetro.

## **6. CONSTRUÇÃO DO OSSUÁRIO**

O ossuário presente na necrópole ocupará uma área de 1.800 m<sup>2</sup>, coberta com telha metálica trapezoidal de 1020 mm de largura cortada com 12 metros de comprimento, e estrutura de aço galvanizado.

As 216 estruturas que conterão os lóculos serão construídas de concreto armado e seu acabamento será de argamassa de revestimento. Cada estrutura terá 5,10 m x 0,60 x 1,60 m e cada lóculo terá medidas internas 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m. A espessura entre os lóculos será de 20 cm.

## **7. CONSTRUÇÃO DO LOCAL PARA CULTOS**

O local coberto para cultos de 150 m<sup>2</sup> será construído em estrutura de aço galvanizado e será coberto por telha metálica trapezoidal de 1020 mm de largura cortada com 12 metros de comprimento.

## **8. CONSTRUÇÃO DA ÁREA ADMINISTRATIVA**

Deverá ser construída uma área administrativa de 100 m<sup>2</sup>, de concreto armado com acabamento de argamassa de revestimento. A mesma terá divisórias a fim de comportar escritório, cozinha e banheiro. O telhado será coberto com telha metálica trapezoidal

## **9. CONSTRUÇÃO DOS BANHEIROS PARA VISITANTES**

Serão construídos dois conjuntos de banheiros feminino e masculino de 70 m<sup>2</sup> cada (35 m<sup>2</sup> por banheiro) de concreto armado, acabamento em argamassa de revestimento e telhado



coberto com telhas metálicas trapezoidais.

## **10. SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL**

### 10.1 CALHAS

A área de captação pluvial será no telhado da área administrativa em conjunto com os banheiros para visitantes e área para cultos (320 m<sup>2</sup>). Para isso, deverão ser instalados 84 m de calha horizontal de aço galvanizado e 3 m de calha vertical feita de tubo de PVC de 100 mm.

### 10.2 SISTEMA *BY-PASS*

Para o sistema *by-pass*, será utilizado dispositivo que consiste em um tubo vertical que se enche com as primeiras águas até que ocorra o transbordamento para o reservatório.

### 10.3 FILTRAGEM

Dentro do reservatório de água, será instalado um filtro AcquaSave separador de sólidos, com entrada de 100 mm na lateral superior para água bruta, uma saída de 100 mm para rejeitos na lateral oposta inferior e uma saída de 100 mm de água filtrada na parte inferior. O filtro possui dois estágios, gradeamento e malha em aço inox.

### 10.4 RESERVATÓRIO

O Reservatório de água de 20 m<sup>3</sup> será da marca Makrocaixa, cilíndrico, de polietileno de alta densidade (PEAD), de diâmetro 3,31 m e 3,40 m de altura e será alocado em uma base elevada em concreto armado de 10 cm de altura e 3,41 metros de largura. Será instalado um sifão de *overflow* no reservatório.

### 10.5 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA

Deverá ser implantado um sistema de bombeamento contendo motor, bomba e quadro elétrico. A distribuição da água ocorrerá através de tubulação de PVC.

## **11. SISTEMA FOTOVOLTÁICO**

Deverão ser instalados 36 painéis fotovoltaicos PANDA 60 Células Série 2, de dimensões: 1650 mm x 990 mm x 40 mm, da marca Yingli, de 300 W; um inversor trifásico com potência de saída de 12 kW, da marca Fronius (FRONIUS SYMO 12.5-3-M); 36

suportes para fixação de painéis fotovoltaicos em telhado metálico; 70 metros de cabos para placa solar de 6 mm AWG Condu spar (par) e 36 Conectores MC4 Solarline

## **12. ARBORIZAÇÃO**

Serão plantados 200 exemplares de *Cedrela fissilis* (cedro), no entorno do cemitério, e 960 mudas de espécies menores no interior, 160 de cada espécie: *Tibouchina granulosa* (quaresmeira), *Schinus molle* (aroeira salsa), *Jacaranda cuspidifolia* (caroba); *Eugenia involucrata* (cereja-do-mato); *Jacarandá mimosaefolia* (jacarandá mimoso) e *Erythrina speciosa* (candelabro). Para tanto, será necessária abertura das covas e estacas para as mudas até atingirem certo porte.

## **13. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS**

### **13.1 COMPOSTEIRAS**

Deverão ser construídas 7 composteiras de caibros de eucalipto, com volume útil de 1,5 m<sup>3</sup> cada, de forma quadrada com dimensões de 1,25 m para laterais e 1m de altura.

### **13.2 ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO DE RESÍDUOS**

Será construído um abrigo para resíduos, com área total de 36 m<sup>2</sup>, dividido em baias para cada tipo de resíduo, construído em concreto armado e seu acabamento será de argamassa de revestimento e cobertura de telhas metálicas trapezoidais.

### **13.3 COLETORES DE RESÍDUOS**

Serão necessários 3 containers de 660 L que serão dispostos no abrigo temporário de resíduos; 40 coletores de 100 L para serem distribuídos pela necrópole; 12 coletores de 60 L para banheiros, área administrativa e área para culto (coletor especial para restos de velas).

## **14. FILTRO DE GASES**

Serão instalados filtros contendo carvão ativado na saída de drenos de cobre em cada jazigo. Cada filtro terá 20 mm de diâmetro interno e 150 mm de comprimento.

## 15. MONITORAMENTO

### 15.1 MONITORAMENTO DA ÁGUA

Serão perfurados 4 poços de monitoramento, conforme descrito no item 8.8.1 do presente projeto. Será adquirido um piezômetro pneumático móvel a fim de monitorar o nível da água subterrânea e anualmente será coletada água desses poços a fim de submetê-la à análises de parâmetros físico-químicos e biológicos.

### 15.2 MONITORAMENTO ATMOSFÉRICO

Será adquirido equipamento Drager X-am 700 a fim de monitorar o nível de gases gerados no cemitério.

## APÊNDICE B – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

## ORÇAMENTO DA IMPLANTAÇÃO - CENÁRIO 1

ITEM	SERVIÇO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	QUANTIDADE	CUSTO TOTAL
1	Serviços técnicos preliminares				
1.1	Responsabilidade Técnica	Vb	R\$ 15.105,00	1	R\$ 15.105,00
1.1.1	ART	Vb	R\$ 83,75	1	R\$ 83,75
1.2	Taxas de licenciamento ambiental				
1.2.1	Licença Prévia	Vb	R\$ 602,79	1	R\$ 602,79
1.2.2	Licença de Instalação	Vb	R\$ 1.698,53	1	R\$ 1.698,53
1.2.3	Licença de Operação	Vb	R\$ 857,72	1	R\$ 857,72
2	Cercamento da área				
2.1	Cerca com mourões de madeira 7,5x7,5 cm	m	R\$ 16,40	300	R\$ 4.920,00
2.2.1	Arame farpado n.º 14	m	R\$ 0,90	2400	R\$ 2.160,00
2.2	Portão	Unid.	R\$ 1.110,00	1	R\$ 1.110,00
3	Sinalização da área				
3.1	Placas de Obra	Unid.	R\$ 70,00	10	R\$ 700,00
4	Preparação do Terreno				
4.1	Limpeza	m²	R\$ 0,50	21.600	R\$ 10.800,00
4.2	Terraplanagem	Hora/máquina	R\$ 100,00	48	R\$ 4.800,00
4.3	Mão de obra	Hora	R\$ 8,00	48	R\$ 384,00

5	Construção dos jazigos				
5.1	Concreto armado	m <sup>3</sup>	R\$ 335,54	3.840	R\$ 1.288.473,60
5.2	Material impermeabilizante Vedacit	m <sup>3</sup>	R\$ 534,00	155	R\$ 82.770,00
5.3	Argamassa de acabamento	m <sup>3</sup>	R\$ 423,00	3.840	R\$ 1.624.320,00
5.4	Terra	m <sup>3</sup>	R\$ 200,00	1.000	R\$ 200.000,00
5.5	Gramma	m <sup>2</sup>	R\$ 1,50	4.320	R\$ 6.480,00
5.6	Tubo de PVC DN 20 mm	m	R\$ 2,15	4.032	R\$ 8.668,80
5.7	Curva 90° PVC DN 20	Unid.	R\$ 2,25	3.840	R\$ 8.640,00
5.8	Tubo de PVC DN 40mm	m	R\$ 8,00	2.000	R\$ 16.000,00
5.9	Curva 90° PVC DN 40	Unid	R\$ 2,39	1.920	R\$ 4.588,80
5.10	Caixa coletora 50 l	Unid.	R\$ 100,00	1.920	R\$ 192.000,00
5.11	Mão de obra	Hora	R\$ 18,63	150	R\$ 2.794,50
6	Ossuário				
6.1	Telha metálica trapezoidal	Unid.	R\$ 54,00	150	R\$ 8.100,00
6.2	Estrutura para telhado em aço galvanizado	m	R\$ 15,00	1.800	R\$ 27.000,00
6.3	Concreto Armado	m <sup>3</sup>	R\$ 335,54	685	R\$ 229.844,90
6.4	Argamassa de acabamento	m <sup>3</sup>	R\$ 423,00	685	R\$ 289.755,00
6.5	Mão de obra	Hora	R\$ 18,63	70	R\$ 1.304,10
7	Construção do local para cultos				
7.1	Estrutura para telhado em aço galvanizado	m	R\$ 15,00	150	R\$ 2.250,00
7.2	Telha metálica trapezoidal	Unid.	R\$ 54,00	15	R\$ 810,00
7.3	Mão de obra	Hora	R\$ 18,63	25	R\$ 465,75
8	Construção da área administrativa				
8.1	Concreto armado	m <sup>3</sup>	R\$ 335,54	75	R\$ 25.165,50

8.2	Argamassa de acabamento	m <sup>3</sup>	R\$ 423,00	75	R\$ 31.725,00
8.3	Telha metálica trapezoidal	Unid.	R\$ 54,00	15	R\$ 810,00
8.4	Mão de obra	Hora	R\$ 18,63	30	R\$ 558,90
9	Construção dos banheiros para visitantes				
9.1	Concreto armado	m <sup>3</sup>	R\$ 335,54	110	R\$ 36.909,40
9.2	Argamassa de acabamento	m <sup>3</sup>	R\$ 423,00	110	R\$ 46.530,00
9.3	Telha metálica trapezoidal	Unid.	R\$ 54,00	15	R\$ 810,00
8.5	Mão de obra	Hora	R\$ 18,63	20	R\$ 372,60
10	Sistema de captação de água pluvial				
10.1	Calhas				
10.1.1	Calhas de aço galvanizado	m	R\$ 13,50	84	R\$ 1.134,00
10.1.2	Tubo de PVC D 100 mm	m	R\$ 10,25	3	R\$ 30,75
10.2	Dispositivo <i>by-pass</i>	unid	R\$ 1.027,00	1	R\$ 1.027,00
10.3	Fitro	unid	R\$ 1.325,00	1	R\$ 1.325,00
10.3.1	Tubo PVC de saída do filtro D 100mm	m	R\$ 10,25	1	R\$ 10,25
10.4	Reservatório				
10.4.1	Reservatório PEAD 20 m <sup>3</sup>	unid	R\$ 8.000,00	1	R\$ 8.000,00
10.4.2	Concreto armado (base)	m <sup>3</sup>	R\$ 335,54	1,5	R\$ 503,31
10.4.3	Sifão de <i>overflow</i>	unid	R\$ 63,00	1	R\$ 63,00
10.4.4	Tubo de PVC soldável DN 100 mm	m	R\$ 10,25	1	R\$ 10,25
10.4.5	Curva 90° PVC DN 100 mm	unid	R\$ 4,10	1	R\$ 4,10
10.5	Distribuição de água				
10.5.1	Painel elétrico	unid.	R\$ 380,00	1	R\$ 380,00
10.5.2	Bomba submersa	unid.	R\$ 250,00	1	R\$ 250,00

10.5.3	Tubo de PVC DN 100 mm	m	R\$ 10,25	600	R\$ 6.150,00
10.5.4	Curva 90° PVC DN 100 mm	m	R\$ 4,10	20	R\$ 82,00
10.6	Instalação + Frete	Unid.	R\$ 1.350,00	1	R\$ 1.350,00
11	Sistema de Energia Fotovoltaica				
11.1	Painéis Yingli modelo PANDA 60 células Série 2 300 W	unid	R\$ 550,00	36	R\$ 19.800,00
11.2	Inversor trifásico 12kW Fronius Symo 12.5 -3-M	unid	R\$ 6.200,00	1	R\$ 6.200,00
11.3	Suportes fixação	unid	R\$ 446,20	36	R\$ 16.063,20
11.4	Cabos 6mm AWG Conduspar (par)	m	R\$ 16,70	70	R\$ 1.169,00
11.5	Conectores MC4 Solarline	unid	R\$ 22,55	36	R\$ 811,80
11.6	Instalação + Frete	unid	R\$ 2.560,00	1	R\$ 2.560,00
12	Arborização				
12.1	Mudas de <i>Cedrela fissilis</i>	Unid.	R\$ 7,90	200	R\$ 1.580,00
12.2	Mudas de <i>Tibouchina granulosa</i>	Unid.	R\$ 24,99	160	R\$ 3.998,40
12.3	Mudas de <i>Schinus molle</i>	Unid.	R\$ 24,99	160	R\$ 3.998,40
12.4	Mudas de <i>Jacaranda cuspidifolia</i>	Unid.	R\$ 4,00	160	R\$ 640,00
12.5	Mudas de <i>Eugenia involucrata</i>	Unid.	R\$ 6,00	160	R\$ 960,00
12.6	Mudas de <i>Jacarandá mimosaeifolia</i>	Unid.	R\$ 4,00	160	R\$ 640,00
12.7	Mudas de <i>Erythrina speciosa</i>	Unid.	R\$ 7,90	160	R\$ 1.264,00
12.8	Plantio + Frete	Unid.	R\$ 600,00	1	R\$ 600,00
13	Gerenciamento de Resíduos				
13.1	Caibros de eucalipto (composteiras)	m	R\$ 20,00	40	R\$ 800,00
13.2	Instalação + Frete	Unid.	R\$ 300,00	1	R\$ 300,00
13.2	Armazenamento temporário de resíduos				

13.2.1	Concreto armado	m <sup>3</sup>	R\$ 335,54	40	R\$ 13.421,60
13.2.2	Argamassa de revestimento	m <sup>3</sup>	R\$ 423,00	40	R\$ 16.920,00
13.2.3	Telha metálica trapezoidal	Unid.	R\$ 54,00	10	R\$ 540,00
13.3	Containers 660 L para resíduos	Unid.	R\$ 1.400,00	3	R\$ 4.200,00
13.4	Coletores 100 L para resíduos	Unid.	R\$ 300,00	40	R\$ 12.000,00
13.5	Coletores 60 L para resíduos	Unid.	R\$ 160,00	12	R\$ 1.920,00
13.6	Instalação/Mão de obra + Frete	Unid.	R\$ 800,00	1	R\$ 800,00
14	Filtro de gases				
14.1	Tubos de cobre DN 20mm	m	R\$ 15,00	1.000	R\$ 15.000,00
14.2	Curva 90° galvanizado DN 20 mm	Unid.	R\$ 18,90	3840	R\$ 72.576,00
14.3	Filtro de carvão ativado	Unid.	R\$ 10.240,00	1	R\$ 10.240,00
14.4	Instalação + Frete	Unid.	R\$ 3.400,00	1	R\$ 3.400,00
15	Total				R\$ 4.413.090,70



## ORÇAMENTO DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO 1º ANO - CENÁRIO 1

ITEM	SERVIÇO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	QUANTIDADE	CUSTO TOTAL
1	Monitoramento das águas subterrâneas				
1.1	Perfuração de poços de monitoramento	Unid.	R\$ 300,00	4	R\$ 1.200,00
1.2	Piezômetro pneumático móvel	Unid	R\$ 950,00	1	R\$ 950,00
1.3	Coleta e análise da água, parâmetros físicos (pH, turbidez e cor)	Unid.	R\$ 65,28	4	R\$ 261,12
1.4	Coleta e análise de água, parâmetros químicos (dureza, oxigênio dissolvido, alcalinidade, nitrato e amônia)	Unid	R\$ 108,80	4	R\$ 435,20
1.5	Coleta e análise da água, parâmetros microbiológicos (coliformes termotolerantes e totais e Escherichia coli.)	Unid.	R\$ 43,52	4	R\$ 174,08
2	Monitoramento da poluição atmosférica				
2.1	Equipamento Drager X-am 700.	Unid	R\$ 2.500,00	1	R\$ 2.500,00
3	Manutenção dos Painéis Solares				
3.1	Limpeza 2 x por ano	Unid.	R\$ 600,00	2	R\$ 1.200,00
3.2	Eventuais trocas de componentes elétricos	Unid	R\$ 3.000,00	1	R\$ 3.000,00
3	Manutenção do Sistema decaptação pluvial				
3.1	Eventuais trocas de equipamentos	Unid	R\$ 1.000,00	1	R\$ 1.000,00
4	Arborização				
4.1	Eventual necessidade de novas mudas	Unid	R\$ 10,00	100	R\$ 1.000,00
4.2	Uso de adubo e fertilizante nos primeiros meses	Unid	R\$ 400,00	1	R\$ 400,00
4.3	Poda das árvores	Unid.	R\$ 70,00	2	R\$ 140,00
5	Sepultamentos				
5.1	Invólucros para necrochorume	Unid	R\$ 60,00	250	R\$ 15.000,00
6	Salário funcionários				
6.1	Salário funcionários/ano	Unid	R\$ 20.400,00	5	R\$ 102.000,00
7	Filtro carvão ativado				
	Eventual troca de meio filtrante	Unid	R\$ 5.000,00	1	R\$ 5.000,00
TOTAL					R\$134.260,40

## ORÇAMENTO DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO APÓS 1º ANO - CENÁRIO 1

ITEM	SERVIÇO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	QUANTIDADE	CUSTO TOTAL
1	Monitoramento das águas subterrâneas				
1.3	Coleta e análise da água, parâmetros físicos (pH, turbidez e cor)	Unid.	R\$ 65,28	4	R\$ 261,12
1.4	Coleta e análise de água, parâmetros químicos (dureza, oxigênio dissolvido, alcalinidade, nitrato e amônia)	Unid	R\$ 108,80	4	R\$ 435,20
1.5	Coleta e análise da água, parâmetros microbiológicos (coliformes termotolerantes e totais e Escherichia coli.)	Unid.	R\$ 43,52	4	R\$ 174,08
2	Manutenção dos Painéis Solares				
2.1	Limpeza 2 x por ano	Unid.	R\$ 600,00	2	R\$ 1.200,00
2.2	Eventuais trocas de componentes elétricos	Unid	R\$ 3.000,00	1	R\$ 3.000,00
3	Manutenção do Sistema decaptação pluvial				
3.1	Eventuais trocas de equipamentos	Unid	R\$ 1.000,00	1	R\$ 1.000,00
4	Arborização				
4.1	Eventual necessidade de novas mudas	Unid	R\$ 10,00	100	R\$ 1.000,00
4.2	Uso de adubo e fertilizante nos primeiros meses	Unid	R\$ 400,00	1	R\$ 400,00
4.3	Poda das árvores	Unid.	R\$ 70,00	2	R\$ 140,00
5	Sepultamentos				
5.1	Invólucros para necrochorume	Unid	R\$ 60,00	250	R\$ 15.000,00
6	Salário funcionários				
6.1	Salário funcionários/ano	Unid	R\$ 20.400,00	5	R\$ 102.000,00
7	Filtro carvão ativado				
	Eventual troca de meio filtrante	Unid	R\$ 5.000,00	1	R\$ 5.000,00
TOTAL					R\$129.610,40

## ORÇAMENTO DA IMPLANTAÇÃO - CENÁRIO 2

ITEM	SERVIÇO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	QUANTIDADE	CUSTO TOTAL
1	Serviços técnicos preliminares				
1.1	Responsabilidade Técnica	Vb	R\$ 15.105,00	1	R\$ 15.105,00
1.1.1	ART	Vb	R\$ 83,75	1	R\$ 83,75
1.2	Taxas de licenciamento ambiental				
1.2.1	Licença Prévia	Vb	R\$ 602,79	1	R\$ 602,79
1.2.2	Licença de Instalação	Vb	R\$ 1.698,53	1	R\$ 1.698,53
1.2.3	Licença de Operação	Vb	R\$ 857,72	1	R\$ 857,72
2	Cercamento da área				
2.1	Cerca com mourões de madeira 7,5x7,5 cm	m	R\$ 16,40	300	R\$ 4.920,00
2.2.1	Arame farpado n.º 14	m	R\$ 0,90	2400	R\$ 2.160,00
2.2	Portão	Unid.	R\$ 1.110,00	1	R\$ 1.110,00
3	Sinalização da área				
3.1	Placas de Obra	Unid.	R\$ 70,00	10	R\$ 700,00
4	Preparação do Terreno				
4.1	Limpeza	m²	R\$ 0,50	21.600	R\$ 10.800,00
4.2	Terraplanagem	Hora/máquina	R\$ 100,00	48	R\$ 4.800,00
4.3	Mão de obra	Hora	R\$ 8,00	48	R\$ 384,00
5	Construção dos jazigos				
5.1	Concreto armado	m³	R\$ 335,54	3.840	R\$ 1.288.473,60
5.2	Material impermeabilizante Vedacit	m³	R\$ 534,00	155	R\$ 82.770,00

5.3	Argamassa de acabamento	m <sup>3</sup>	R\$ 423,00	3.840	R\$ 1.624.320,00
5.8	Tubo de PVC DN 40mm	m	R\$ 8,00	2.000	R\$ 16.000,00
5.9	Curva 90° PVC DN 40	Unid	R\$ 2,39	1.920	R\$ 4.588,80
5.10	Caixa coletora 50 l	Unid.	R\$ 100,00	1.920	R\$ 192.000,00
5.11	Mão de obra	Hora	R\$ 18,63	150	R\$ 2.794,50
6	Ossuário				
6.1	Telha metálica trapezoidal	Unid.	R\$ 54,00	150	R\$ 8.100,00
6.2	Estrutura para telhado em aço galvanizado	m	R\$ 15,00	1.800	R\$ 27.000,00
6.3	Concreto Armado	m <sup>3</sup>	R\$ 335,54	685	R\$ 229.844,90
6.4	Argamassa de acabamento	m <sup>3</sup>	R\$ 423,00	685	R\$ 289.755,00
6.5	Mão de obra	Hora	R\$ 18,63	70	R\$ 1.304,10
7	Construção do local para cultos				
7.1	Estrutura para telhado em aço galvanizado	m	R\$ 15,00	150	R\$ 2.250,00
7.2	Telha metálica trapezoidal	Unid.	R\$ 54,00	15	R\$ 810,00
7.3	Mão de obra	Hora	R\$ 18,63	25	R\$ 465,75
8	Construção da área administrativa				
8.1	Concreto armado	m <sup>3</sup>	R\$ 335,54	75	R\$ 25.165,50
8.2	Argamassa de acabamento	m <sup>3</sup>	R\$ 423,00	75	R\$ 31.725,00
8.3	Telha metálica trapezoidal	Unid.	R\$ 54,00	15	R\$ 810,00
8.4	Mão de obra	Hora	R\$ 18,63	30	R\$ 558,90
9	Construção dos banheiros para visitantes				
9.1	Concreto armado	m <sup>3</sup>	R\$ 335,54	110	R\$ 36.909,40
9.2	Argamassa de acabamento	m <sup>3</sup>	R\$ 423,00	110	R\$ 46.530,00
9.3	Telha metálica trapezoidal	Unid.	R\$ 54,00	15	R\$ 810,00

8.5	Mão de obra	Hora	R\$ 18,63	20	R\$ 372,60
13	Gerenciamento de Resíduos				
13.2	Armazenamento temporário de resíduos				
13.2.1	Concreto armado	m <sup>3</sup>	R\$ 335,54	40	R\$ 13.421,60
13.2.2	Argamassa de revestimento	m <sup>3</sup>	R\$ 423,00	40	R\$ 16.920,00
13.2.3	Telha metálica trapezoidal	Unid.	R\$ 54,00	10	R\$ 540,00
13.3	Containers 660 L para resíduos	Unid.	R\$ 1.400,00	3	R\$ 4.200,00
13.4	Coletores 100 L para resíduos	Unid.	R\$ 300,00	40	R\$ 12.000,00
13.5	Coletores 60 L para resíduos	Unid.	R\$ 160,00	12	R\$ 1.920,00
13.6	Instalação/Mão de obra + Frete	Unid.	R\$ 800,00	1	R\$ 800,00
15	Total				R\$ 4.006.381,44

## ORÇAMENTO DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO 1º ANO - CENÁRIO 2

ITEM	SERVIÇO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	QUANTIDADE	CUSTO TOTAL
1	Monitoramento das águas subterrâneas				
1.1	Perfuração de poços de monitoramento	Unid.	R\$ 300,00	4	R\$ 1.200,00
1.2	Piezômetro pneumático móvel	Unid	R\$ 950,00	1	R\$ 950,00
1.3	Coleta e análise da água, parâmetros físicos (pH, turbidez e cor)	Unid.	R\$ 65,28	4	R\$ 261,12
1.4	Coleta e análise de água, parâmetros químicos (dureza, oxigênio dissolvido, alcalinidade, nitrato e amônia)	Unid	R\$ 108,80	4	R\$ 435,20
1.5	Coleta e análise da água, parâmetros microbiológicos (coliformes termotolerantes e totais e Escherichia coli.)	Unid.	R\$ 43,52	4	R\$ 174,08
2	Monitoramento da poluição atmosférica				
2.1	Equipamento Drager X-am 700.	Unid	R\$ 2.500,00	1	R\$ 2.500,00
3	Manutenção dos Painéis Solares				
3.1	Limpeza 2 x por ano	Unid.	R\$ 600,00	2	R\$ 1.200,00
3.2	Eventuais trocas de componentes elétricos	Unid	R\$ 3.000,00	1	R\$ 3.000,00
3	Manutenção do Sistema decaptação pluvial				
3.1	Eventuais trocas de equipamentos	Unid	R\$ 1.000,00	1	R\$ 1.000,00
4	Arborização				
4.1	Eventual necessidade de novas mudas	Unid	R\$ 10,00	100	R\$ 1.000,00
4.2	Uso de adubo e fertilizante nos primeiros meses	Unid	R\$ 400,00	1	R\$ 400,00
4.3	Poda das árvores	Unid.	R\$ 70,00	2	R\$ 140,00
5	Sepultamentos				
5.1	Invólucros para necrochorume	Unid	R\$ 60,00	250	R\$ 15.000,00

6	Salário funcionários				
6.1	Salário funcionários/ano	Unid	R\$ 20.400,00	5	R\$ 102.000,00
7	Energia elétrica				
7.1	Gasto com energia mensal	Unid	R\$ 750,00	12	R\$ 9.000,00
8	Água				
8.1	Gasto com água mensal	Unid	R\$ 300,00	12	R\$ 3.600,00
TOTAL					R\$141.860,40

## ORÇAMENTO DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO A PARTIR DO 1º ANO - CENÁRIO 2

ITEM	SERVIÇO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	QUANTIDADE	CUSTO TOTAL
1	Monitoramento das águas subterrâneas				
1.3	Coleta e análise da água, parâmetros físicos (pH, turbidez e cor)	Unid.	R\$ 65,28	4	R\$ 261,12
1.4	Coleta e análise de água, parâmetros químicos (dureza, oxigênio dissolvido, alcalinidade, nitrato e amônia)	Unid	R\$ 108,80	4	R\$ 435,20
1.5	Coleta e análise da água, parâmetros microbiológicos (coliformes termotolerantes e totais e Escherichia coli.)	Unid.	R\$ 43,52	4	R\$ 174,08
2	Manutenção dos Painéis Solares				
2.1	Limpeza 2 x por ano	Unid.	R\$ 600,00	2	R\$ 1.200,00
2.2	Eventuais trocas de componentes elétricos	Unid	R\$ 3.000,00	1	R\$ 3.000,00
3	Manutenção do Sistema de captação pluvial				
3.1	Eventuais trocas de equipamentos	Unid	R\$ 1.000,00	1	R\$ 1.000,00
4	Arborização				
4.1	Eventual necessidade de novas mudas	Unid	R\$ 10,00	100	R\$ 1.000,00
4.2	Uso de adubo e fertilizante nos primeiros meses	Unid	R\$ 400,00	1	R\$ 400,00
4.3	Poda das árvores	Unid.	R\$ 70,00	2	R\$ 140,00
5	Sepultamentos				
5.1	Invólucros para necrochorume	Unid	R\$ 60,00	250	R\$ 15.000,00
6	Salário funcionários				
6.1	Salário funcionários/ano	Unid	R\$ 20.400,00	5	R\$ 102.000,00



7	Energia elétrica				
7.1	Gasto com energia mensal	Unid	R\$ 750,00	12	R\$ 9.000,00
8	Água				
8.1	Gasto com água mensal	Unid	R\$ 300,00	12	R\$ 3.600,00
TOTAL					R\$137.210,40

