



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

MARIA LÚCIA PORTELA DE DEUS LAGES

**RELATÓRIO TÉCNICO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PARA
ELABORAÇÃO DO PROJETO TÉCNICO DO ATERRO SANITÁRIO NO
MUNICÍPIO DE GILBUÉS - PI**

Teresina – PI

Janeiro de 2019



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

Autoria: MARIA LÚCIA PORTELA DE DEUS LAGES

Contrato IICA/MMA N°: 118174

Nome do Produto: **RELATÓRIO TÉCNICO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO TÉCNICO DO ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE GILBUÉS – PI**

Coordenador Técnico Responsável: Maria Lúcia Portela de Deus Lages

Local: Teresina – Piauí.

Ano e mês: 2018/10.

Área Prioritária de Atuação do IICA: Combate à Desertificação.

Palavras-chave: Destinação final de resíduos sólidos urbanos, aterro sanitário.

Título do produto: Relatório técnico das atividades desenvolvidas para elaboração do Projeto Técnico do Aterro Sanitário no município de Gilbués – PI.

Resumo: Apresentação das atividades desenvolvidas para definição da área a ser selecionada para implantação do aterro sanitário do município de Gilbués – PI que atenda, ao máximo, às demandas legais e diagnóstico das condições do ambiente natural e urbano que interferem no processo operacional do aterro sanitário e de encerramento da área do lixão, analisando a possibilidade de uso desta como aterro ou como área recuperada para outro tipo de uso. Foi realizado também levantamento de dados de produção de lixo para efeito de cálculo do projeto do aterro sanitário.

Objetivo: O presente relatório tem por objetivo apresentar a relação das atividades que antecedem e subsidiam a seleção da área do aterro sanitário e a elaboração



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

dos Projetos Técnicos de Encerramento e Remediação do Lixão e do Aterro Sanitário para destinação final adequada dos resíduos sólidos produzidos no município de Gilbués – PI.



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

PREFÁCIO

Os resíduos sólidos urbanos são na atualidade um dos maiores problemas a serem enfrentados pelas gestões municipais, em decorrências da contaminação dos solos, dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos e do ar atmosférico a eles atrelados, quando dispostos de forma inadequada e, conseqüentemente, afetando as comunidades com efeitos deletérios sobre a saúde da população.

O projeto de cooperação técnica Brasil/Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, representação Brasil com o Ministério do Meio Ambiente – MMA, tem por objetivo definir estratégias para o planejamento e implantação de ações de prevenção, controle e combate à desertificação, face aos cenários de mudanças climáticas, para fortalecimento dos processos de formulação de ações de combate à desertificação, fazendo uso da ferramenta de correção de passivos ambientais resultantes do lançamento de resíduos sólidos a céu aberto, bem como da implantação de aterro sanitário e com isso consolidar a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos efeitos da seca.



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

APRESENTAÇÃO

Esse documento tem por objetivo apresentar a listagem/relação das atividades que subsidiam a elaboração do Projeto de Aterro Sanitário no município de Gilbués – PI, contendo a alternativa tecnológica para tratamento e destinação final dos resíduos sólidos produzidos na área urbana do município, em conformidade com a ABNT NBR 15849/2010, que estabelece os critérios para implantação de Aterros Sanitários de Pequeno Porte e especifica as diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento das atividades.

Sua elaboração foi precedida de levantamento de dados institucionais e de etapas de campo os quais subsidiaram o diagnóstico das condições operacionais do sistema de limpeza urbana em funcionamento no município e a tipologia dos resíduos sólidos produzidos, bem como os diversos fatores interferentes no processo de gestão desses resíduos.

Foram considerados os condicionantes municipais como crescimento populacional, melhoria do nível socioeconômico da população, incorporação de novos hábitos e intensificação do consumo na definição do valor da produção *per capita* de lixo a ser usada nos quantitativos do projeto, por serem fatores que provocam modificações nas características dos resíduos sólidos produzidos, trazendo consequências operacionais ao seu gerenciamento e destinação final.

Os resíduos sólidos em si, são considerados importantes agentes de degradação do ambiente urbano e rural com efeitos negativos à saúde pública e a qualidade de vida da população, portanto o manejo, tratamento e a destinação final desses resíduos, têm longo alcance como medidas preventivas no processo de desenvolvimento urbano e na implementação de controle da ordem sanitária e ambiental.

Por múltiplas razões, tais como: limitações financeiras, fluxos de caixa desequilibrado, descontinuidade política e administrativa, falta de capacitação



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

técnica e de equipamentos adequados dentre outros fatores de municípios brasileiros de pequeno porte, a prática da destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos - RSU em lixões tem sido amplamente difundida. Diante dessa realidade e tendo em vista a transversalidade do tema Desertificação, o Projeto de Cooperação Técnica BRA/IICA/14/001, oportuniza a construção de uma cooperação de organismo internacional com as instituições públicas e a sociedade civil no sentido de reverter esse quadro de adversidade e contribuir para um contexto de sustentabilidade do município.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 ESCOPO DOS SERVIÇOS	13
2.1 REFERÊNCIAS NORMATIVAS	13
2.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO MUNICÍPIO	14
2.3 BALANÇO HÍDRICO	16
2.4 ASPECTOS GEOLÓGICOS PREDOMINANTES NO MUNICÍPIO	21
2.5 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DO LIXÃO E DO ATERRO SANITÁRIO	26
2.6 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E DA LIMPEZA URBANA DO MUNICÍPIO	33
2.6.1 Definições	34
2.6.2 Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana de Gilbués	34
3 ALTERNATIVA TECNOLÓGICA	41
4 PARÂMETROS BÁSICOS DE DIMENSIONAMENTO DO ATERRO	43
4.1 DIMENSÕES DAS CÉLULAS	45
4.2 COMPOSTAGEM DOS RESÍDUOS PÚBLICOS GILBUÉS	52
4.2.1 Dimensionamento do Pátio de Compostagem	53
4.3 PÁTIO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	55
CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS	58
GLOSSÁRIO	60

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	ESBOÇO DA ROTA DE ACESSO A GILBUÉS A PARTIR DE TERESINA – PI	16
FIGURA 2	RECORTE DO MAPA RODOVIÁRIO DO PIAUÍ, MOSTRANDO O ACESSO DE BOM JESUS A GILBUÉS.....	17
GRÁFICO 1	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA EM LINHAS DO BALANÇO HÍDRICO NORMAL MENSAL DE BOM JESUS – PI	18
GRÁFICO 2	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA DEFICIÊNCIA, EXCEDENTE, RETIRADA E REPOSIÇÃO HÍDRICA NO SOLO AO LONGO DO ANO NO MUNICÍPIO DE BOM JESUS	19
GRÁFICO 3	TEMPERATURA MÉDIA COMPENSADA MÉDIAS MENSAS DE GILBUÉS NO PERÍODO 1961 A 1990	21
GRÁFICO 4	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAS ACUMULADAS DE GILBUÉS NO PERÍODO 1961 A 1990	21
FIGURA 3	SUBDIVISÃO DA PROVÍNCIA SEDIMENTAR DO MEIO-NORTE EM: BACIA DO PARNAÍBA, BACIA DAS ALPERCATAS, BACIA DO ESPIGÃO-MESTRE E BACIA DO GRAJAÚ	23
FIGURA 4	ESBOÇO GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE GILBUÉS	26
FOTO 1	PRIMEIRO NÚCLEO DO LIXÃO. NO PRIMEIRO PLANO A PRESENÇA DE LIXO E AO FUNDO, AREA LIMPA COM INDÍCIO DE EXTRAÇÃO DE ARGILA	28
FOTO 2	RESÍDUOS DE PODAGEM EXPOSTO EM ÁREA SEPARADA PARA SECAGEM E POSTERIOR QUEIMA	28
FOTO 3	PRESENÇA DE CATADORES E URUBUS E QUEIMA	29
FOTO 4	PRÁTICA DA RASPAGEM E EMPILHAGEM DOS RESÍDUOS APÓS QUEIMA EM DIREÇÃO AO CÓRREGO QUE DELIMITA A ÁREA	29
FOTO 5	EMPILHAGEM DE RESÍDUOS QUEIMADOS, OBSTRUÇÃO PARCIAL DO CÓRREGO, PERCOLADOS E CHORUME	30

FOTO 6	RESÍDUOS FLUTUANDO NO RIACHO E OBSTRUINDO-O PARCIALMENTE	30
FIGURA 5	IMAGEM DE SATÉLITE DO GOOGLE EARTH, MOSTRANDO A ÁREA DO LIXÃO COM RESÍDUOS SÓLIDOS DISPERSOS CAOTICAMENTE	31
FIGURA 6	IMAGEM DE SATÉLITE DO GOOGLE EARTH, MOSTRANDO A LOCALIZAÇÃO DA ÁREA SUGERIDA PARA A IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO	32
FOTO 7	VISTA DO SOLO DA ÁREA SUGERIDA PARA O ATERRO SANITÁRIO DE GILBUÉS	33
FOTO 8	VISTA DA ÁREA SUGERIDA PARA O ATERRO E MOSTRANDO QUE O BIOMA DA REGIÃO É O CERRDO	33
FIGURA 7	ÁREA ADQUERIDA PELO MUNICÍPIO PARA AS INSTALAÇÕES DO ATERRO SANITÁRIO	34
FOTO 9	RUA LIMPA, CAPINADA E COM INCENTIVO À COLETA SELETIVA EM PONTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA	40
FOTO 10	TIPO DE ACONDICIONADOR DE LIXO PÚBLICO	40
FOTO 11	RESÍDUOS DE CONTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO	41
FOTO 12	DESCARTE IRREGULAR DE RESÍDUOS VOLUMOSOS	41
FOTO 13	DESCARTE DE DORTE DE ÁRVORE E INICIATIVA DE ACONDICIONAMENTO PROTEGIDO DA AÇÃO DE ANIMAIS ...	42



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PI	- Piauí
PCT	- Projeto de Cooperação Técnica
BRA	- Brasil
IICA	- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA AGRICULTURA
CONAMA	- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
ABNT	- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
NBR	- Norma Brasileira
SPT	- Sondagem à Percussão com Torque
DNIT	- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
ETP	- Evapotranspiração potencial
ETR	- Evapotranspiração real
Jan	- Janeiro
Fev	- Fevereiro
Mar	- Março
Abr	- Abril
Mai	- Maio
Jun	- Junho
Jul	- Julho
Ago	- Agosto
Set	- Setembro
Out	- Outubro
Nov	- Novembro
Dez	- Dezembro
INMET	- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA
CPRM	- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
N	- Norte
NNW	- Nor-Noroeste
S	- Sul



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

W	- Oeste
E	- Este
RS	- Resíduos sólidos
RSU	- Resíduos sólidos urbanos
LU	- Limpeza urbana
SIT	- SECRETÁRIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO
RDO	- Resíduos domiciliares
RPU	- Resíduos públicos
hab.	- Habitante
ESALQ	- ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ
Org.	- Organização
MT	- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO
Coor.	- Coordenação
IPT	- INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DE
CEMPRE	- COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM



1 INTRODUÇÃO

A disposição final de resíduos sólidos em aterros sanitários é um pressuposto de minimização dos impactos ambientais negativos associados ao processo de degradação dos materiais que compõem os resíduos, tendo em vista que sua concepção prever a proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos bem como a prevenção da degradação do solo, frente a vulnerabilidade imposta pelas mudanças climáticas aos diversos ecossistemas.

Para obtenção dos objetivos pretendidos, o projeto de destinação final dos resíduos sólidos em aterros sanitário é baseado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, a começar pela seleção da área para sua implantação; da definição dos sistemas de proteção das águas superficiais e subterrâneas por meio de compactação do solo e com aplicação de geossintético impermeabilizante; da apresentação de soluções para drenagem, reservação e tratamento dos lixiviados e de sistema de drenagem dos gases.

O presente relatório abordará as principais etapas que antecedem a elaboração do projeto de aterro sanitário de pequeno porte localizado no município de Gilbués – PI, como parte integrante do Projeto de Cooperação Técnica - PCT BRA/IICA/14/001 de “Implementação de Estratégias e Ações de Prevenção, Controle e Combate à Desertificação Face aos Cenários de mudanças Climáticas e à Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação”.

Inicialmente, serão apresentadas as condições geotécnicas do solo no local a ser implantado o aterro e da área do lixão, do clima da região e os aspectos dos resíduos gerados pela cidade referentes a origem, tipologia e quantidade, caracterização do sistema de limpeza pública municipal, seguidos da definição da vida útil do aterro.

As informações constantes no diagnóstico servirão de referência para elaboração do projeto técnico do aterro sanitário e do encerramento do lixão.



Esse trabalho será dividido em tópicos. Primeiramente com informações de dados físicos como: geologia da área, solo, condições climáticas e posteriormente com informações sobre a limpeza urbana em operação no município, seguida da estimativa dos quantitativos dos resíduos sólidos e sua tipologia, análise da área do lixão, a alternativa de uma área nova e a alternativa tecnológica a ser adotada nos projetos do aterro sanitário e de encerramento do lixão do município. Para concluir, serão apresentadas as considerações finais.

2 ESCOPO DOS SERVIÇOS

2.1 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Para desenvolvimento de um projeto técnico de aterro sanitário de pequeno porte, a exemplo do objeto desse relatório são indispensáveis a aplicação dos seguintes documentos referenciais:

- Lei Nº 12.305, de 2 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;
- Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 404 de 11 de novembro de 2008, Licenciamento Ambiental de aterros sanitários de pequeno porte;
- ABNT NBR 15849:2010, Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento;
- ABNT NBR 10.004/2004 - Resíduos sólidos – Classificação;
- ABNT NBR 6484, Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio;



- ABNT NBR 8419:1992, Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento;
- ABNT NBR 13896:1997, Aterros sanitários de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação;
- ABNT NBR 15112, Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto de implantação e operação;
- ABNT NBR 15.114/2004 - Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para o projeto, implantação e operação;
- ABNT NBR 16.156/2013 - Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos - Requisitos para atividade de manufatura reversa. Estabelece requisitos para proteção ao meio ambiente e controle dos riscos de segurança e saúde no trabalho na atividade de manufatura reversa de resíduos eletroeletrônicos;
- ABNT NBR 12.809/2013 - Resíduos de serviços de saúde - Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento;
- ABNT NBR 12.980/1993 - Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia.

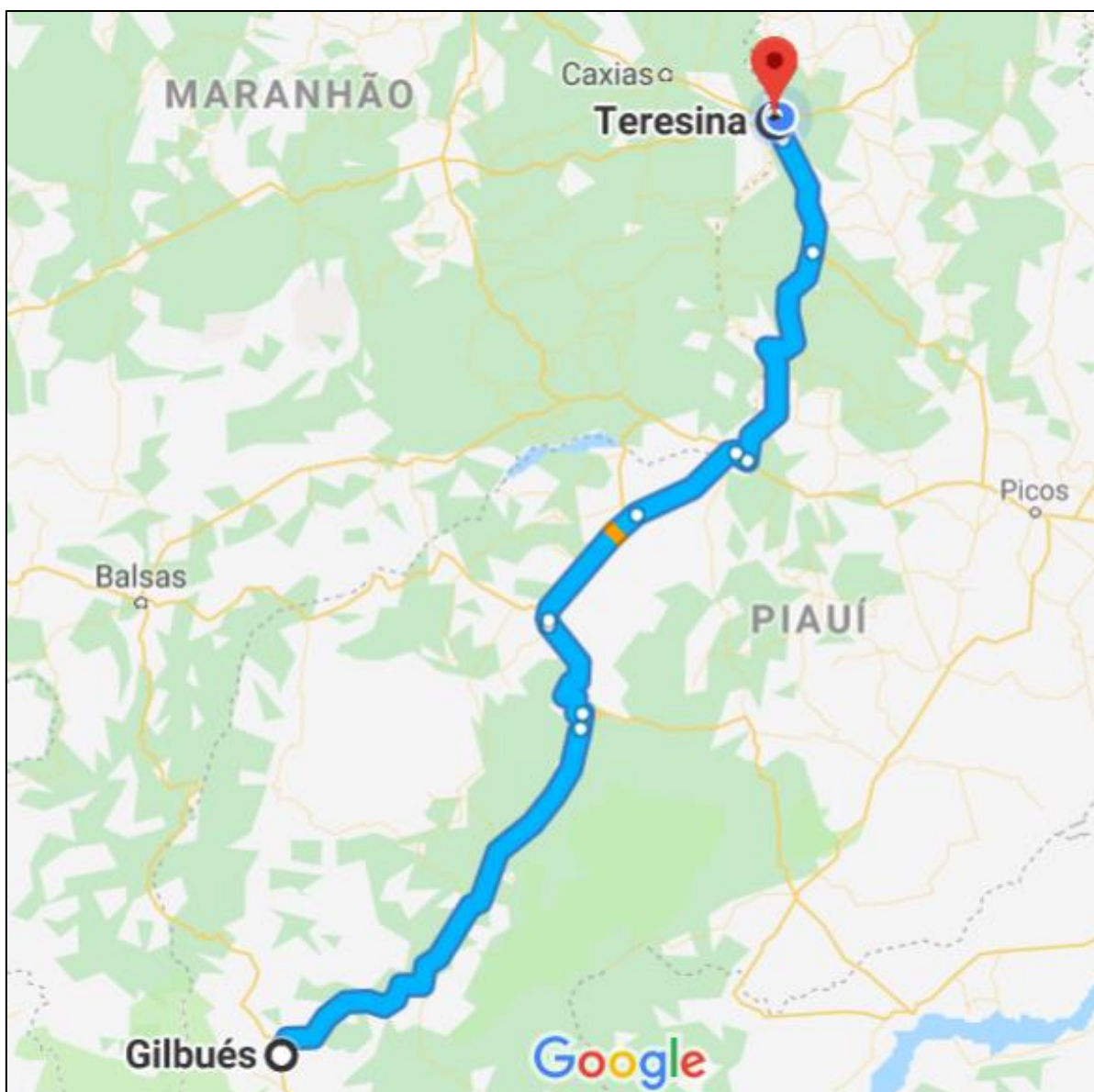
2.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO MUNICÍPIO

O município piauiense de Gilbués localiza-se na região sul do Estado do Piauí, distando de 797 km da capital do estado.

O acesso partindo de Teresina é feito pela BR-316 até o povoado Estaca Zero em um percurso de aproximadamente 90km. Deste ponto segue-se pela BR-343 até a bifurcação com a BR-020 em um trajeto de 145 km, segue-se deste ponto por uma distância de 9 km pela BR-020 no sentido NW até cidade de Floriano. Desta cidade segue-se pela PI-140 em um percurso de 100 km até a cidade de Itaueira, desta sede municipal continua-se pela PI-140 por mais 61 km, chegando-se a cidade de Canto do Buriti. Daí em diante segue-se pela BR-324 por mais 84km chegando-se a Elizeu Martins. Desta cidade até o destino final que é Gilbués, o

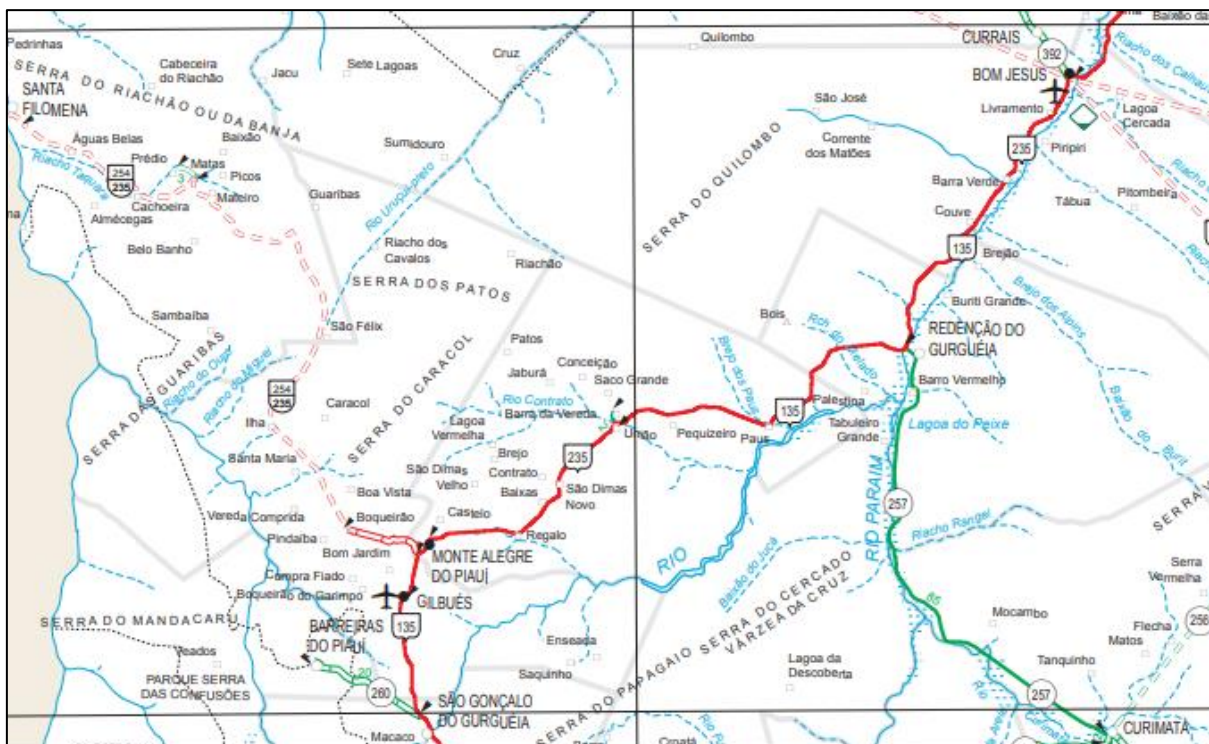
acesso é feito pela BR-135, cujas principais cidades e distâncias entre elas são: Elizeu Martins a Cristino Castro 106 km, Cristino Castro a Bom Jesus 37 km, Bom Jesus a Monte Alegre do Piauí 154 km e finalmente de Monte alegre do Piauí a Gilbués 11km.

FIGURA 1 – ESBOÇO DA ROTA DE ACESSO A GILBUÉS A PARTIR DE TERESINA - PI



FONTE: IMAGEM OBTIDA NO GOOGLE MAP

FIGURA 2 – RECORTE DO MAPA RODOVIÁRIO DO PIAUÍ, MOSTRANDO O ACESSO DE BOM JESUS A GILBUÉS



FONTE: BRASIL/DNIT (2013)

2.3 BALANÇO HÍDRICO

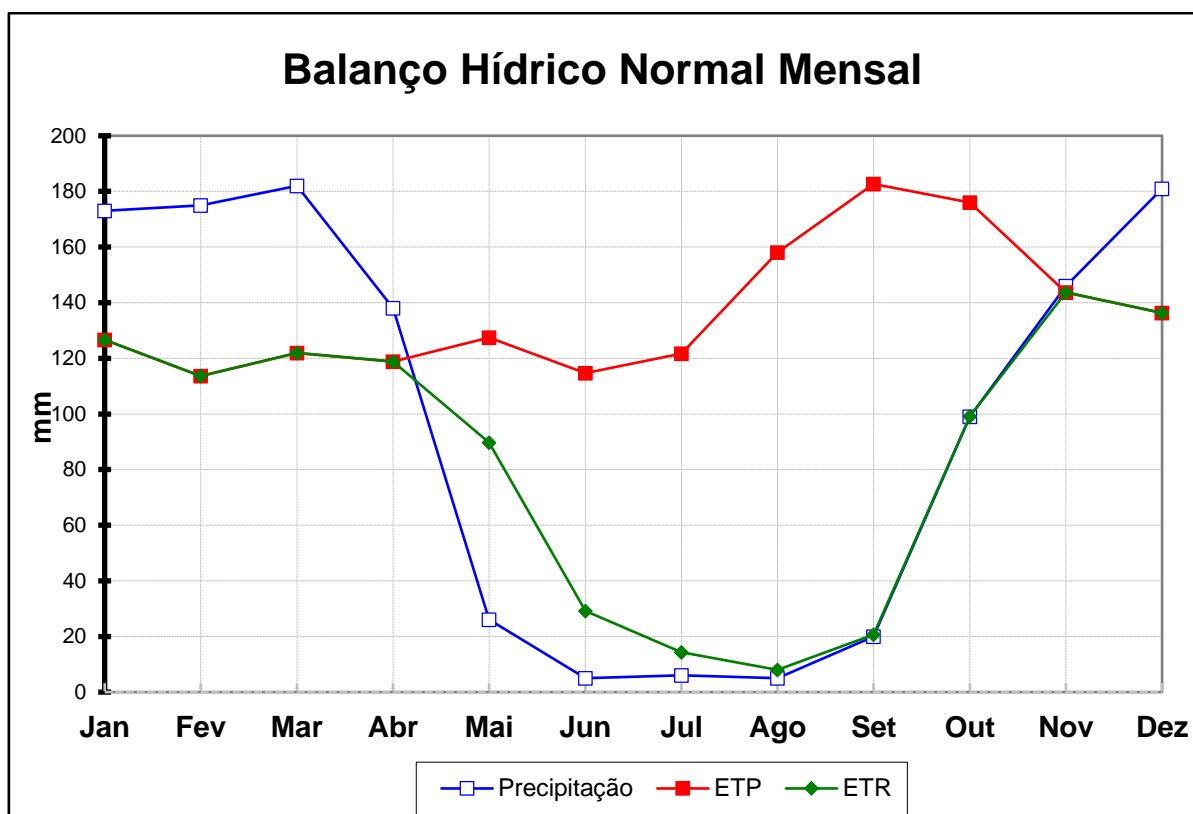


O balanço hídrico adotado para este trabalho foi o realizado para a cidade Bom Jesus, por Rolim e Sentelhas. (1999), adotando o método de Thornthwaite & Mather (1955). Os “cálculos foram realizados utilizando planilha EXCEL elaborada por Rolim et al. (1998), adotando o método de Thornthwaite & Mather (1955)”, (SENTELHAS, 1999).

As informações referentes ao balanço hídrico de Bom Jesus podem ser aplicadas para Gilbués, em função da distância que separa os dois municípios, que em linha reta é de 137 km. Com isso, o município de Gilbués fica dentro do raio de influência da estação meteorológica de Bom Jesus, podendo ser aplicada ao projeto.

O gráfico 1 mostra a representação do balanço hídrico normal mensal de Bom Jesus em forma de linha, conforme Rolim e Sentelhas (1999).

GRÁFICO 1 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA EM LINHAS DO BALANÇO HÍDRICO NORMAL MENSAL DE BOM JESUS – PI



FONTE: ROLIM E SENTELHAS (1999)

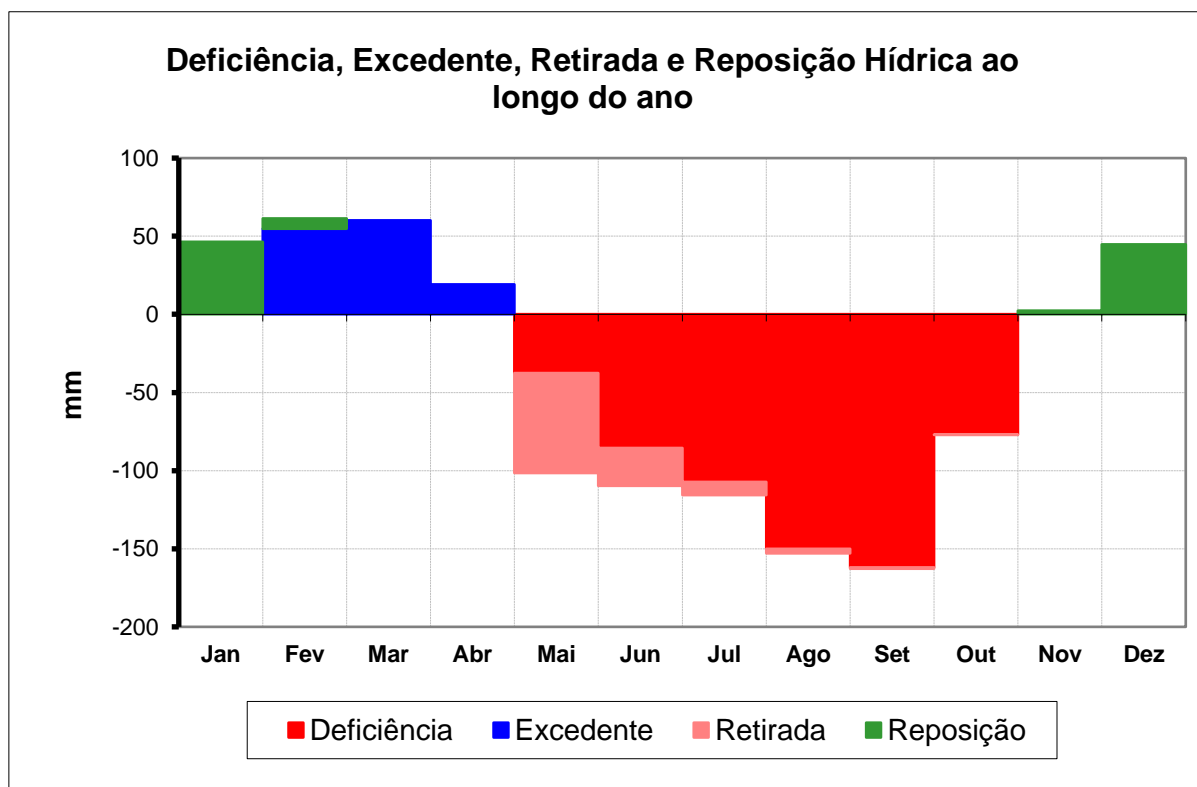
NOTA: Evapotranspiração potencial (ETP), Evapotranspiração real (ETR)

No gráfico 1 observa-se que as precipitações mais representativas estão entre os meses de outubro à metade de maio, com os maiores volumes precipitados entre os meses de dezembro a março. A evapotranspiração potencial (ETP) apresenta-se constante com pequenas variações entre os meses de janeiro a julho, com os valores variando entre 115mm a 127mm e entre agosto a dezembro os valores variam de 158 mm a 136 mm respectivamente. Setembro é o mês de pico com 183mm, seguido por outubro com 176mm. Já a evapotranspiração real (ETR)

apresenta um comportamento muito semelhante ao da precipitação pluviométrica, com pequenas variações, como pode ser observado no gráfico 1. Entre os meses de outubro e de maio a ETR apresenta os maiores valores, que variam de 90mm em maio a 144mm em novembro, que é o mês de pico. Entre julho e setembro ocorrem as menores variações, sendo 29mm em julho e a menor em agosto com 8mm. Os valores de ETP e ETR favorecem a evaporação e, portanto, certamente influenciarão na geração de percolados e chorume no aterro sanitário.

O gráfico 2 exibe a representação gráfica da deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica no solo ao longo do ano no município de Bom Jesus.

GRÁFICO 2 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA DEFICIÊNCIA, EXCEDENTE, RETIRADA E REPOSIÇÃO HÍDRICA NO SOLO AO LONGO DO ANO NO MUNICÍPIO DE BOM JESUS.



FONTE: ROLIM E SENTELHAS (1999)



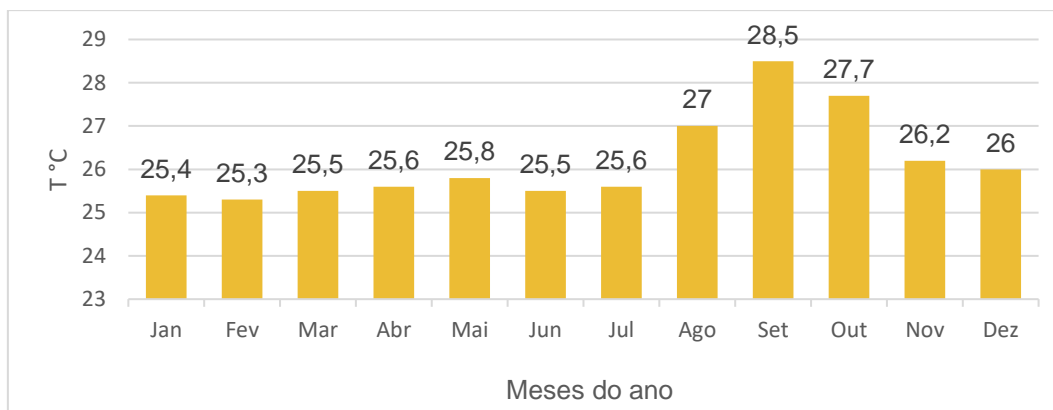
No gráfico 2 observa-se que existe uma deficiência hídrica crescente no solo entre os meses de maio a setembro e reduzindo em outubro quando tem início as precipitações. A deficiência de água do solo em maio é de - 38mm, a menor, e a maior em setembro com -162 mm. Em outubro reduz para -77 mm. Entre os meses de novembro a fevereiro ocorre reposição de água no solo em decorrência do período chuvoso e entre fevereiro e abril há excedente de água no solo, contribuindo para a recarga dos aquíferos. Entre os meses de maio a outubro registra-se um processo de retirada da água dos solos pelas plantas.

Como pode ser observado no gráfico 2 essa região apresenta um período de reposição e excedência de água no solo em igual número de meses com retirada e deficiência de água. Os meses do ano que apresentam deficiência de água no solo, ou seja, com baixo índice pluviométrico, é tendente a reduzir a produção de chorume e de percolados no aterro sanitário. Já no período de precipitações mais elevadas e solo em processo de reposição e excedente de águas, aumenta a possibilidade de produção de lixiviados, percolados e chorume, além de afetar as vias de acesso, caso essas não sejam feitas com material de boa qualidade, podendo interferir no aumento de tempo do transporte do lixo até o aterro sanitário.

Em função dessas condições climáticas é oportuno que a área do aterro sanitário fique localizada em uma área elevada, com boa drenagem e de acesso favorável o ano inteiro.

O gráfico 3 mostra as temperaturas médias mensais compensadas em °C obtidas das Normal Climatológica do Brasil de 1961 a 1990 no sítio do INMET. As maiores temperaturas são registradas no período de agosto a dezembro e os meses mais amenos ficam entre janeiro e julho. Fatores esses interferentes no processo de operação do aterro sanitário, por produzir maior lixiviado no período chuvoso, reduzindo a produção deste no período seco, com as temperaturas mais elevadas.

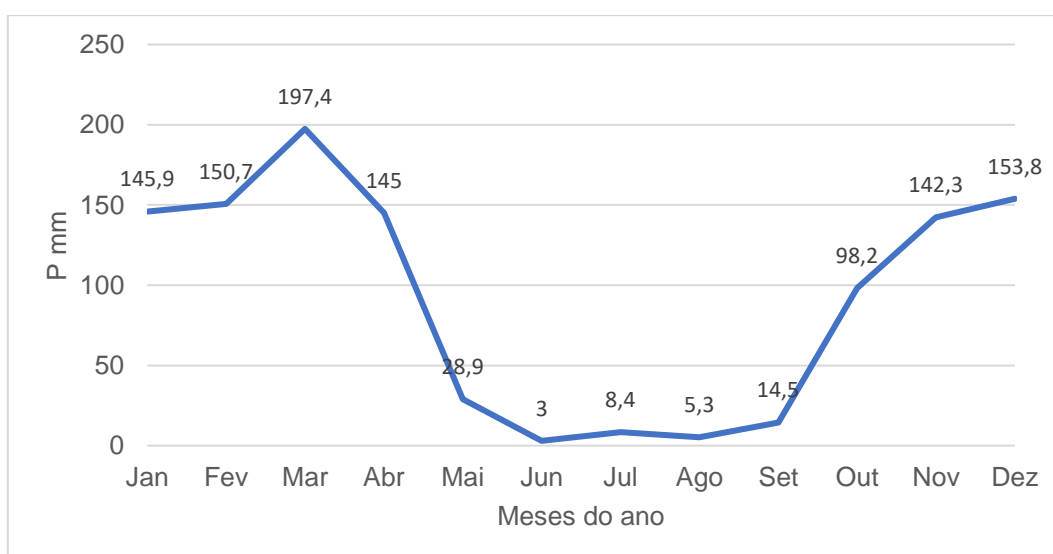
GRÁFICO 3 – TEMPERATURA MÉDIA COMPENSADA, MÉDIAS MENSAIS DE GILBUÉS NO PERÍODO 1961 A 1990



FONTE: INMET (1961 – 1990)

O gráfico 4 mostra a precipitação acumulada mensal em mm nos meses do ano, obtidas das Normal Climatológica do Brasil de 1961 a 1990, no sítio do INMET.

GRÁFICO 4 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL ACUMULADAS NO PERÍODO 1961 A 1990



FONTE: INMET (1961 – 1990)

Observar que entre outubro e meados de abril ocorrem as maiores precipitações, com médias bastante significativas, a menor sendo de 98mm em outubro com o mês de pico em março com 197mm. Estes meses são favoráveis à produção de percolados, lixiviados e chorume no aterro sanitário, e problemáticos para a realização da cobertura do lixo, em decorrência da elevada umidade do solo, talvez sendo necessária a realização de uma mistura do material de cobertura originário da cava com argila, para reduzir a infiltração de água no maciço de lixo.

No período de maio a setembro as precipitações pluviométricas apresentam um volume pequeno, com temperatura elevada favorecendo a evaporação e a redução de produção de lixiviados, percolados e chorume, melhorando as condições de operacionalização do aterro sanitário.

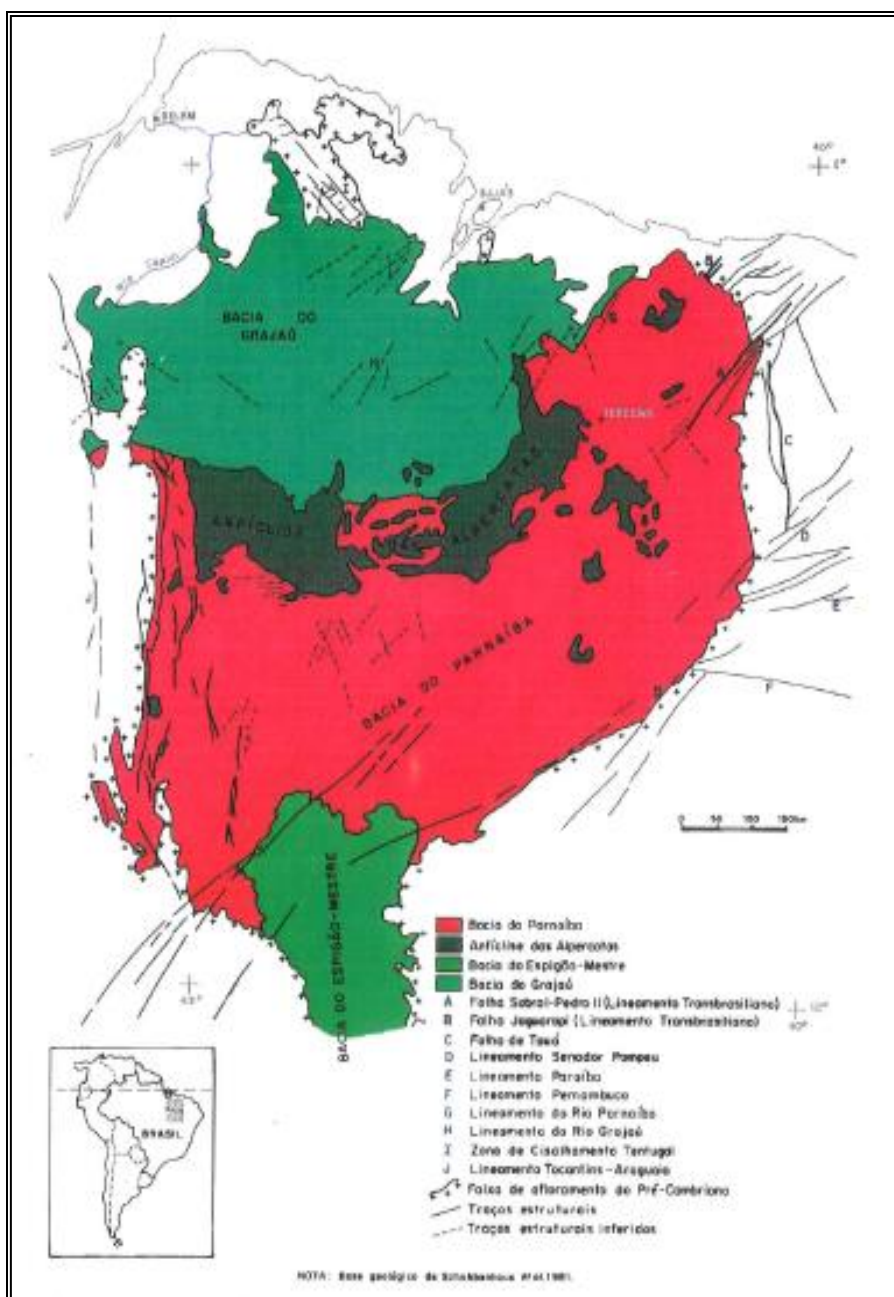
2.4 ASPECTOS GEOLÓGICOS PREDOMINANTES NO MUNICÍPIO

De acordo com Góes (1995) a Província Sedimentar do Meio-Norte foi subdividida em quatro unidades geotectônicas, que são: Bacia do Parnaíba, Bacia das Alpercatas, Bacia do Espigão-Mestre e Bacia do Grajaú. Na figura 3 observa-se como cada uma dessas bacias está posicionada espacialmente dentro da Província Sedimentar do Meio-Norte, além de mostrar a área de domínio de cada uma delas.

Bacia do Parnaíba é subdividida em supersequências deposicionais, das quais citaremos as que afloram no município de Gilbués: iniciaremos pela Formação Poti, posicionada no topo do Grupo Canindé, seguida pelo Grupo Balsas, representado pelas formações geológicas: Piauí (Carbonífero), Pedra de Fogo (Permiano) e Sambaíba (Triássico) e as que constituem a Bacia do Espigão-Mestre, (GÓES, 1995) ou Bacia Sanfranciscana, representada pelos Grupo Areado, este constituído por uma interdigitação das formações: Abaeté (basal), Quiricó e Três Barras, todas posicionadas no Eocretáceo e Grupo Urucuia, composto pela Formação Posse e Serra das Araras, posicionadas no Neocretáceo (CAMPOS e DARDENNE, 1997), que neste trabalho serão consideradas como Formação Areado

e Formação Urucuaia na representação do esboço geológico do município segundo (AGUIAR e GOMES, 2004).

**FIGURA 3 – SUBDIVISÃO DA PROVÍNCIA SEDIMENTAR DO MEIO-NORTE EM:
BACIA DO PARNAÍBA, BACIA DAS ALPERCATAS, BACIA DO
ESPIGÃO-MESTRE E BACIA DO GRAJAÚ**



FONTE: GÓES (1995, p.121)



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

O município de Gilbués assenta-se sobre as rochas sedimentares pertencente a Bacia do Parnaíba, composta pela seguinte sequência lito-estratigráfica: Formação Poti compõe o topo do Grupo Canindé fechando esse grande ciclo deposicional. A Formação Poti é composta por alternância pacotes de arenitos, siltitos e folhelhos, onde em sua porção basal ocorrem folhelhos preto e carbonosos e níveis de carvão mineral, depositadas em ambientes deltaico e litorâneos (CPRM, 2006; PFALTZGRAFF, 2010). As formações geológicas que compõem no Grupo Balsas, são representadas pela seguinte sequência, em ordem cronológica da mais antiga para a mais recente:

A Formação Piauí - essa formação, do Carbonífero Superior, contém em sua parte superior uma sequência continental de folhelhos e argilitos, de cor avermelhada, localmente com calcários. Em sua seção inferior, predominam bancos espessos de arenitos finos a médios, homogêneos, pouco argilosos e de cor róseo-avermelhada. Seu conteúdo fossilífero, de macro- e microfósseis, permite posicioná-la no Pensilvaniano. Formação Pedra de Fogo - depositada no início do Permiano, essa formação apresenta arenitos inferiores eólicos e arenitos superiores litorâneos, ocorrendo, ainda, folhelhos e arenitos depositados em planície de maré. Ocorrem, também, intercalações de calcários, silixitos e evaporitos. Formação Sambaíba - encerra o ciclo, com seus arenitos eólicos bimodais. Depositada em ambiente desértico, afossilífera, expõe dunas eólicas datadas do final do Triássico (Eotriássico), correspondendo ao final da desertificação da Bacia do Parnaíba. É constituída por arenitos róseo-avermelhados, arcósicos e pouco argilosos, granulação fina a média, com seixos ocasionais (PFALTZGRAFF, 2010).

A Bacia Sanfranciscana está representada no município de Gilbués pelo Grupo Areado que é constituído pelas sequência lito-estratigráfica: Formação Abaeté e composta por conglomerados, arenitos e folhelhos, em ambientes de leques aluviais ao sul da bacia e por sistemas fluviais entrelaçados no restante da bacia. Formação Quiricó é constituída predominantemente por sedimentos da fração argilosa, com folhelhos e siltitos de cores variadas, interestratificados entre si. Subordinadamente, ocorrem intercalações de arenitos variando de fino a grosseiro mais frequentes na parte superior da sequência. Ocasionalmente ocorre fácies de



calcário cinza esverdeado associado a bancos maciços de pelitos (SGARBI, 1989, apud CAMPOS e DARDENNE, 1997). Formação Três Barras composta por arenitos de granulação e cores variadas, com cimentação calcífero e matriz argilosa, com intercalações de níveis argilosos, caracterizada por deposição em ambientes fluviais, fluviodeltaicos e eólicos (CAMPOS e DARDENNE, 1997).

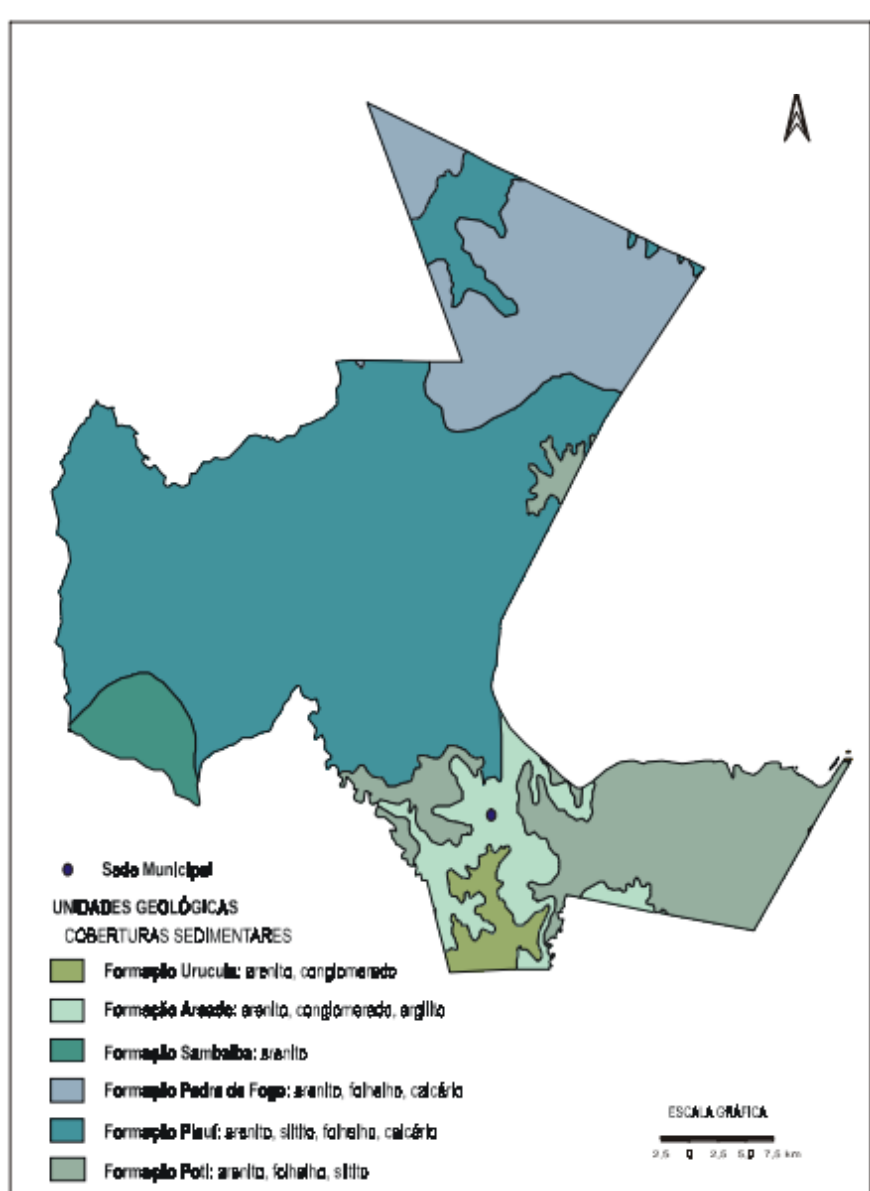
Grupo Urucuia posicionado no Neocretáceo e depositado em ambientes eólicos de campos de dunas secas, fluviais entrelaçados, representado A formação Posse é constituída por duas litofácies: a fácies 1 (um) é constituída por arenitos variando de muito finos, a médios, bem selecionados, grão de quartzo bimodais. Ocorrem lentes ou níveis de conglomerados médios a finos, com seixos do próprio arenito, cimentação silicosa. A fácies 2 (dois) é composta por arenitos finos, argilosos ou não de coloração branca e ocres, bem selecionados. A formação Serra das Araras é constituída por intercalações de arenitos, argilitos, e conglomerados com coloração avermelhada, intercalados em bancos plano-paralelos com espessuras variando de 50 centímetros a 2 metros. Os arenitos são silicificados, vermelhos e com níveis amarelados. cimentação por sílica e óxidos de ferro, localmente assemelhando-se a um silexito. Apresentam estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte e plano-paralelos, essas, mais comuns. Os conglomerados variam de finos e grossos, geralmente alocados na base de níveis de arenitos, possuem coloração vermelhos e são compostos por seixos de quartzo, quartzitos e arenitos. A matriz arenosa e comumente a cimentação é de sílica e óxido de ferro (CAMPOS e DARDENNE, 1997).

A figura 04 (quatro) mostra o esboço geológico do município de Gilbués de acordo com Aguiar e Gomes (2004), revelando as áreas de ocorrências das Formações geológicas da Bacia do Parnaíba e dos Grupos Areado e Urucuia da Bacia Sanfranciscana no território do município.

A área indicada para a implantação do Aterro Sanitário está assentada no domínio do Grupo Urucuia, enquanto a sede municipal encontra-se assentada sobre

as rochas do Grupo Areado, segundo o esboço geológico de (AGUIAR E GOMES, 2004).

FIGURA 4 – ESBOÇO GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE GILBUÉS



FONTE: Aguiar e Gomes (2004, p.4)



2.5 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DO LIXÃO E DO ATERRO SANITÁRIO

O lixão do município de Gilbués é subdividido em 2 (dois) núcleos próximos um do outro e interligados por uma pequena área que foi afetada pelo processo e encontra-se desativada. O primeiro núcleo está a 0,65 km da estação rodoviária do município. Esta área possui pouca concentração de lixo e aparentemente serve como fonte de argila. O segundo situa-se a 200m do primeiro núcleo, tendo as seguintes coordenadas geográficas: $-09^{\circ} 50' 49,448''$ S e $-45^{\circ} 21' 07,887''$ W e uma área de aproximadamente 6 (seis) ha.

No segundo núcleo são adotadas as práticas de queima para redução de volume e de raspagem por máquinas, das proximidades da área em recuperação para o limite final do lixão, delimitado por drenagem, onde o lixo é acumulado. Parte do lixo cai na drenagem de um tributário da rede hidrográfica da sub-bacia do riacho Marmelada. O acúmulo de lixo nessa drenagem termina por obstruí-lo parcialmente, formando barramento que permite a acumulação de percolados e chorume. Esse fato foi observado no momento da visita técnica. Os resíduos de feiras, capina e podagem são dispostos em separados, para secagem e posterior queima.

Localmente observou-se o registro de catadores de alumínio, urubus e a prática da queima para redução de volume. As fotos de números 01 (um) a 06 (seis) mostram a situação dos dois núcleos de lixão existentes, a raspagem mecânica e o empilhamento do lixo das bordas para o talvegue de um curso de água.

FOTO 1 – PRIMEIRO NÚCLEO DO LIXÃO. NO PRIMEIRO PLANO A PRESENÇA DE LIXO E AO FUNDO, AREA LIMPA COM INDÍCIO DE EXTRAÇÃO DE ARGILA



FOTO 2 – RESÍDUOS DE PODAGEM EXPOSTOS EM ÁREA SEPARADA PARA SECAGEM E POSTERIOR QUEIMA



FOTO 3 – PRESENÇA DE CATADORES E URUBUS**FOTO 4 – PRÁTICA DA RASPAGEM E EMPILHAGEM DOS RESÍDUOS APÓS QUEIMA EM DIREÇÃO AO CÓRREGO QUE DELIMITA A ÁREA**

FOTO 5 – EMPILHAGEM DE RESÍDUOS QUEIMADOS, OBSTRUÇÃO PARCIAL DO CÓRREGO, PERCOLADOS E CHORUME



FOTO 6 – RESÍDUOS FLUTUANDO NO RIACHO E OBSTRUINDO-O PARCIALMENTE



A figura 5 (cinco) mostra a imagem de satélite obtida no Google Earth, dezembro de 2018, exibindo a área ocupada pelo lixão em operação e o primeiro núcleo desativado, assim como a posição da área em relação ao município.

FIGURA 5 – IMAGEM DE SATÉLITE DO GOOGLE EARTH, MOSTRANDO A ÁREA DO LIXÃO COM RESÍDUOS SÓLIDOS DISPERSOS CAOTICAMENTE



FONTE: GOOGLE EARTH

A figura 06 (seis) exibe uma imagem de satélite obtida no Google Earth, dezembro de 2018, mostrando localização da área sugerida para a implantação do Aterro Sanitário de Gilbués, que tem acesso pela BR-135 da sede municipal até a área, por via asfaltada, distando de 11km a partir da estação rodoviária do município.

A área sugerida para o aterro fica em um local elevado, de relevo pouco undulado, lençol freático com profundidade superior a 30m, sem a presença de residências nas proximidades, solo de granulação fina, siltoso a siltico-argiloso, bem drenado e com disponibilidade de área para uma vida útil superior a 20 (vinte) anos.

FIGURA 6 - IMAGEM DE SATÉLITE DO GOOGLE EARTH, MOSTRANDO A LOCALIZAÇÃO DA ÁREA SUGERIDA PARA A IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO



FONTE: GOOGLE EARTH

A foto 07 (sete) mostra as características do solo do local sugerido para a implantação do Aterro Sanitário.

A foto 08 (oito) mostra a paisagem dominante na área sugerida para o Aterro Sanitário, revelando características do relevo e vegetação. Como pode ser observado o bioma da região é o cerrado e a área apresenta um estágio de capoeira em recuperação.

**FOTO 7 – VISTA DO SOLO DA ÁREA SUGERIDA PARA O ATERRO SANITÁRIO
DE GILBUÉS**

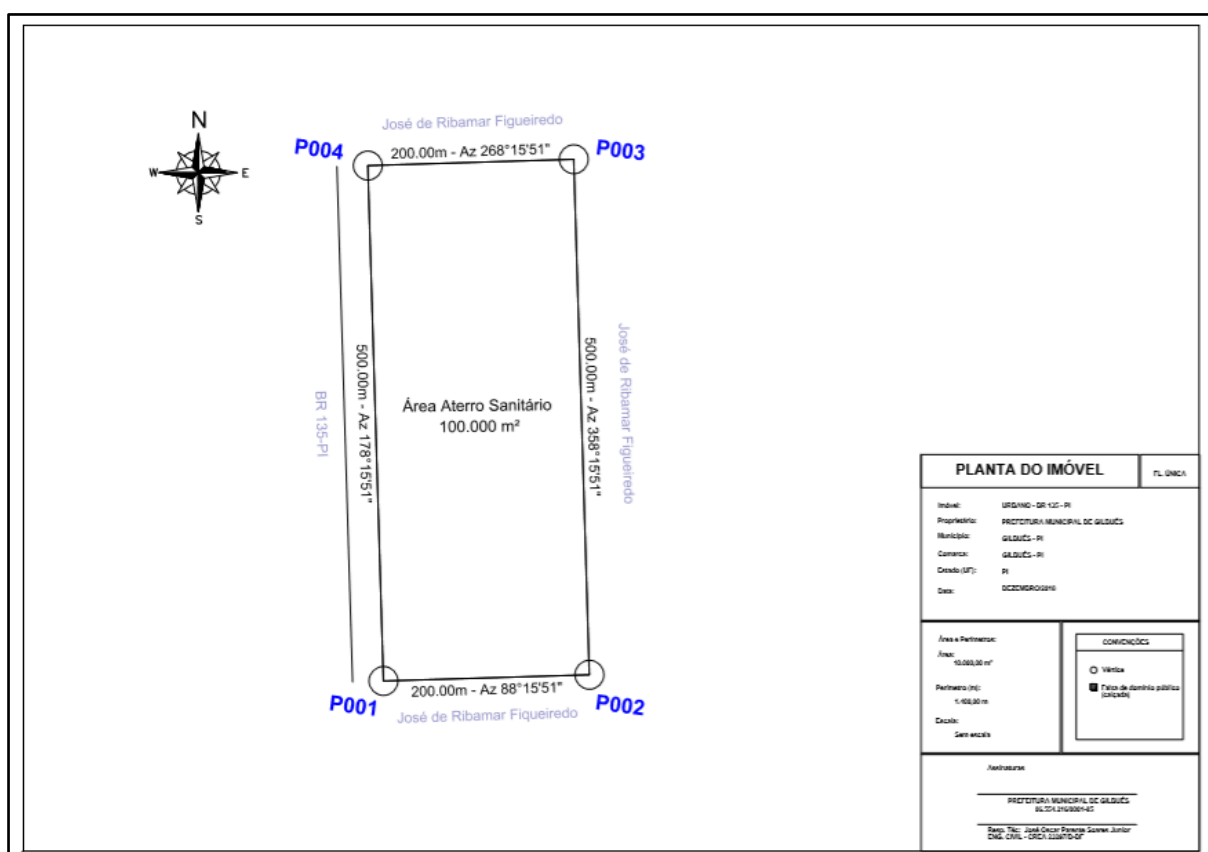


**FOTO 8 – VISTA DA ÁREA SUGERIDA PARA O ATERRO E MOSTRANDO QUE
O BIOMA DA REGIÃO É O CERRDO**



A figura 7 mostra a área adquirida pelo município para a implantação do Aterro Sanitário.

FIGURA 7 – ÁREA ADQUERIDA PELO MUNICÍPIO PARA AS INSTALAÇÕES DO ATERRO SANITÁRIO



2.6 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E DA LIMPEZA URBANA DO MUNICÍPIO

As informações obtidas para caracterização dos resíduos sólidos produzidos no município e do sistema de limpeza urbana em operação foram obtidas a partir dos dados obtidos junto à Diretoria de Limpeza Pública do município, tendo em vista que não existem registros disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SINIS.



Os resíduos sólidos produzidos no município e o sistema de limpeza urbana em funcionamento foram avaliados considerando os termos e definições normativas da ABNT.

2.6.1 Definições

Resíduos sólidos (RS) são definidos segundo a NBR 10.004

como qualquer material encontrado no estado sólido e semissólido resultantes das atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços e de varrição, abrangendo ainda os lodos originados de sistemas de tratamento de água, de equipamentos e instalações de controle de poluição, e determinados líquidos inviáveis para o lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) 2004, p.1)

Resíduos sólidos urbanos (RSU) de acordo com NBR15849

resíduos sólidos urbanos são os resíduos provenientes de domicílios, serviços de limpeza urbana, pequenos estabelecimentos comerciais, resíduos industriais e de prestações de serviços, que estejam incluídos no serviço de coleta regular de resíduos, e, que tenham características similares aos resíduos sólidos domiciliares (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) 2010, p.4)

Limpeza urbana (LU) de acordo com a Norma Regulamentadora da Secretária de Inspeção do Trabalho, SIT n.º 588,

limpeza urbana são as atividades que envolvem a coleta de resíduos sólidos, varrição, transbordo, manutenção de áreas verdes, tratamento de resíduos, ponto de recolhimento de resíduos (ecoponto), triagem de recicláveis e destinação final, a partir da sua produção e disposição para recolhimento ao ponto de destino (BRASIL, 2017).

2.6.2 Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana de Gilbués

Limpeza urbana é um serviço público que compreende, portanto, o manejo de resíduos sólidos envolvendo: coleta, remoção e o transporte dos resíduos sólidos domiciliares, varrição e limpeza de vias e logradouros públicos, remoção e transporte de resíduos das atividades de limpeza de feiras livres, mercados públicos,



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

abatedouros de animais, remoção de resíduos volumosos em vias públicas dispondo-os em aterros sanitários em conformidade com a legislação ambiental.

A limpeza urbana não está apenas associada à varrição de ruas, mas também a toda a manutenção da limpeza pública, em geral, como de parques e praças, capinação de ruas, podas de árvores e limpeza de bueiros e de cemitérios.

Os serviços de coleta de todos os tipos de lixo produzidos na área territorial do município de Gilbués são efetuados pela própria prefeitura nas áreas urbana e rural. Na área rural uma vez por ano na localidade Boqueirão e nas demais localidades por ocasião das festas religiosas.

A coleta dos resíduos domiciliares e comerciais na área urbana é efetuada diariamente e em 03 (três) turnos. No turno da noite a coleta é feita no lado direito da BR-135, no sentido da entrada da cidade vindo de Teresina, nos outros turnos nas demais áreas da cidade.

Os RSU públicos oriundos da Limpeza Urbana como: capina, roçado, poda, corte de árvores, coleta de animais mortos, limpeza de cemitérios, limpeza de estruturas de drenagem é um serviço contínuo praticado durante todo o ano, na área urbana da sede do município, sendo também destinados ao lixão do município sem interferência na coleta domiciliar, fazendo parte de rotina cotidiana própria.

Os resíduos de construção civil e demolição de acordo com a legislação, são de responsabilidade do gerador. No entanto estes serviços são prestados pela prefeitura sem regularidade e frequência definidas, sendo efetuada por demanda ou quando detectada a necessidade pelo setor responsável pela limpeza pública.

Quanto aos resíduos dos serviços de saúde, estes são gerados na área urbana por 1 (um) hospital e 2 (dois) postos de saúde nos bairros Santo Antônio e São Benedito. Os resíduos gerados por essas unidades de saúde são recolhidos pelo hospital semanalmente e queimados em local destinado a essa atividade. O



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

volume produzido por essas unidades é de aproximadamente 2 (dois) m³ por semana.

Na zona rural existem 5 postos de saúde que não têm os resíduos coletados por serem considerados de pequena significância. A produção de lixo nestes postos é muito baixa, tendo em vista que o funcionamento ocorre apenas em campanhas de vacinação ou quinzenalmente em eventuais visitas de agentes de saúde. O destino destes resíduos não foi informado, supõe-se que estes são destinados a lixões locais ou queimados como é feito na área urbana.

Outras fontes de geração de resíduos em volume significativos são oriundos das festas religiosas, cujas principais são: 13 de junho Santo Antônio; 6 a 15 de agosto – Nossa Senhora da Divina Pastora; 19 de março São José; 10 de outubro São Benedito (dez dias) e o aniversário da cidade 4 (quatro) de setembro. Esses eventos são precedidos de programação específica de limpeza efetuada pelo setor de limpeza pública do município.

A limpeza urbana do município de Gilbués faz parte das atribuições da Diretoria de Limpeza Pública do município e conta com os seguintes equipamentos: duas caçambas basculantes de 5m³.

O efetivo da limpeza urbana é formado por 12 (doze) garis, sendo 07 (sete) trabalhando no período diurno e 05 no noturno e 02 (dois) motoristas. Os serviços de poda, capina, limpeza de sarjetas e de cemitério são realizados diariamente e contam com 06 (seis) pessoas. Diariamente são coletadas 10 carradas de resíduos, destas 04 (quatro) são oriundas dos serviços de poda e capina.

O sistema de limpeza urbana não realiza pesagem do material coletado que é destinado a área do lixão, não dispondo de registro da quantidade de lixo que é coletado diariamente, assim sendo, a avaliação da produção diária dos resíduos domiciliares e comerciais é feita a partir da capacidade dos veículos coletores e do número de viagens que executam.



A cobertura da coleta na zona urbana é de 100% resultando num total de 10.000 habitantes beneficiados com o serviço de coleta de resíduos. Diariamente são coletadas 10 (dez) carradas de 5m³ de lixo, destas 06 (seis) carrada são de lixo domiciliar e comercial, que resulta num volume de 30m³/dia, e 04 (quatro) de lixo de poda, capina e varrição correspondendo a 20m³/dia. Considerando a densidade para esses tipos de lixo de 250kg/m³ (VILHENA, 2000), obtém-se o *per capita* do lixo domiciliar e comercial 0,75 kg/hab.dia e para o lixo público de 1,25 kg/hab.dia. Esses dados serão utilizados para os cálculos do Projeto Técnico do Aterro Sanitário e serão apresentados no Produto 2 (dois), em forma de planilha.

O município não dispõe de dados quantitativos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINIS, 2016).

Para fins de avaliação da produção de lixo acumulado no lixão no período de sua utilização, que é de 10 (dez) anos, utilizou-se dados do IPT/CEMPRE Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado, que adota um valor de *per capita* de 0,5 kg/hab.dia para lixo velho (VILHENA, 2018, p.51).

Para a estimativa do volume de lixo acumulado no lixão foi utilizado o seguinte procedimento: considerando o tempo de uso da área como destino final do lixo a céu aberto com incorporação da prática de queima ao longo dos anos em operação, que no caso de Gilbués, segundo informações do gestor, é de 10 anos. Adotou-se *per capita* de 0,5 kg/hab.dia que é o adotado por (VILHENA, 2018, p. 51) para lixo velho e 0,75 kg/hab.dia para lixo novo. A redução do volume do lixo pela prática de incineração a alta temperatura chega a 70% e da massa 90% (VILHENA, 2000, p. 203). Como na queima a céu aberto as temperaturas são mais baixas do que na incineração, e, portanto, teoricamente apresentando uma menor eficiência, mas levando em conta a degradação biológica também provoca redução do volume, adotou-se para esse trabalho que a queima a céu aberto associada a biodegradação reduzirá o volume em 70%.



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

A estimativa feita calculando o valor de produção diária de lixo como o produto do *per capita* de lixo velho (0,5 kg/hab.dia) pela população do município, ao longo de 10 (dez) anos, obtendo-se o valor da massa de lixo acumulada ao valor de 18.257 (dezoito mil, duzentos e cinquenta) toneladas. Considerando-se a queima e a decomposição com base em Vilhena (2018), essa massa ficou reduzida a 30 % do valor produzido, ou seja, 5.475 (cinco mil, quatrocentos e setenta e cinco) toneladas, admitindo-se a densidade do lixo acumulado de 300 kg/m³, o volume de lixo acumulado 18.250 m³ (dezoito mil, duzentos e cinquenta).

Segundo informações dos gestores da limpeza urbana, a administração municipal pretende utilizar a área do lixão em operação e a área do primeiro núcleo para fins de loteamento. Isso implicará em custos adicionais referentes a:

- transporte do lixo acumulado para a área do Aterro Sanitário;
- abertura e preparação de células no novo aterro para recebimento desse lixo;
- necessidade limpeza e requalificação da área do lixão para adequação ao uso pretendido.

As atividades de limpeza urbana no município demonstram satisfatória eficiência refletida nas principais vias e equipamentos públicos de aspecto limpo como pode ser observado na foto de número 9 (nove), que mostra a limpeza da rua e o incentivo da coleta seletiva em pontos de entrega voluntária.

As fotos de 10 (dez) a 13 (treze) mostram o tipo de acondicionador utilizado para o lixo público, as formas de descarte irregular de resíduos de construção civil e demolição e de resíduos volumosos.

FOTO 9 – RUA LIMPA, CAPINADA E COM INCENTIVO À COLETA SELETIVA EM PUNTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA



FOTO 10 – TIPO DE ACONDICIONADOR DE LIXO PÚBLICO



FOTO 11 – RESÍDUOS DE CONTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO**FOTO 12 – DESCARTE IRREGULAR DE RESÍDUOS VOLUMOSOS**

**FOTO 13 – DESCARTE DE CORTE DE ÁRVORE E INICIATIVA DE
ACONDICIONAMENTO PROTEGIDO DA AÇÃO DE ANIMAIS****3 ALTERNATIVA TECNOLÓGICA**

O Aterro Sanitário terá uma concepção tecnológica operacional em células que serão escavadas no solo, impermeabilizadas com argila e manta de Polietileno de Alta Densidade – PEAD, com drenos para captação de chorume e percolados, sistema de tratamento anaeróbico de chorume com descarga em uma área de charco, pequenas elevações ou drenos no entorno das células de forma a reduzir ou



evitar o fluxo de águas pluviais para o interior da células e drenos verticais para liberação dos gases para a atmosfera, pátio de compostagem e pátio de resíduos de construção e demolição.

O projeto prever uma vida útil de 16 (dezesesseis) anos, com divisão em 16 células, dimensionadas para um uso de 1 (um) anos cada, espaçadas uma da outra por uma distância de 5m. Essas células são destinadas aos resíduos públicos, exceto resíduos de construção civil e demolição, que terão um pátio no interior do aterro para esse fim. Além disso serão destinadas duas células para destinação do lixo acumulado no lixão.

A escolha da concepção tecnológica do aterro sanitário por células, deve-se primeiro por se tratar de áreas de desertificação, portanto, susceptíveis a processos erosivos, escorregamentos, desenvolvimento de voçorocas, e movimentação de sedimentos por escoamento das águas pluviais, portanto, a abertura de áreas menores tende a reduzir esses processos, ao contrário da concepção de aterros com abertura de grandes áreas que implicam em limpeza da vegetação de áreas significativas deixando o solo desnudo corroborando para o desenvolvimento e aceleração de alguns desses processos, isolados ou conjugados.

Outro aspecto que justifica a escolha do modelo de células é o fator econômico por não necessitar de grande aporte de capital na fase inicial de implantação do projeto em decorrência da ocupação da área ser de forma gradual. No entanto é necessário que haja comprometimento da administração municipal em dar continuidade ao processo de abertura de novas células antes do fechamento da célula em uso e do plano de encerramento de cada unidade em conformidade com as recomendações do projeto.

As células do Aterro Sanitário serão escavadas no solo e impermeabilizadas em sua base por uma camada compactada de 0,50 m de argila, onde será escavada uma canaleta central longitudinal à dimensão maior da célula, em forma de “U” com 0,4m de largura e 0,35m de profundidade e outras inclinadas em ângulo de 45° em

relação à canaleta central, em forma de “V” com 0,30m de largura e 0,25m de profundidade, espaçadas de 20 m uma da outra, formando uma estrutura do tipo espinha de peixe. Após as escavações das canaletas o fundo e as laterais da célula serão impermeabilizados com manta de Polietileno de Alta densidade - PEAD com espessura 2mm. As canaletas deverão ser preenchidas com seixos de granulação grossa e recobertas por uma manta filtrante. Após essas operações será colocada uma camada de 0,40m sobre a manta do solo retirado da escavação. Esse sistema drenará os percolados das células para o sistema de tratamento do tipo lagoa de estabilização, seguido de encaminhamento a um charco.

4 PARÂMETROS BÁSICOS DE DIMENSIONAMENTO DO ATERRO

A seguir serão apresentados os parâmetros básicos de dimensionamento do Aterro Sanitário que foram usados no cálculo dos volumes de resíduos acumulados e das áreas das células de confinamento dos resíduos até o final da vida útil projetada. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 1:

- a) vida útil do Aterro = 16 anos;
- b) densidade média do resíduo público (RPU) compactado = $0,7 \text{ t/m}^3$;
- c) contribuição *per capita* dos resíduos domiciliares = $0,75 \text{ kg/hab.dia}$;
- d) contribuição *per capita* dos resíduos públicos = $0,4 \text{ kg/hab.dia}$
- e) *per capita* dos resíduos de construção e demolição = $0,8 \text{ kg/hab.dia}$;
- f) massa de lixo gerada por dia = $M \text{ kg/dia}$, (TABELA 1);
- g) volume do resíduo gerado por ano compactado = $V \text{ m}^3/\text{ano}$ (TABELA 1);
- h) volume do lixo gerado em 16 (dezesesseis) anos considerando 20% para cobertura das camadas de lixo = $V_2 \text{ m}^3$ (TABELA 1);
- i) volume gerado com cobertura a cada ano = $V_2 \text{ m}^3$ (TABELA 1)



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

TABELA 1 - ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DO MUNICÍPIO DE GILBUÉS PARA O PERÍODO DE 2019 A 2038

TEMPO (ano)	POPULAÇÃO (hab)	RESÍDUOS DOMICILIARES (RSD) M (kg/dia)	RESÍDUOS DOMICILIARES (RSD) M (t/ano)	RESÍDUOS PÚBLICOS (RPU) M (kg/dia)	RESÍDUOS CONS. E DEM. (RCD) M (kg/dia)	RESÍDUOS CONS. E DEM. M (t/ano)	VOLUME DE RCD V (m ³ /ano)	VOLUME RSD, COMP. E COM COB. V ₂ (m ³ /ano)
2019	10 723	8 042,3	2 935,4	4 289,2	8 578,4	3 131,1	1 739,5	5 032,2
2020	10 761	8 070,4	2 945,7	4 304,2	8 608,4	3 142,1	1 745,6	5 049,8
2021	10 798	8 098,6	2 956,0	4 319,3	8 638,6	3 153,1	1 751,7	5 067,4
2022	10 836	8 127,0	2 966,4	4 334,4	8 668,8	3 164,1	1 757,8	5 085,2
2023	10 874	8 155,4	2 976,7	4 349,6	8 699,1	3 175,2	1 764,0	5 103,0
2024	10 912	8 184,0	2 987,2	4 364,8	8 729,6	3 186,3	1 770,2	5 120,8
2025	10 950	8 212,6	2 997,6	4 380,1	8 760,1	3 197,4	1 776,4	5 138,8
2026	10 988	8 241,4	3 008,1	4 395,4	8 790,8	3 208,6	1 782,6	5 156,7
2027	11 027	8 270,2	3 018,6	4 410,8	8 821,6	3 219,9	1 788,8	5 174,8
2028	11 066	8 299,2	3 029,2	4 426,2	8 852,4	3 231,1	1 795,1	5 192,9
2029	11 104	8 328,2	3 039,8	4 441,7	8 883,4	3 242,4	1 801,4	5 211,1
2030	11 143	8 357,4	3 050,4	4 457,3	8 914,5	3 253,8	1 807,7	5 229,3
2031	11 182	8 386,6	3 061,1	4 472,9	8 945,7	3 265,2	1 814,0	5 247,6
2032	11 221	8 416,0	3 071,8	4 488,5	8 977,0	3 276,6	1 820,3	5 266,0
2033	11 261	8 445,4	3 082,6	4 504,2	9 008,4	3 288,1	1 826,7	5 284,4
2034	11 300	8 475,0	3 093,4	4 520,0	9 040,0	3 299,6	1 833,1	5 302,9

FONTE: Censo Demográfico IBGE (2010) e Estimativa da População IBGE (2018).

NOTA 1: Com base nos dados do IBGE (2010, 2018) foi calculado a taxa de crescimento populacional e a evolução demográfica do município para a vida útil do Projeto.

NOTA 2: Todos os dados da TABELA 1 foram obtidos com base na população e na produção *per capita* do município.

NOTA 3: M = massa de lixo gerada; V = volume de lixo gerado; RSD = resíduo sólido domiciliar; RPU = resíduo público; COMP. = compactado; COB. = cobertura; V₂ = volume compactado com cobertura a cada dois anos; RCD. = Resíduo de construção e demolição, Peso Específico do RSD. compactado = 0,7 t/m³; Peso Específico do RCD = 1,8 t/m³.



4.1 DIMENSÕES DAS CÉLULAS

As células para recebimento dos Resíduos Públicos – RPU terão seção transversal do tipo trapezoidal com as seguintes características:

- talude = 1:1;
- altura útil = 3,0m;
- largura da base = 20m;
- largura do topo = 26m.

Área da seção transversal (S_t) de cada célula foi calculada usando a equação 1 (um). Até o final do projeto serão implantadas 10 células para os RPU, espaçadas de 5m, sendo uma célula a cada 2 anos. Todas as células terão a mesma seção transversal.

$$S_t = [(20 + 26) \div 2] \times 3 = 69 \text{ m}^2 \quad (1)$$

A superfície ocupada pelas células foi calculada usando a equação 2.

$$s_n = \text{largura do topo da célula "n"}(m) \times L_n(m) = \text{área célula m}^2 \text{ ou em ha} \quad (2)$$

Célula “1”:

O comprimento da célula “1” L_1 será:

$$L_1 = V_2 \div S_t \therefore L_1 = 5\,032,2 \div 69 = 72,9297\text{m} \cong 73\text{m}$$

Onde:

- S_t = seção transversal;
- L_1 = comprimento da célula “1”;
- V_2 = volume da célula “1”.

Superfície ocupada pela célula “1”:



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

$$s_1 = 26m \times 73m = 1898m^2 = 0,1898ha \cong 0,19ha$$

Onde:

- s_1 = superfície ocupada pela célula "1" = 0,19 ha;
- largura do topo da célula em m = 26 m;
- L_1 = comprimento da célula "1" em m = 73 m.

Célula "2":

O comprimento da célula "2" L_2 será:

$$L_2 = V_2 \div S_t \therefore L_2 = 5\,049,8 \div 69,0 = 73,185m \cong 73m$$

Onde:

- S_t = seção transversal;
- L_2 = comprimento da célula "2";
- V_2 = volume da célula "2".

Superfície ocupada pela célula "2":

$$s_2 = 26m \times 73m = 1\,902,8m^2 = 0,1902ha \cong 0,20ha$$

O comprimento da célula "3" L_3 será:

$$L_3 = V_2 \div S_t \therefore L_3 = 5\,067,4 \div 69 = 73,44m \cong 73,5m$$

Onde:

- S_t = seção transversal;
- L_3 = comprimento da célula "3";
- V_2 = volume da célula "3".

Superfície ocupada pela célula “3”:

$$s_3 = 26m \times 73,44m = 1909,45m^2 = 0,1909ha \cong 0,2ha$$

O comprimento da célula “4” L_4 será:

$$L_4 = V_2 \div S_t \therefore L_4 = 5085,2 \div 69,0 = 73,7m \cong 74m$$

Onde:

- S_t = seção transversal;
- L_4 = comprimento da célula “4”;
- V_2 = volume da célula “4”.

Superfície ocupada pela célula “4”:

$$s_4 = 26m \times 73,7m = 1916,16m^2 = 0,1916ha \cong 0,2ha$$

O comprimento da célula “5” L_5 será:

$$L_5 = V_2 \div S_t \therefore L_5 = 5103,0 \div 69 = 73,95m \cong 74m$$

Onde:

- S_t = seção transversal;
- L_5 = comprimento da célula “5”;
- V_2 = volume da célula “5”.

Superfície ocupada pela célula “5”:

$$s_5 = 26m \times 73,95m = 1922,87m^2 = 0,1923ha \cong 0,2ha$$

O comprimento da célula “6” L_6 será:

$$L_6 = V_2 \div S_t \therefore L_6 = 5120,8 \div 69 = 74,2m \cong 74m$$

Onde:

- S_t = seção transversal;
- L_6 = comprimento da célula "6";
- V_2 = volume da célula "6".

Superfície ocupada pela célula "6":

$$s_6 = 26m \times 74,2m = 1929,57m^2 = 0,1930ha \cong 0,2ha$$

O comprimento da célula "7" L_7 será:

$$L_7 = V_2 \div S_t \therefore L_7 = 5138,8 \div 69 = 74,47 \cong 74m$$

Onde:

- S_t = seção transversal;
- L_7 = comprimento da célula "7";
- V_2 = volume da célula "7".

Superfície ocupada pela célula "7":

$$s_7 = 26m \times 74,47m = 1936,34m^2 = 0,1936ha \cong 0,2ha$$

O comprimento da célula "8" L_8 será:

$$L_8 = V_2 \div S_t \therefore L_8 = 5156,7 \div 69 = 74,73m \cong 75m$$

Onde:

- S_t = seção transversal;
- L_8 = comprimento da célula "8";
- V_2 = volume da célula "8".

Superfície ocupada pela célula “8”:

$$s_8 = 26m \times 74,73m = 1943,1m^2 = 0,1943ha \cong 0,2ha$$

O comprimento da célula “9” L_9 será:

$$L_9 = V_2 \div S_t \therefore L_9 = 5174,8 \div 69 = 74,99,0m \cong 75m$$

Onde:

- S_t = seção transversal;
- L_9 = comprimento da célula “9”;
- V_2 = volume da célula “9”.

Superfície ocupada pela célula “9”:

$$s_9 = 26m \times 74,99m = 1949,9 m^2 = 0,1950ha \cong 0,2ha$$

O comprimento da célula “10” L_{10} será:

$$L_{10} = V_2 \div S_t \therefore L_{10} = 5192,9 \div 69 = 75,26m \cong 75m$$

Onde:

- S_t = seção transversal;
- L_{10} = comprimento da célula “10”;
- V_2 = volume da célula “10”

Superfície ocupada pela célula “10”:

$$s_{10} = 26m \times 75,26m = 1956,76 m^2 = 0,1957ha \cong 0,2ha$$

O comprimento da célula “11” L_{11} será:

$$L_{11} = V_2 \div S_t \therefore L_{11} = 5211,1 \div 69 = 75,5m \cong 75m$$

Onde:

S_t = seção transversal;

L_{11} = comprimento da célula "11";

V_2 = volume da célula "11".

Superfície ocupada pela célula "11":

$$s_{11} = 26m \times 75,5m = 1963,6m^2 = 0,1964ha \cong 0,2ha$$

O comprimento da célula "12" L_{12} será:

$$L_{12} = V_2 \div S_t \therefore L_{12} = 5\,229,3 \div 69 = 75,78m \cong 76m$$

Onde:

S_t = seção transversal;

L_{12} = comprimento da célula "12";

V_2 = volume da célula "12".

Superfície ocupada pela célula "12":

$$s_{12} = 26m \times 75,78m = 1970,5m^2 = 0,1970ha \cong 0,2ha$$

O comprimento da célula "13" L_{13} será:

$$L_{13} = V_2 \div S_t \therefore L_{13} = 5247,6 \div 69 = 76,0 \cong 76m$$

Onde:

S_t = seção transversal;

L_{13} = comprimento da célula "13";

V_2 = volume da célula "13".



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

Superfície ocupada pela célula “13”:

$$s_{13} = 26m \times 76,0m = 1977,3m^2 = 0,1977ha \cong 0,2ha$$

O comprimento da célula “14” L_{14} será:

$$L_{14} = V_2 \div S_t \therefore L_{14} = 5266 \div 69 = 76,3m \cong 76m$$

Onde:

S_t = seção transversal;

L_{14} = comprimento da célula “14”;

V_2 = volume da célula “14”.

Superfície ocupada pela célula “14”:

$$s_{14} = 26m \times 76,3m = 1984,3m^2 = 0,1984ha \cong 0,2ha$$

O comprimento da célula “15” L_{15} será:

$$L_{15} = V_2 \div S_t \therefore L_{15} = 5284,4 \div 69 = 76,58m \cong 77m$$

Onde:

S_t = seção transversal;

L_{15} = comprimento da célula “15”;

V_2 = volume da célula “15”.

Superfície ocupada pela célula “15”:

$$s_{15} = 26m \times 76,58m = 1991,2 m^2 = 0,1991ha \cong 0,2ha$$

O comprimento da célula “16” L_{16} será:



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

$$L_{16} = V_2 \div S_t \therefore L_{16} = 5302,9 \div 69 = 76,85m \cong 77m$$

Onde:

S_t = seção transversal;

L_{16} = comprimento da célula "16";

V_2 = volume da célula "16".

Superfície ocupada pela célula "16":

$$s_{16} = 26m \times 76,85m = 1998,2m^2 = 0,1998ha \cong 0,2ha$$

A área total ocupada pelas células será de 31.159,05 m², o que corresponde a 3,2 ha. A área do aterro sanitário será acrescida de 60% da área superficial das células para viabilizar as vias de serviço, área de preservação ambiental, sede da administração do aterro, sistema de tratamento dos percolados e charco, resultando em uma área de 5,12 ha.

4.2 COMPOSTAGEM DOS RESÍDUOS PÚBLICOS GILBUÉS

De acordo com as informações fornecidas pelo gestor da limpeza urbana do município é coletado diariamente um volume médio de 20 m³ de resíduos públicos – RPU (feiras, poda e capina). A partir desse valor, foi feita a estimativa de produção desses resíduos que está apresentada na Tabela 1.

Tendo em vista que a quantidade desses resíduos demandará muito espaço nas células de confinamento e também que as características pluviométricas do município predispõem ao desenvolvimento de vegetação, inclusive nas vias públicas, e que também favorece a degradação biológica de resíduos orgânicos, fez-se opção pela incorporação de um pátio de compostagem artesanal no Projeto a ser implantado na área destinada ao aterro sanitário.



A compostagem além de reduzir a quantidade de resíduos a depositar nas células do aterro, que tem um custo elevado, fornece um material rico em nutrientes que atua no solo e melhora o desenvolvimento de vegetais, assim sendo, o produto da compostagem ficará disponível para uso no processo de encerramento das células, onde está prevista a revegetação para efeito de recuperação do ecossistema típico da área do aterro.

O produto da compostagem também poderá servir para incorporação de matéria orgânica ao solo da área de cinturão verde do aterro para melhor desenvolvimento da vegetação que o compõe, ou outros usos de interesse do município, como: melhoria do solo em áreas degradadas, parques, praças e jardins, etc., estabelecendo um vínculo com o processo de Combate à Desertificação.

4.2.1 Dimensionamento do Pátio de Compostagem

Como não se tem dados sobre o percentual de matéria orgânica presentes nesses resíduos será considerado o valor de 70% e a produção estimada para fim de plano. Essa estimativa é baseada em (ORTIZ, ???). Assim sendo, tem-se os seguintes quantitativos:

- Produção de RPU em fim de plano = 4520 kg/dia;
- 70% de 4520 = 3164 kg/dia.

A compostagem deverá ser conduzida de forma artesanal em leiras diárias obedecendo aos critérios que fazem a decomposição da matéria orgânica acontecer no tempo previsto. Esse tempo envolve duas fases, sendo uma de decomposição ativa e outra de maturação e pode ser considerado como sendo de 100 dias.

Admitindo-se que a densidade desses materiais seja 570 kg/m³ (ORTIZ, ???), serão adotadas leiras diárias com seção reta triangular com 1.5m de altura e 2m de largura.



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

Cálculo da leira:

- Área da seção transversal $A_T = 1,5 \times 2/2 = 1,5 \text{ m}^2$;
- Volume do lixo orgânico $V = 3164/570 = 5,5 \text{ m}^3$;
- Comprimento da leira $L = 5,5/1,5 = 3,6$;
- Dimensões da leira $1,50\text{m} \times 2\text{m} \times 3,6\text{m}$;
- Área da base da leira $= 2 \times 3,6 = 7,2\text{m}^2$.

As leiras precisam passar por processo de reviramento periódico para promover aeração da massa compostável, por isso, necessitam ter a área da base duplicada. Logo a área operacional de cada leira totalizará:

$$A_{OL} = 7,2 \times 2 = 14,4 \text{ m}^2$$

Onde:

A_{OL} = Área Operacional da Leira.

Sendo o período de compostagem da mistura (fase ativa + fase de maturação) de 100 dias e considerando que seja montada 1 leira por dia, tem-se que a Área Útil – A_u do pátio de compostagem será:

$$A_u = 14,4 \text{ m}^2 \times 100 = 1\,440 \text{ m}^2;$$

Tendo em vista a necessidade de circulação de pessoas e equipamento entre as leiras a área útil será acrescida em 20 %, o que totalizara no pátio com espaços de circulação ente as leiras = $1\,728 \text{ m}^2$.

A unidade de compostagem conterà um depósito de aproximadamente 20m^2 para guardar equipamentos, ferramentas, e uma baia para estocar material com 40m^2 . Portanto a área da unidade de compostagem será:

$$A_p = 1728 + 20 + 40 = 1\,788 \text{ m}^2 \cong 0,2 \text{ ha.}$$



4.3 PÁTIO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Será incorporado à área do Aterro Sanitário um pátio destinado à disposição temporária dos resíduos de construção civil e demolição para 1 (um) ano de uso tendo em vista que esses resíduos poderão ser aproveitados, dentre outras possibilidades, na operacionalização do aterro.

Tendo como referência o ano de 2034 que é o final da vida útil do projeto, onde a estimativa de produção dos resíduos de construção e demolição é de 3 299,6 t/ano e que a densidade desses resíduos, segundo o IPT/CEMPRE (2000) é de 1,8 t/m³ o volume previsto é de 1 833,1 m³, prevendo uma altura de 2m para a pilha de resíduos, a área superficial será de 1 018,3 m² aproximadamente 0,1 ha.

A área correspondente ao total de 16 (dezesesseis) células de lixo novo (3,2 ha), adicionando mais 2 (duas) células para destinação final dos resíduos oriundos do lixão (0,4 ha) como parte do processo de remediação deste acrescida de 60%, da área para tratamento de percolados e chorume com charco e áreas de circulação, e de administração, além de espaço dos pátios de compostagem (0,2 ha) e de resíduos de construção civil e demolição (0,1 ha), totalizando uma área de: 6,06 ha.

Como a área adquirida pelo município é de 10 (dez) ha, a área restante será de cinturão verde e de Reserva Legal.



CONCLUSÃO

O levantamento de dados bibliográficos e institucionais, bem como as informações coletados em visita técnica ao município foram ferramentas decisivas na caracterização dos resíduos sólidos produzidos no município, do sistema de limpeza urbana praticada pela gestão municipal, no diagnóstico da área do lixão em operação e também, da seleção da área que mais se aproximou dos requisitos normativos para a instalação do aterro sanitário.

A implantação do aterro sanitário na área selecionada, por sua vez, representará a interrupção de práticas inadequadas de destinação final dos resíduos sólidos em lixão e seus efeitos deletérios ao meio ambiente, principalmente por se tratar de ambiente vulnerável ao processo de desertificação em função de suas peculiaridades ambientais e por abrigar os aquíferos da Bacia Sedimentar Sanfranciscana que contribuem para o fluxo de base do rio Parnaíba, e dos aquíferos da Bacia Sedimentar do Parnaíba: Pedra de Fogo, Poti e Piauí, que são aquíferos de vazões médias entre 10 m³/h a 15 m³/h, muito importantes para o abastecimentos de núcleos habitacionais urbanos e rurais.

A área do lixão foi descartada como possibilidade de aproveitamento para instalação do Aterro Sanitário por várias questões técnicas e legais. Primeiro por se localizar muito próxima a Estação Rodoviária do município; segundo por estar a margem de um tributário da rede hidrográfica atrelada a afluentes do Rio Parnaíba em seu alto curso, terceiro por estar praticamente dentro do perímetro urbano do município.

A área do lixão atual é pretendida para fins de loteamento imobiliário e, portanto, não pode ser aproveitada para o encerramento do lixão em decorrência da proposta de uso do solo. O encerramento do lixão vai ser realizada pelo recolhimento e transporte de todo o lixo da área, que será disposto em 2 (duas)



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

célula com seção transversal trapezoidal, com talude 1:1, com base menor de 20 m, base maior com 26 m e profundidade útil de 3m.

Como sugestão estas células poderão ser implantadas na nova área do aterro sanitário e instaladas nos mesmos moldes das células do aterro, já descritas anteriormente e encerradas com processo de revegetação.

A nova área adquirida pelo município de Gilbués para a futura implantação do aterro sanitário apresenta foi a área que melhor se enquadrou nos critérios técnicos e ambientais, principalmente por apresentar um lençol freático profundo, acima de 25m de profundidade, inexistência de residências nas proximidades e acessibilidade o ano inteiro com quaisquer condições climáticas.



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Resíduos sólidos urbanos – aterro sanitário de pequeno porte – diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.** NBR 15849. Rio de Janeiro, 2010. 24p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Resíduos sólidos – classificação.** NBR 10004. Rio de Janeiro, 2004. 71p.

AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. de. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea.** Estado do Piauí: diagnóstico do Município de Gilbués. Atlas Digital dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Piauí. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16500/Rel_SantoAntoniodeLisboa.pdf?sequence=1. Acessado em: 04/12/2018

BRASIL/PIAUI, Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Mineração, Geologia e Transformação Mineral. Serviço Geológico do Brasil (CPRM). do Estado do Piauí. Secretaria de Planejamento. **Mapa geológico do estado do Piauí** escala 1:1000000. DIGEOP, 2 Versão. Teresina, 2006. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/cartografia_regional/mapa_piaui.pdf Acessado em: 04/12/2018.

BRASIL, Ministério do Trabalho. Secretária de Inspeção do Trabalho. **Portaria SIT n.º 588, de 30 de janeiro de 2017.** Norma regulamentadora dispõe sobre os requisitos mínimos para a gestão da segurança, saúde e conforto nas atividades de limpeza urbana. Portaria MT. DOU nº 22, Seção 1, pág. 62. 30 de janeiro de 2017. disponível em: [http://www.fundacentro.gov.br/Arquivos/sis/EventoPortal/AnexoConteudoProgramatico/Norma_Regulamentadora_-_Limpeza_Urbana%20\(1\).pdf](http://www.fundacentro.gov.br/Arquivos/sis/EventoPortal/AnexoConteudoProgramatico/Norma_Regulamentadora_-_Limpeza_Urbana%20(1).pdf). Acesso em 14 de janeiro de 2019.

GÓES, A. M. **A formação Poti (carbonífero inferior) da bacia do parnaíba.** Tese Doutorado – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995, 171p. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-11022014-105309/pt-br.php>. Acesso em: 04/12/ 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Glossário geológico.** Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 214 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8304.pdf>. Acesso em: 04/01/2019.



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

INMET. **Normais climatológicas do Brasil**. Disponível em:
<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas> . Acesso em: 03/12/2018.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA – IICA. Representação do IICA Brasil. **Manual para apresentação de relatórios técnicos, produtos e consultorias**. 1. ed. Brasília: IICA, 2009. 135p. Disponível em: <http://www.iica.int>. Acessado entre nov/2018 a jan/2019.

PFALTZGRAFF, P. A. dos S. (Org.). **Geodiversidade do estado do Piauí**. Recife: CPRM, 2010. 260p. Disponível em:
<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/16772?show=full>. Acesso em: 04/12/2018.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C. **Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955)**. Piracicaba. ESALQ, 1999. CD-ROM.

SECRETARIA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Sistema nacional de informações sobre saneamento**: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos 2016. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2017. Disponível em:
<http://www.sinis.gov.br>. Acesso em:16/01/2019

SÍTIO IBGE cidades. Disponível em: <https://ww.ibge.gov.br.censo>. Consultado em: 04/12/2018.

VILHENA, A; D´ALMEIDA, M. A. O. (Coor). **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370 p.

VILHENA, A. (Coor). **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 4. ed. São Paulo: CEMPRE, 2018. 316 p. Disponível em:
http://cempre.org.br/upload/Lixo_Municipal_2018.pdf . Acesso em:16/01/2019



GLOSSÁRIO

Os termos e definições relacionado a resíduos sólidos urbanos foram retirados na íntegra da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Normas Brasileiras (NBR), que trata de resíduos sólidos urbanos – aterros sanitários de pequeno porte, NBR 15849/2010. As definições geológicas foram retiradas do Glossário Geológico (IBGE, 1999).

aqüífero Unidade geológica que contém e veicula água em quantidades econômicas, de modo a servir como fonte de abastecimento.

ATERRO SANITÁRIO DE PEQUENO PORTE EM TRINCHEIRAS: instalação para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, em escavação sem limitação de profundidade e largura, que se caracteriza por confinamento em três lados e operação mecanizada.

ATERRO SANITÁRIO DE PEQUENO PORTE EM VALAS: instalação para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, em escavação com profundidade limitada e largura variável, confinada em todos os lados, oportunizando operação não mecanizada.

ATERRO SANITÁRIO DE PEQUENO PORTE: aterro sanitário para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, até 20 t por dia ou menos, quando definido por legislação local, em que, considerados os condicionantes físicos locais, a concepção do sistema possa ser simplificada, adequando os sistemas de proteção ambiental sem prejuízo da minimização dos impactos ao meio ambiente e à saúde pública.

CONDICIONANTES AMBIENTAIS: conjunto de fatores ambientais locais, físicos, bióticos e antrópicos, que determinam os procedimentos e sistemas necessários para a minimização dos impactos e para a proteção ambiental.

EXCEDENTE HÍDRICO: valor resultante do balanço entre diversos parâmetros climáticos e hidrológicos locais que incorpora características típicas de diferentes tipos de solos.

fácies sedimentar Mudanças laterais das características Etológicas e paleontológicas dentro de uma unidade estratigráfica, como resultado das variações que existem naturalmente dentro dos ambientes sedimentares.

formação (Geologia) Unidade fundamental da classificação litoestratigráfica. Trata-se de um corpo rochoso caracterizado pela relativa

homogeneidade litológica, forma comumente tabular, geralmente com continuidade lateral e mapeável na superfície terrestre ou em subsuperfície.

grupo (Geologia) Unidade litoestratigráfica formal, de categoria superior à formação, e constituído necessariamente pela associação de duas ou mais formações, relacionadas por características ou feições litoestratigráficas comuns ou por referências litoestratigráficas que o delimitam.

LIXIVIADO: líquido resultante da infiltração de águas pluviais no maciço de resíduos, da umidade dos resíduos e da água de constituição de resíduos orgânicos liberada durante sua decomposição no corpo do aterro sanitário.

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: resíduos que, em conformidade com o estabelecido na Resolução CONAMA no 404/2008, sejam provenientes de domicílios, serviços de limpeza urbana, pequenos estabelecimentos comerciais, industriais e de prestação de serviços, que estejam incluídos no serviço de coleta regular de resíduos e, que tenham características similares aos resíduos sólidos domiciliares.

SISTEMA DE COBERTURA FINAL: camada de material aplicada sobre os resíduos, destinada ao fechamento da área aterrada, garantindo a integridade do maciço, minimizando a infiltração das águas de chuva e possibilitando o uso futuro da área.

SISTEMA DE COBERTURA OPERACIONAL: camada de material aplicada sobre os resíduos ao final de cada jornada de trabalho, destinada a minimizar a infiltração das águas de chuva, evitar o espalhamento de materiais leves pela ação do vento, a presença de animais, a proliferação de vetores e a emissão de odores.

SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS: conjunto de estruturas que tem como objetivo captar e dispor de forma adequada as águas da chuva incidentes sobre as áreas aterradas e seu entorno.

SISTEMA DE DRENAGEM DE GASES: conjunto de estruturas que tem por objetivo possibilitar a remoção adequada dos gases gerados no interior dos aterros.

SISTEMA DE DRENAGEM DE LIXIVIADOS: conjunto de estruturas que tem por objetivo possibilitar a remoção e destinação adequada do lixiviado gerado no interior dos aterros.

SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO: elemento de proteção ambiental destinado a isolar os resíduos do solo natural de maneira a minimizar a infiltração de lixiviados e de biogás.

SISTEMA DE ISOLAMENTO FÍSICO: dispositivos que têm por objetivo controlar o acesso às instalações dos aterros, evitando desta forma a interferência de pessoas não autorizadas e animais em sua operação ou a



INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

realização de descargas irregulares de resíduos, bem como diminuir ruídos, poeira e odores no entorno do empreendimento.

SISTEMA DE MONITORAMENTO: estruturas, instrumentos e procedimentos que têm por objetivo a avaliação sistemática e temporal do comportamento dos aterros, bem como sua influência no ambiente.

SISTEMA DE TRATAMENTO DE LIXIVIADOS: instalações e estruturas destinadas à atenuação das características do lixiviado dos aterros sanitários atendendo à legislação no que tange ao descarte de efluentes.

SISTEMAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ATERRO: componentes do aterro sanitário de pequeno porte destinados a minimizar os impactos ambientais decorrentes da disposição dos resíduos sólidos urbanos no solo. Inclui a condição natural favorável do subsolo, a camada impermeabilizante do solo, sistema de recobrimento, sistema de manejo de águas pluviais, sistema de manejo de lixiviados, sistema de manejo de emissões gasosas e paisagismo.