

**ESTUDO DE IMPACTO
AMBIENTAL
- E.I.A. -**



**CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO DO
“ATERRO SANITÁRIO DE
TERESINA”**



Teresina, Setembro de 2008

SUMÁRIO

PARTE 01 - APRESENTAÇÃO

01. INTRODUÇÃO
02. OBJETIVO

PARTE 2 - O EMPREENDIMENTO

01. INTRODUÇÃO
02. OBJETIVO
03. JUSTIFICATIVA
04. DADOS DO EMPREENDEDOR
05. DESCRIÇÃO DO PROJETO
06. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS
07. METODOLOGIA EXECUTIVA
 - 7.1. - ATERRAMENTO E TERRAPLENAGEM (de acordo com o projeto técnico)
 - 7.2. - OBRAS DE DRENAGEM
 - 7.3. SISTEMA DE TRATAMENTO DE LIXIVIADO
 - 7.4. DIMENSIONAMENTO DA MOVIMENTAÇÃO DE TERRA
 - 7.5. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA VIÁRIO
 - 7.6. ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL
08. PLANEJAMENTO GOVERNAMENTAL NA ÁREA DO PROJETO

PARTE 03 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

01. INTRODUÇÃO
02. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL
03. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO.
04. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL
 - 4.2 ANÁLISE DA PLUVIOMETRIA
 - 4.3 UMIDADE RELATIVA DO AR
 - 4.4 EVAPOTRANSPIRAÇÃO
 - 4.5 UMIDADE RELATIVA DE SATURAÇÃO
 - 4.6 TEMPERATURAS MÁXIMA, MÍNIMA, MÉDIA E AMPLITUDE TÉRMICA.
 - 4.7 VENTOS (VELOCIDADE E DIREÇÃO)
 - 4.8 INSOLAÇÃO
 - 4.9 NEBULOSIDADE
 - 5.0 FOTOPERÍODO
 - 5.1 BALANÇO HÍDRICO
 - 5.2 GEOLOGIA
 - 5.2.1 GENERALIDADES
 - 5.2.2 HIDROGEOLOGIA
 - 5.3 RELEVO
 - 5.4 HIDROGRAFIA
 - 5.5 DADOS FLUVIOMÉTRICOS DO RIO POTI
 - 5.5.1 - Dados e fontes pluviométricas

5.6 CARACTERÍSTICAS DAS VAZÕES MÉDIAS ANUAIS NAS SEÇÕES AO LONGO DO RIO POTI (M³/S)

5.7 LAGOAS E ALAGADOS

6. MEIO BIOLÓGICO

6.1 VEGETAÇÃO

6.2 FAUNA

7. MEIO ANTRÓPICO

7.1 PERFIL DA CIDADE DE TERESINA

7.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

8. UNIDADE ECOLÓGICA

8.1. O RIO POTI

PARTE 04 - IMPACTOS AMBIENTAIS

1.0 INTRODUÇÃO

2.0 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

2.1. METODOLOGIA

03. PROGNÓSTICOS AMBIENTAIS: IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS

3.1. CENÁRIO ATUAL

3.2. CENÁRIO TENDENCIAL

3.3. CENÁRIO ALVO

4.0 PREVISÃO DE MAGNITUDE

4.1. MEIO FÍSICO

4.2. MEIO BIÓTICO

4.3. MEIO ANTRÓPICO

05. MEDIDAS MITIGADORAS

06. ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO

PARTE 01 - APRESENTAÇÃO

01. INTRODUÇÃO

A situação dos municípios brasileiros no que se refere a saneamento básico é, ainda no presente, extremamente caótica. Dos pilares fundamentais do saneamento básico: água, esgoto e lixo, é, esse último componente, o que é oferecido aos municípios brasileiros através de um serviço de pior qualidade e que, de longe, vem a atender através de uma prática correta, todas as nuances inerentes ao seu manejo. Embora as estatísticas não sejam discordantes, pode-se arriscar que menos de 5% dos municípios brasileiros dispõe de um serviço adequado referente a resíduos sólidos. Doenças afeitas a serviços precários de coleta e disposição de lixo nos municípios brasileiros são várias e a recente epidemia de dengue, sobretudo no Nordeste brasileiro, é um termômetro do que ocorre, atualmente, no setor (FIUZA e OLIVEIRA, 1995).

O presente documento técnico integra o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), do Aterro Sanitário Metropolitano de Teresina.

Esta unidade será composta de dois grandes blocos de células executadas em 03(três) Fases operacionais. Foram executados levantamentos de campo pela presente equipe técnica, priorizando-se os aspectos ambientais, biológicos, geológicos e sócio-econômicos, complementando-se dessa forma as informações disponíveis para a elaboração do presente documento. Tal elaboração foi pautada ainda nos critérios, restrições e diretrizes preconizadas na legislação pertinente ao assunto.

O Aterro Sanitário de Teresina-PI será composto por células para resíduos sólidos urbanos e valas sépticas para resíduos de serviços de saúde, além de uma unidade de Triagem de Resíduos Sólidos e uma Unidade de Podas e Compostagem, além do sistema de drenagem de águas pluviais e de drenagem de gases e um sistema de tratamento de esgotos e lixiviado.

02. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar estudos de avaliações de impactos e de alternativas para a construção e operação do Aterro Sanitário de Teresina.

PARTE 2 - O EMPREENDIMENTO

01. INTRODUÇÃO

A evolução da humanidade aliada ao desenvolvimento sócio-econômico, provocaram mudanças nos hábitos da maioria da população mundial: o consumismo, que provoca problemas relacionados a escassez de recursos naturais e aos rejeitos provenientes da atividade humana.

Assim, os problemas sócio-ambientais intensificaram-se durante o século XX, pois ainda não está disponível a todos, uma adequação tecnológica e uma política de consumo sustentável, ocorrendo apenas a exploração dos recursos naturais, sem a preocupação com seu limite potencial. Enquanto isso, os dejetos são gerados na mesma proporcionalidade e, não havendo capacidade de serem absorvidos, geram conflitos na disposição final adequada.

Essa é a grande preocupação das administrações públicas municipais, como efetivar um tratamento adequado ao recolhimento e disposição final dos rejeitos provenientes de sua população, que gera toneladas de resíduos sólidos e líquidos diariamente, absorve grande parte da receita administrativa e exige espaços cada vez maiores, uma vez que uma tonelada de lixo ocupa o espaço de 4 a 5 m³ (Silva, 2001, p.33).

Teresina, capital do Estado do Piauí, com cerca de 782.000 habitantes, tem no setor terciário, formado pelos sub-setores comércio, serviços e administração pública, a sua mais importante atividade econômica. Esta importância justifica-se pelo fato do município abrigar a sede administrativa do Governo e por sua localização que, junto aos serviços sociais que presta, lhe permite exercer uma influência em diversas cidades do estado e fora dele.

No desejo de cada vez mais atingir seus consumidores, o comércio varejista se expandiu e dispersou o que marcou o estilo provinciano da cidade, além de ano ser um bom gerador de emprego. O desenvolvimento da cidade vem acompanhado de alguns problemas, entre eles os resíduos sólidos (lixo) gerados nas residências, indústrias, hospitais, vias públicas, etc., é tido como um dos maiores.

Visando dar um tratamento adequado, aos resíduos sólidos, a Qualix vai instalar e operar um Aterro Sanitário, no km 07, zona sul de Teresina. Nesse sentido, o Aterro Sanitário de Teresina, além da compartimentação dos resíduos sólidos, também adotará um sistema de tratamento de efluentes líquidos e gasosos, associado a uma operação compatível

com os critérios de segurança sanitária, ambiental e social, o que difere dos lixões que não possuem localização adequada, impermeabilização do solo, tratamento do chorume e não atendem às rigorosas normas de engenharia.

02. OBJETIVO

O objetivo do empreendimento é dotar a capital do Estado do Piauí de um Aterro Sanitário moderno e eficiente.

03. JUSTIFICATIVA

Do ponto de vista histórico, a adaptação de um local qualquer para receber os lixos (lixões como são conhecidos) produzidos por uma comunidade e armazená-los de qualquer jeito, mostrou-se ineficiente, impactante ao meio ambiente, poluidor dos aquíferos subterrâneos, disseminador de doenças, produtor de vetores transmissores e causadores de doenças e do ponto de vista de impacto de vizinhança notadamente na área social altamente degradante.

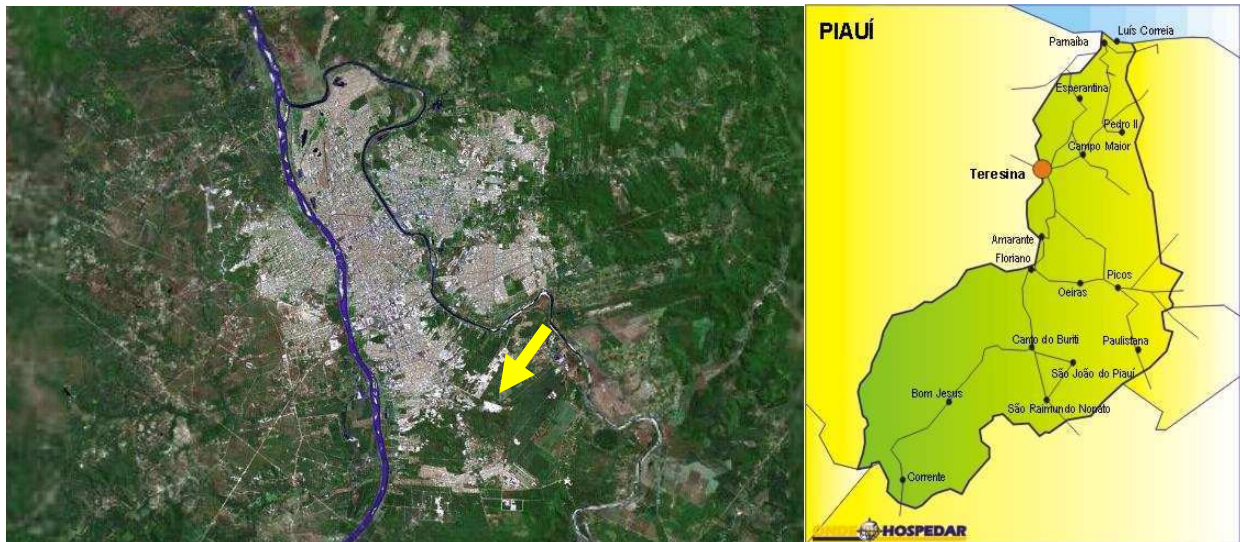
Neste sentido o Aterro que será construído se distingue dos lixões e mesmo dos Aterros Controlados, pela sua eficiência na acomodação e tratamento dos resíduos sólidos. Será concebido e administrado como uma unidade e provido de equipamentos que permitem otimizar os espaços de depósitos e no futuro se utilizar dos produtos gerados pela decomposição do lixo os quais serão comercializados gerando um retorno para o poder público municipal.

Por isso quando se planeja um Aterro Sanitário, alguns aspectos devem ser considerados em termos da potencialidade do lugar quanto a: condições econômicas; acesso para veículos; tamanho, acesso e topografia do lugar; disponibilidade de bens; leis de zoneamento urbano; e, tipos de uso do solo da vizinhança. A quantidade de resíduos produzidos atualmente e produção futura e os tipos de resíduos vão determinar o tamanho do Aterro e o tipo de equipamentos que o mesmo deve contemplar.

Este estudo, considerando informações do tipo população na área de influência, renda per capita, ingressos financeiros, hábitos de consumo e potencial de produção de resíduos, per capita, industrial, hospitalar, etc., concluiu que Teresina, oferece grande viabilidade para instalação do aterro que se esta a licenciar.

LOCALIZAÇÃO

O Aterro Sanitário será construído no município de Teresina, capital do Estado do Piauí, no nordeste do Brasil. Localiza-se a 14,5 km do centro comercial do município, na porção sul de Teresina.



Mapa do Piauí (2006), com destaque para a área do Aterro Sanitário; INPE (2006). Fonte: CAVALCANTI e VIADANNA, 2006.

04. DADOS DO EMPREENDEDOR

NOME: QUALIX SERVIÇOS AMBIENTAIS LTDA

CNPJ: 02.592.658/0005-99

ENDEREÇO: Rua E – Lote: 83 e 84, Distrito Industrial de Teresina, CEP 64.000-000 – THE/PI

05. DESCRIÇÃO DO PROJETO

Na atualidade o Aterro Controlado de Teresina sofre alguns problemas operacionais, com consequência ao meio ambiente. A instalação de um aterro sanitário, com recuperação da área degradada atual permitirá uma série de benefícios oriundos da solução técnica adotada, quais sejam:

- i. Na entrada do aterro teremos uma balança de última geração com controle automático e leitura “on-line” direta na administração municipal. A presença desta nova balança permitirá um controle de entrada e saída dos veículos transportadores;
- ii. Os resíduos que tiverem acesso ao aterro serão caracterizados, fiscalizados e destinados às células específicas para seu tratamento. Neste sentido é possível separar os resíduos provenientes de podas, fossas, granjas, etc. daqueles com possibilidade de serem recicláveis;
- iii. O processo de espalhamento, compactação e cobertura dos resíduos deverão atender as normas vigentes, aumentando a segurança ambiental e reduzindo os volumes aterrados;
- iv. As bases das novas células terão uma impermeabilização que garanta sua total impermeabilização, garantindo a completa estanqueidade dos efluentes líquidos (lixiviado), garantindo a integridade do subsolo;
- v. A camada de cobertura deverá ser impermeável a emissão para a atmosfera dos gases gerados no aterro, bem como controlar a entrada de águas pluviais;
- vi. Os gases gerados no processo de biodegradação dos resíduos deverão ser drenados, capturados e tratados por dispositivos (flaire) que permitam a troca de gás metano por dióxido de carbono. Deve-se avaliar o potencial de gases gerados no sentido de sua utilização como fonte alternativa de energia para a infra-estrutura do aterro;
- vii. Os efluentes líquidos devem ser drenados e tratados na estação de tratamento de lixiviado. No Projeto Executivo deve-se avaliar a possibilidade de co-tratamento dos resíduos de fossa com o lixiviado;
- viii. O monitoramento ambiental é um instrumento de grande importância na avaliação da qualidade ambiental do ar, dos líquidos tratados e dos processos de tratamento dos resíduos;
- ix. A estratégia de implantação e operação do aterro sanitário deve requerer um modelo de gestão dos resíduos a serem tratados, incluindo os recicláveis, os compostáveis e os destinados ao aterramento, sejam de origem hospitalar, domésticos, comerciais ou os provenientes de algum tipo de indústria. Para isso

deve-se modernizar a recepção dos resíduos, inclusive de forma a qualificá-los e não apenas quantificá-los como é feito na atualidade;

- x. Todo o processo de planejamento, implantação e operação do aterro sanitário devem envolver o corpo técnico da Prefeitura e demais entidades responsáveis pelo empreendimento.

COLETA DE RESÍDUOS DOMICILIARES E DE SAÚDE

- i. Atualmente a Prefeitura realiza a coleta através de uma empresa terceirizada, sendo utilizados para isso 21 caminhões auto-compactantes, sendo 3 destes reservas, além de caminhões específico para a coleta de resíduos de serviço de saúde e um caminhão específico para coleta de penas e vísceras. Neste serviço a Prefeitura aplica em media R\$ 800.000,00 por mês e coleta um total de 13.500 toneladas ou 450 toneladas por dia.
- ii. Na Prefeitura existe um projeto de coleta seletiva nos bairros em processo de aprimoramento. O atual projeto da Prefeitura prevê um incremento da coleta seletiva nos bairros, associado a um programa de sensibilização da sociedade, capacitação e organização social de catadores, além de infra-estrutura para triagem, compactação e comercialização dos produtos.

CONCEPÇÃO DO SISTEMA

Justificativa para a Alternativa Escolhida

Para grandes quantidades, o tratamento de RSU em aterros sanitários ainda é uma solução segura e de baixo custo para a realidade brasileira. No que se refere aos custos operacionais de cada alternativa, os aterros sanitários tem um custo variando entre R\$ 7 a R\$ 30 por tonelada, a depender dos investimentos necessários e quantidades de resíduos. A compostagem tem um custo operacional de tratamento que varia entre R\$ 50 e R\$ 80 por tonelada, enquanto a coleta seletiva varia entre R\$ 100 e R\$ 150 por tonelada. Todas as alternativas podem ter um valor agregado que deve reduzir estes custos operacionais. Por exemplo, no caso de aterros o biogás pode gerar créditos de carbono pela redução de emissões ou geração de energia. A compostagem pode agregar valor pelo composto orgânico produzido, que pode ser comercializado. A reciclagem pela comercialização dos

produtos. No caso específico de Teresina a Prefeitura Municipal já dispunha de terreno próprio, com área disponível adequada para instalação de um aterro sanitário. Além deste aspecto, a implantação do novo aterro propiciará a recuperação ambiental da área atual, que possui um passivo dificilmente recuperável se a alternativa tecnológica do tratamento fosse outra.

Modelo de Gestão

Atualmente a Prefeitura executa a operação do aterro por administração direta, alugando somente equipamentos (máquinas e transportes). Após a execução dos investimentos previstos neste Projeto, a operação do aterro será realizada de forma terceirizada, cabendo a Prefeitura a fiscalização de todos os aspectos previstos, em consonância com as normas técnicas e legislação pertinente do assunto.

- **CONCEPÇÃO DO PROJETO**

O modelo tecnológico proposto para este projeto é a implantação de um aterro sanitário celular, que deverá compor um sistema integrado de gerenciamento de resíduos no Município. Para efeito de entendimento da concepção do projeto são apresentadas as seguintes definições:

Aterro sanitário: “técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos na menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores se for necessários” (NBR 8419 e 13.826 - ABNT 1984-2001).

A **Unidade de Aterro Sanitário** é de tecnologia de operação relativamente simples, se comparada com outras alternativas de tratamento, e principalmente por ser uma alternativa tecnológica de custo suportável e indicada por organismos internacionais para nossa realidade sócio-econômica e ambiental. Esta unidade será composta de dois grandes blocos de células executadas em 03(três) Fases Operacionais, descritas adiante, para o aterramento de resíduos domiciliares e públicos.

Tendo em vista as premissas de projeto e a necessidade fundamental de se obter material de cobertura dentro da própria área do aterro, concebeu-se um projeto que

permitisse a sua implantação em etapas, onde o material de jazida existente na própria área do aterro seja utilizado na medida em que as células sejam operadas.

O Aterro Sanitário de Teresina-PI será composto por células para resíduos sólidos urbanos e valas sépticas para resíduos de serviços de saúde, além de uma unidade de Triagem de Resíduos Sólidos e uma Unidade de Podas e Compostagem, além do sistema de drenagem de águas pluviais e de drenagem de gases e um sistema de tratamento de esgotos e lixiviado.

O dimensionamento das células utilizadas para receber os resíduos domiciliar e público do aterro sanitário de Teresina é baseado no princípio de maior reaproveitamento da área para obtenção de uma vida útil de 12 anos. Neste sentido, a operação destas células foi dividida em três fases distintas:

O tratamento de percolado se dará através de um sistema de tratamento baseado no físico-químico e biológico, onde a vazão dimensionada do projeto foi baseado no Método da CETESB.

Os líquidos drenados das células serão tratados em sistemas de tratamento de líquidos, em conformidade com os padrões vigentes e a legislação pertinente ao assunto.

O projeto prevê também um sistema viário interno que permita o acesso dos veículos coletores à frente de serviço, em qualquer época do ano, sendo necessário para isso à implantação de um sistema de drenagem de águas pluviais que evita a ocorrência de processos erosivos e danos aos acessos.

A área será murada em sua área frontal e cercada com cerca de arame farpado no restante do perímetro, para assim evitar o aparecimento de catadores, que além de dificultar a operação do aterro sanitário, causam problemas de ordem sócio-ambiental.

O sistema integrado de destinação final dos resíduos sólidos propostos para o município de Teresina prevê o tratamento e destinação final com capacidade de tratar desde 450 t/dia dos resíduos sólidos urbanos no primeiro ano, até absorver a produção gerada em 12 anos. Assim, levando-se em conta a característica dos resíduos do município, o modelo pode ser estruturado da seguinte forma:

- **Unidade de Aterro Sanitário:** Foi concebido por ser de tecnologia de operação relativamente simples, se comparado com outras alternativas de tratamento,

além do município resolver o grave quadro da disposição atual, recuperando-a e implantando na área posterior (anexa) esta alternativa tecnológica;

• **Unidade de Triagem de Materiais Recicláveis:** Os resíduos domésticos e comerciais passarão, por um processo de triagem para separação e tratamento dos componentes recicláveis, a partir do qual serão destinados à indústria ou unidades de reciclagem. A definição das condições adequadas para implementação dessa atividade estará condicionada a capacitação das pessoas que trabalharão nesta unidade e a decisões administrativas. Esta unidade poderá ser instalada na área frontal do aterro sanitário.

• **Unidade de Tratamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde:** Os resíduos sólidos provenientes dos estabelecimentos de serviços de saúde, clínicas, serão classificados de acordo com o grau de patogenicidade, a partir da qual serão aterrados em Valas Sépticas isoladas dentro da área da atual disposição final do Município, que receberá os resíduos de serviços de saúde gerados nas unidades de saúde conforme a Resolução CONAMA 358/2002.

• **Unidade de Podas** - É, portanto uma unidade industrial que receberá os resíduos de podas vegetais (podas de ruas, praças e parques). Os resíduos serão processados e transformados em bastonetes uniformes conforme solicitação da unidade que vai utilizá-la como elemento no co-processamento.

• **Unidade de Compostagem** - A unidade de tratamento de resíduos orgânicos – que produz a compostagem, através dos resíduos provenientes de mercados e feiras livres, que são ricos em matéria orgânica junto com as folhas das podas de árvores, quando compostados dão um composto orgânico de qualidade e que pode ser usado em praças e jardins municipais, nas escolas e creches do município e na recomposição de áreas degradadas resultantes da implantação do aterro sanitário.

06. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Um projeto deste porte requer a satisfação de algumas premissas para tomada de decisão quanto a sua localização dentre as quais:

- Tamanho e localização da área disponível;

- Manter estreita relação e proximidade com a área urbana, área de maior produção de lixo;
- Apresentar facilidades de acesso interligando, em um tempo mínimo, de carro, pontos extremos da área de coleta do lixo;
- Condições geomorfológicas da área.

Durante os meses de maio a agosto de 2008 foi feito um estudo de viabilidade, envolvendo aspectos sociais, econômicos, demográficos da cidade de Teresina, bem como da produção de lixo, em cenários presentes e futuros, através de processamento de dados oficiais fornecidos pela SDU SUL, levantamento de informações “*in locum*”, análises de críticas e consistência destes dados e estudos de sensibilidade, chegando-se a duas alternativas de locação:

- 1 - Construir o Aterro na Zona Rural de Teresina, na região sul ou leste;
- 2 - Considerando as exigências necessárias, a economicidade, a existência de uma área pertencente a prefeitura de Teresina, a área já ser utilizada para acondicionamento de lixo, foi a outra alternativa e mais viável para as condições do projeto. Portanto esta foi a alternativa escolhida.

Neste sentido o presente estudo, analisará e discutirá a hipótese da construção do Aterro apenas para a segunda alternativa, isto é, na zona urbana do Município de Teresina, no bairro conhecido por quilometro 7, em virtude do levantamento do meio físico, os estudos de viabilidade e os dados levantados em pesquisas fez com que o empreendedor optasse por esta alternativa (mapa de localização anexo).

Para esta decisão considerou-se também:

1. Ser a capital de Estado e com uma população estimada em 782.000 habitantes, apresentando sua base de sustentação no setor terciário (comércio, serviços e administração pública)
2. Teresina exerce uma influência direta e imediata, como centro polarizador de comércio e serviços, sobre municípios do estado do Piauí e do Maranhão.
3. O local escolhido satisfaz as exigências do projeto, além do fato de que o empreendedor tem autorização contratual da Prefeitura de Teresina para uso e ocupação da área

4. Da população de Teresina pesquisada, pela consultoria ambiental mais 70% manifestou favorável que o Aterro continue na área atualmente utilizada para depósito de lixo, e que a área expressa em contar com uma instalação comercial desta forma estruturada na região. Conforme quadro a seguir:

ATRIBUTOS PESQUISADOS	Sim %	Não %	Não sabe n. opina %	Total %
Residência em Teresina	100	0	0	100
Tem coleta domiciliar	77	23	0	100
Reside em casa própria	62	29	9	100
Possui outros imóveis	4	95	1	100
Possui automóvel	42	54	4	100
Faixa de rendimentos				
abaixo de 3 sm				74
entre 3 e 5 sm				43
entre 5 e 10 sm				15
entre 10 e 20 sm				21
entre 20 e 30 sm				9
			Total entrevistados	162
Preferência de localização				
Zona Rural, Região Sul	10	6		16
Zona Rural, Região Leste	4	11		15
Zona Urbana, km 7	52	17		69

QUADRO 01: PESQUISA DE OPINIÃO. Fonte: pesquisa de Campo - junho/2008

07. METODOLOGIA EXECUTIVA

O empreendimento será executado em duas etapas, definidas a seguir;

EXECUÇÃO DE VALAS SÉPTICAS PARA RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Segundo Ribeiro Filho (2000), o sistema utilizado de valas sépticas começa a apresentar alguns problemas, quando a destinação dos resíduos ultrapassam 1 ton/dia, o que não é caso de Teresina. Considerando-se aproximadamente 15% deste resíduo como infectante, e que apenas estes resíduos serão depositados nas valas sépticas, já que os resíduos decorrentes de atividades de escritório e refeitório, serão coletados pela Prefeitura

de forma convencional, pois correspondem aos resíduos urbanos e destinados ao aterro de resíduos sólidos urbanos.

A metodologia de operação da célula especial de resíduos de serviços de saúde será descrita a seguir.

Segundo relatório técnico **The Public Health Implications of Medical Waste: A Report to Congress** (EUA, 1990), os resíduos infectantes não tratados podem ser dispostos em aterros sanitários desde que sejam rigorosamente seguidos os procedimentos para prevenir o contato dos trabalhadores com esses resíduos, durante as operações de manuseio e disposição. Neste sentido, deverá ser instalado processo para tratamento ou processo de descontaminação dos resíduos de serviços de saúde antes de serem dispostos na célula especial de Resíduos de serviços de saúde.

A metodologia utilizada corresponde a de um aterro em valas ou trincheiras, que são utilizadas para a destinação final dos resíduos domiciliares de pequenas comunidades, só que com alguns cuidados especiais.

A área destinada a execução da célula especial de resíduos de saúde – vala séptica deverá ser:

- Local alto e seco, não sujeito a inundações e enxurradas;
- Terreno pouco permeável;
- Utilizar manta de PEAD de 2,0 mm;
- Área com espaço para pelo menos 12 anos de operação;
- Menor distância possível em relação aos pontos de segregação;
- Cobertura diária dos resíduos;
- Coleta e tratamento do lixiviado produzido;
- Coleta das águas superficiais através de canais de drenagem;
- Dreno testemunho para prova contra vazamentos;
- Distância maior que 200 metros de núcleos urbanos e corpos d'água;
- Monitoramento da área durante e após encerrada a operação, até que os resíduos ali dispostos estejam estabilizados;

AÇÕES E CONTROLES

No que se refere à operação da vala séptica, deve-se estabelecer is seguintes critérios:

- Desenhar um plano de ocupação da área e manter registros das datas de abertura e fechamento, bem como dimensões e volume depositado em cada célula especial;
- Os resíduos devem ser dispostos diretamente na célula, tomando-se o cuidado de não romper os sacos plásticos, podendo usar a ponta da retro escavadeira para acomodar os resíduos, de forma a aumentar a vida útil de cada célula;
- Preencher a célula especial de RSS a partir da extremidade que é fechada pela junção dos três taludes, formando células inclinadas, não fazer camadas horizontais;
- Após o preenchimento total, recobrir a célula com uma camada de regularização em argila, de 60 cm, compactando-a de forma a evitar a infiltração de água; e
- Demarcar com estacas permanentes e identificar todas as células para evitar novas escavações no mesmo local.

O sistema de disposição final de resíduos de serviços de saúde deverá ser composto por um conjunto de valas sépticas, devidamente projetadas para receberem os resíduos e confiná-los adequadamente, durante um período mínimo de 12 anos.

• ALGUMAS ATIVIDADES PRELIMINARES À DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE NA CÉLULA ESPECIAL DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Normalmente, antes de se proceder ao início da disposição dos resíduos de serviços de saúde nas valas sépticas, uma serie de atividades preliminares devem ser executadas, visando otimizar as atividades de deposição que se seguirão bem como evitar problemas ambientais. As principais atividades, preliminares, de um modo geral, são:

1. Limpeza do local
2. Remoção e estoque do solo orgânico
3. Terraplenagem de confinamento da célula especial
4. Instalação de rede de drenagem superficial provisória e/ou definitiva;

5. Instalação de proteções ambientais (impermeabilização com manta de PEAD de 2,0 mm ou argila, sistema de drenagem de percolado, monitoramento, etc);
6. Sistema de Tratamento – pode ser conjunto a ETC do aterro sanitário;
7. Preparo das entradas de acesso principal e secundário;

- A execução de valas sépticas possui algumas vantagens, como:

- a) Rápida implantação;
- b) Baixo investimento inicial e custo de operação e manutenção;
- c) Fácil operação manual e tecnologia muito simples;
- d) Utilização de equipamento pesado (escavadeira ou retro-escavadeira) pré-determinada, para a abertura de nova vala séptica;
- e) Possibilidade de utilização futura da área para vários tipos de lavoura ou pastagem.

As dimensões de cada vala séptica serão de 12,0m x 30m x 2,4m e terá o espaçamento de 20 cm de solo compactado.

DIMENSIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS E MÃO DE OBRA

Os equipamentos e mão de obra a serem utilizados serão dimensionados de acordo com a natureza dos serviços a executar. Também é apresentada uma estimativa de utilização mensal para cada equipamento, como pode ser visto na tabela 21.

NATUREZA DO SERVIÇO	EQUIPAMENTO / PESSOAL	UTILIZAÇÃO MENSAL
Conservação das vias de acesso	01 motoniveladora de 140 HP	80 horas
Sistema de drenagem (líquidos e gases)	01 retro-escavadeira sobre pneus	200 horas
Construção das células de tratamento, espalhamento e compactação dos resíduos	02 trator de Esteira D-65	400 horas
	01 Poclain	400 horas
Recobrimento dos resíduos	01 pá carregadeira	200 horas
	04 caminhões caçamba	200 horas / cada
Recepção e controle	01 balança rodoviária	

Controle Operacional	01 eng. civil residente	Integral
Administração	01 gerente 05 balanceiro 05 orientadores de tráfego	Integral
Segurança e controle	05 porteiros 05 vigilantes	Integral
Operação de máquinas e veículos	08 operadores 04 motorista	De acordo com os horários dos equipamentos e veículos
Limpeza geral	5 Garis	Integral
Topografia	01 Topógrafo 01 Ajudante	02 vezes por semana
Laboratório	01 químico 01 auxiliares de laboratório 01 auxiliar de serviços gerais	Integral

Tabela 21 - Dimensionamento de Equipamentos e Mão-de-Obra

INFRA ESTRUTURA DE APOIO

A infra-estrutura de apoio operacional do aterro são as relacionadas abaixo:

Unidades de apoio

As unidades de apoio são componentes do projeto que dizem respeito a segurança, ao controle, a manutenção, ao estoque de materiais, ou seja, todas as instalações que apoiarão a atividade fim de destinação final dos resíduos.

Em Alvenaria

Será construído um muro em alvenaria com altura de 2,30 m, com embasamento em alvenaria ½ vez, com pilares de concreto a cada 3,00m e cinta de amarração no coroamento do muro e chapiscado. Será construído no perímetro frontal do empreendimento, e, entre o lixão e área nova do aterro com extensão de 1250 metros, e tendo como finalidade impedir a passagem de pessoas estranhas a área.

Cerca

O projeto prevê um perímetro externo que abrangerá toda a área do Aterro Sanitário de Teresina. As cercas serão construídas em mourões de concreto, deverá possuir altura superior a 2,10 metros, acima do solo e 50 cm enterrada e com alvenaria com 60 cm, contará

com arame galvanizado farpado ou liso a cada 15 cm. A extensão total das cercas externa será de 5.204 metros de comprimento. A principal finalidade das cercas é impedir o acesso de pessoas, veículos e animais ao interior do aterro sanitário celular e de pessoas não autorizadas.

Guarita e Portaria

Consiste de uma edificação composta por uma sala de operação da balança, um wc para atender aos porteiros e fiscais de pesagem e uma balança rodoviária eletrônica, sendo que servirá de controle de entrada e de saída de resíduos, de 60 toneladas. Esta edificação será construída em alvenaria singela, revestida em argamassa de cimento e areia, pintada com tinta pvc, coberta com telha canal, sobre laje pré-moldada. O piso será em cerâmica vitrificada, as esquadrias em alumínio e vidro transparente.

A sala de operação da balança rodoviária será dotada de ar condicionado, o wc será composto de 01 bacia sanitária, 01 chuveiro e um lavatório. A portaria será dotada de sistema de abastecimento d'água, através de reservatórios inferiores e superior, sistema de esgotamento sanitário e energia elétrica trifásica estabilizada atendendo as exigências do fabricante da balança rodoviária.

Unidade Administrativa

Trata-se de uma edificação composta por quatro salas (gerenciais e administrativas) e dois wcs (um social e outro de serviço) e por um mini auditório. As salas gerenciais serão utilizadas pelo engenheiro e corpo técnico e a administrativa pelo gerente do aterro. Os wcs estarão localizados entre as duas alas e serão utilizados por todo o pessoal administrativo (o social) e pelo pessoal de operação (o de serviço). A edificação será construída em alvenaria singela, com paredes revestidas em argamassa de cimento e areia pintados com tinta pvc látex. A cobertura será em telha cerâmica tipo canal aplicada sobre laje pré-moldada, o piso será em cerâmica vitrificada e as esquadrias em alumínio e vidro transparente.

As salas contarão com instalações para ar condicionado. Os wcs serão compostos por uma bacia sanitária, um chuveiro e um lavabo, cada um.

A edificação possuirá uma área compatível com as necessidades de construção. e fabricada para alto fator de utilização, e os componentes elétricos/eletrônicos serão desenvolvidos para regime de severo serviço contínuo, prevendo-se utilização em pesagens/dia em regimes de 24 horas/dia.

Em função da constante evolução na modernização e desenvolvimento de meios de transporte de carga rodoviários, com contínuas variações em suas dimensões e capacidades, o Projeto, Fabricação, Montagem e Instalação da Balança Eletrônica Rodoviária deverão ser executados usando-se como parâmetro das várias hipóteses de tipos de veículos que compõe a frota coletora.

Laboratório

Será construído numa etapa futura. Trata-se de uma edificação necessária ao bom funcionamento operacional do controle ambiental a ser executado no laboratório. O laboratório será dotado ainda de um wc. A edificação será construída em alvenaria singela, com paredes revestidas em argamassa de cimento e areia pintados com tinta pvc látex. A cobertura será em telha cerâmica tipo canal aplicada sobre laje pré-moldada, o piso será em cerâmica vitrificada e as esquadrias em alumínio e vidro transparente e será ainda dotado de toda instrumentação necessária ao pleno funcionamento.

A sala contará com instalações para ar condicionado, computador, bancada em concreto armado e lavabo. O wc será composto por uma bacia sanitária, um chuveiro e um lavabo.

7.1. - ATERRAMENTO E TERRAPLENAGEM

A operação de aterramento dos resíduos sólidos deverá ser efetuada numa frente de serviço com 50 metros de largura e inclinação de 1:3. Junto à frente de serviço deverá ser preparada uma área para a descarga dos caminhões de coleta, que tenha espaço suficiente para a aproximação e manobra dos veículos. Os resíduos sólidos deverão ser aterrados com a utilização de um trator de esteiras tipo D6-E ou similar, que espalhará os resíduos na rampa e fará a compactação em camadas de, no máximo 0,20 m, passando de três (03) a cinco (05) vezes sobre o mesmo local.

A cobertura dos resíduos sólidos deverá ser diária e apenas no topo da camada de resíduos. A espessura da cobertura diária será de 0,20 m de solo obtido na própria região. A finalidade desta camada de cobertura diária é evitar a proliferação de vetores e gases, além da queima espontânea dos gases. A densidade aparente ideal, a ser atingida nesta operação é de 0,85t/m³ . e deve ser atingida e monitorada no sentido de se conseguir atingir a vida útil planejada para o empreendimento.

7.2. - OBRAS DE DRENAGEM

O sistema de drenagem aqui projetado foi concebido a partir das seguintes premissas básicas:

- Permitir o rápido escoamento das águas que caem diretamente sobre essa área;
- Evitar que as águas das encostas cheguem à área mais plana e provoquem seu alagamento;
- Proteger o aterro dos escoamentos das águas que caem diretamente sobre ele;
- Interceptar os afluxos provenientes das encostas para evitar seu escoamento sobre as células do aterro sanitário.

O sistema de drenagem de águas pluviais tem como objetivos a coleta e o esgotamento das águas de chuva, de forma a evitar a ocorrência de erosões nos taludes e no sistema viário, bem como o aumento da quantidade de percolados por infiltrações superficiais.

O sistema de drenagem deverá ser composto por canais construídos em argila compactada. Estes terão a função de captar as vazões de cada sub-bacia, criada com a conformação topográfica final do empreendimento, e encaminhá-las para o talvegue. Considerando que existem declividades moderadas no local, deverão ser adotadas medidas de redução da velocidade das águas, como curvas de nível, evitando a ocorrência de processos erosivos.

Em função das áreas a serem drenadas terem pequenas dimensões, o sistema de drenagem deverá ser composto por canaletas triangulares, construídas ao longo do sistema viário, que irão direcionar as águas pluviais para as cotas mais baixas do terreno. Nestes pontos, deverão ser construídas leiras de terra, para ser vir de contenção e evitar processos erosivos. No dimensionamento da rede de drenagem das águas pluviais utilizou-se o Método Racional, expresso pela fórmula:

$$Q = C \times ic \times A$$

Onde:

C = coeficiente de escoamento superficial médio (adotado 0,50)

ic = intensidade de chuva crítica (l/s.ha)

A = área de contribuição (ha)

A intensidade de chuva crítica, mm/min, foi definida utilizando-se os dados de precipitação apresentados no item CLIMA deste projeto. Considerando a extensão da área e que além da cobertura vegetal nativa que será mantida e que no topo das células deverá plantar grama, adotou-se um coeficiente de escoamento superficial igual a 0,50.

Para a obtenção da intensidade de chuva crítica (i_c), adota-se t (tempo de duração da chuva crítica) = t_c (tempo de concentração da bacia). Portanto, segundo George Ribeiro citado por BOTELHO (1985):

$$t_c = t_a + t_s$$

Onde:

$t_a = 15$ minutos (tempo gasto por uma gota de água, que caiu em um ponto extremo da bacia, para chegar ao talvegue);

$$t_s = \frac{16 \times L}{1,05 - 0,2 \times p \times (100 \times I_m)^{0,04}};$$

Onde:

$t_a = 15$ minutos (tempo gasto por uma gota de água, que caiu em um ponto extremo da bacia, para chegar ao talvegue);

$$t_s = \frac{16 \times L}{1,05 - 0,2 \times p \times (100 \times I_m)^{0,04}};$$

Onde= distância entre o ponto mais distante da área contribuinte (km)

PL = porcentagem da área permeável da bacia

I_m = declividade média do terreno ao longo do trecho L (m/ m)

T_s = tempo de escoamento superficial (min)

O período de retorno considerado para este sistema foi de vinte (20) anos, considerando que se trata de uma região com baixa pluviosidade.

O dimensionamento dos canais foi baseado na Equação de Chezy, com coeficiente de Manning:

$$Q = \frac{A}{n} \times (R_h)^{2/3} \times \sqrt{I_0}$$

Onde:

- N = coeficiente de rugosidade de Manning
- A = área da seção transversal molhada do canal (m²)
- Rh = raio hidráulico (m)
- I = declividade do talvegue
- Q = vazão de projeto na seção (m³/s)

A forma da seção transversal escolhida para os canais foi a triangular simétrico, com inclinação lateral, seguindo a relação (V:H) = (1:3). Estes canais, de acordo com a CETESB (1980), deverão ser confeccionados em argila compactada, quando a velocidade de escoamento das águas pluviais, calculada para a chuva crítica, não exceder 0,8 m/s. Quando esta velocidade estiver entre 0,8 e 1,7 m/s os canais serão construídos, em argila e cascalho compactados. Os coeficientes de rugosidade adotados para os canais de argila compactada, de argila mais cascalho compactados, foram de 0,025 e 0,030, respectivamente. Ao longo das vias pavimentadas do aterro as canaletas serão revestidas com concreto sendo que para o seu dimensionamento o coeficiente de rugosidade adotado igual 0,013.

Os canais de argila serão direcionados para as caixas de captação, de acordo com cada situação. As caixas de captação deverão ser executadas em blocos de concreto e terão dimensões variáveis conforme a profundidade do canal. As águas captadas nestas estruturas serão direcionadas para os poços de visita em tubos com diâmetro de mínimo de 400 mm. Os poços de visita serão construídos em alvenaria e deverão ter as suas dimensões variáveis, de acordo com o diâmetro do tubo de saída do poço. Para as células foram projetados sistemas de drenagem superficial em canal de argila superficial.

Para a determinação das vazões de projeto para as estruturas principais, foi utilizado o método do U. S. Soil Conservation Service; nos demais casos, com áreas de contribuição de pequeno porte, foi empregado o método racional. As chuvas intensas foram calculadas pela equação desenvolvida pela FIDEM, para um período de retorno máximo de 10 anos. Os cálculos hidráulicos foram feitos pela fórmula de Manning.

Sistema De Drenagem De Percolado

a) Sistema de drenagem de percolado na fundação

A drenagem geral do percolado na fundação do aterro será constituída de drenos principais, drenos coletores, drenos secundários e poços verticais de drenagem. Nas regiões

onde serão instaladas as mantas em PEAD, os drenos serão envoltos pela mesma e reforçado duplamente, ficando apenas com a superfície superior livre, em contato com os resíduos, conforme apresentado em detalhe.

Onde não houver a necessidade de implantação da manta em PEAD, a superfície de contato entre as células e o solo de alteração deverá ser previamente recoberta com solo argiloso compactado e, sobre tal camada, devendo-se instalar drenos principais transversais às linhas de maior aclave da superfície de fundação (drenos condutores principais). A cada célula, por outro lado, dever-se-á prever dreno interno em anel, perimetral ao contato solo-terreno, o qual interligar-se-á aos poços internos ao maciço e aos drenos condutores principais.

b) Sistema de drenagem interna de lixiviado

A drenagem interna do maciço sanitário será efetuada pelos poços verticais, e por drenos granulares internos a cada célula, que encaminharão o líquido percolado coletado aos poços.

c) Coleta e encaminhamento do lixiviado

O lixiviado coletado pelos drenos internos às células e pelos drenos de fundação será conduzido a caixas de captação. A função destas caixas será de recepcionar as vazões geradas, e propiciar uma primeira decantação de sólidos suspensos.

7.3. SISTEMA DE TRATAMENTO DE LIXIVIADO

Concepção do modelo tecnológico

A Estação de Tratamento de Lixiviado será projetada para tratar o lixiviado com uma eficiência de remoção de carga orgânica mínima de 90%. O tratamento preliminar consistirá em um sistema de equalização, o que permitirá maior flexibilidade ao sistema em caso recebimento de picos de carga ou vazão. Após passar pelo equalizador, o efluente será transferido até uma caixa de mistura onde será utilizado um reagente para que haja a sedimentação na lagoa posterior, com a finalidade de efetuar um tratamento físico-químico para remoção de orgânico e inorgânico, e principalmente, da cor.

Depois o efluente é transferido para o segundo sistema biológico de tratamento, do tipo aeróbico, por lagoas aeradas, onde é misturado com uma população ativa de microrganismos. Nesta fase acontece o crescimento seletivo de organismos que irão

degradar a maior parte da matéria orgânica solúvel residual. O sistema bioquímico constituirá o sistema complementar de polimento final, onde o efluente tratado será lançado no corpo receptor através das tubulações de lançamento já existentes.

a) Sistema de Equalização

Segundo Nunes (1999), tem como objetivo principal regular a vazão que deve ser constante nas unidades subseqüentes. É praticamente impossível operar a estação sem ter a vazão regularizada, uma vez que variações bruscas impossibilitam o bom desempenho do sistema. Além de regular as vazões, a lagoa de equalização tem também a finalidade de homogeneizar o efluente, tornando uniformes o pH, temperatura, turbidez, sólidos.

O formato do tanque adotado foi de seção quadrada. Para evitar curto circuito a entrada deve ser por cima e a saída por baixo. As bombas submersíveis e as afogadas são as mais utilizadas. A Lagoa de Equalização terá formato de tronco de pirâmide.

b) Sistema de Tratamento Físico – Químico

- Tanque de Mistura

A mistura entre o coagulante e o efluente provoca a hidrolização, polimerização e a reação com a alcalinidade, formando hidróxidos, produzindo íons positivos. Estes íons desestabilizarão as cargas negativas dos colóides e sólidos em suspensão, permitindo a aglomeração das partículas e, conseqüentemente, a formação dos flocos (Nunes, 1996). Os sólidos assim formados poderão ser removidos pela decantação.

- Lagoa de Sedimentação

De acordo com Von Sperling (1996), a sedimentação é uma operação física de separação de partículas sólidas com densidade superior à do líquido circundante. Em um tanque em que a velocidade de fluxo da água é bem baixa, as partículas tendem a ir para o fundo sob a influência da gravidade. O líquido sobrenadante torna-se clarificado, enquanto as partículas no fundo formam uma camada de lodo, e são removidas conjuntamente com ele. Em termos de qualidade, identifica-se uma remoção de sólidos em suspensão da ordem de 40 a 60%, e da DBO de 25 a 35% (Jordão, 1995). De acordo com Nunes (1996), é possível eliminar de 40 a 60% dos sólidos em suspensão e 20 a 40% da DBO.

c) Lagoa Aerada

A aeração é uma operação unitária de fundamental importância em um grande número de processos aeróbios de tratamento de efluentes. Desde que o líquido esteja

deficiente de um gás, no caso oxigênio, há uma tendência natural do gás passar da fase gasosa, onde se encontra em quantidade satisfatória, para a fase líquida, onde está deficiente. Existem vários sistemas que tem a finalidade de acelerar este processo natural, já que o oxigênio é um gás que tem dificuldades de se dissolver no meio líquido (Von Sperling, 1996. vol.2).

d) Sistema Bio-Químico-(SBQ)

O sistema bioquímico é um tratamento terciário cujo processo de descontaminação ocorre de formas variadas e concomitantes, partindo dos princípios de técnicas de tratamento de efluentes já consolidadas: fitorremediação, barreira reativa e filtro biológico.

O SBQ, já existente na Estação de Tratamento de Lixiviado do Aterro da Muribeca, conta com duas células para a depuração do lixiviado, cada uma com cinco fases distintas preenchidas com diferentes tipos de materiais. O fluxo do lixiviado é subsuperficial, ou seja, ocorre através de um meio poroso abaixo de uma fina camada de solo onde estão plantadas mudas de plantas aquáticas emergentes. O material a ser utilizado na barreira reativa deve ser de tal maneira que se garanta a sua reatividade por um período de tempo. Além disso, é necessário que o material constituinte da barreira não lance contaminantes adicionais ao sistema e que esteja disponível em larga escala por um preço viável (Beltrão e Jucá, 2004).

✚ Impermeabilização Inferior

Um dos principais aspectos geotécnicos a ser considerado para a implantação de um aterro sanitário é a permeabilidade do solo de fundação. Neste sentido, foram realizados 4 ensaios de permeabilidade de solos e caracterização granulométrica, limite de líquido e plasticidade e índice de plasticidade e observou-se que a permeabilidade não saturada do solo natural da área onde será implantado o aterro é em torno de 10⁻⁵ cm/s.

Segundo a norma NBR 13896/97 “Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação”, entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de espessura mínima de 1,50 m de solo não saturado. Vale salientar que segundo a CETESB de São Paulo, locais onde as condições hidrogeológicas são boas (distância entre a fundação do aterro e o lençol freático superior a 3,0m) e onde o solo de fundação do aterro possua permeabilidade inferior à 10⁻⁶ cm/s, não se necessita de qualquer impermeabilização de fundo.

Com a finalidade de se priorizar a segurança ambiental da área foi planejada nas células de resíduos domésticos e de serviços de saúde a utilização de manta em PEAD – Polietileno de alta densidade de 2,0mm no sentido de garantir a impermeabilidade de cada célula a ser implantada.

Impermeabilização Superior

Existem dois tipos de cobertura de resíduos num aterro sanitário, aquela que se processa diariamente, nas atividades normais de deposição de lixo e a cobertura final do aterro, a ser feita nos locais onde a deposição já se encerrou.

Cobertura Diária

São muitos os benefícios advindos da execução da cobertura diária dos resíduos. Tal cobertura promove uma melhor apresentação visual do aterro, melhora as condições de acesso à célula de lixo, reduz significativamente o transporte de lixo leve (papel, etc...) pelo vento, reduz os riscos de transmissão de doenças por vetores, diminui odores, reduz a ocorrência de pontos de fogo e ajuda na atenuação do percolado.

Assim sendo, é importante que tal camada funcione adequadamente e não seja destruída, principalmente, por erosões provocadas por águas superficiais não controladas. Assim se impõe a execução de um sistema de drenagem provisória ao longo do perímetro da célula, que controle as águas de chuva durante a implantação do depósito. Tal cobertura diária será executada no aterro com uma espessura máxima de 20cm e com solos de arenosos ou areno-siltosos para que possa ocorrer a infiltração de chuvas e maior atividade bacteriana dentro da célula.

Cobertura Final

A cobertura final de solo deve ser encarada como fator decisivo no sucesso da operação do aterro, já que esta camada servirá de base para a operação das células subsequentes. Neste sentido, a cobertura final do aterro deverá ter no mínimo 60 cm de espessura de solo compactado. No que se refere a revegetação do aterro, deve-se colocar uma camada de solo orgânico, o qual será utilizado como elemento adubador. Esta camada de solo adubador será colocado após o uso da referida célula como via de acesso para a célula que estará em operação.

Dimensionamento Do Sistema De Drenagem De Líquidos Percolados

O líquido gerado no processo de decomposição anaeróbia tem um potencial poluidor muito elevado, tendo sido encontrados valores de DQO na prática em aterros brasileiros de até 30.000 mg/l. Portanto, a sua captação e tratamento consistem numa das principais medidas mitigadoras dos impactos provocados pela disposição de resíduos no solo.

O sistema de drenagem de percolados tem por finalidade coletar e transportar os líquidos que atravessam a massa de resíduos em decomposição. Estes líquidos são decorrentes das contribuições provenientes de infiltração de águas de chuvas; líquidos resultantes de lixiviações e água liberada a partir do processo de decomposição. O mecanismo de percolação tem como princípio básico à ação da força gravitacional, que faz com que grande parte da massa líquida seja dirigida para o fundo da célula. Com o tempo, os caminhos preferenciais são formados, influenciando o processo de percolação. Com o estabelecimento dos caminhos preferenciais, o sistema de drenagem passa a atuar como uma zona de baixa pressão atmosférica, favorecendo a coleta dos líquidos.

Outros mecanismos estão associados à formação de caminhos preferenciais, sendo o de maior importância o aumento do índice de vazios, que ocorre em função da transformação de matéria orgânica em gases. Com o escape dos gases e líquidos o índice de vazios da massa de resíduos sólidos tende a aumentar. Com o aumento do índice de vazios, a célula passa a se comportar como um meio poroso, com capacidade de campo da ordem de 80%. Este elevado índice de porosidade permite a livre drenagem dos líquidos.

Além do aumento do índice de vazios, o material bioestabilizado adquire características e propriedades singulares que o diferem da matéria crua. Uma destas propriedades é a capacidade de perder líquidos, ou seja, de se desidratar, favorecendo o processo de percolação.

Para permitir a drenagem do líquido percolado (lixiviado) formado nas células do Aterro Sanitário, serão executados drenos específicos, conforme Plantas em anexo. Tais serviços são fundamentais para a permitir uma eficiente operação do aterro e os procedimentos serão seguidos na etapa de operação do mesmo.

Os dispositivos de drenagem são basicamente dos seguintes tipos:

- Drenos de percolado na fundação;

- Drenos verticais de gás e percolados;
- Drenos horizontais de lixiviado (drenos anelares).

A concepção do sistema de drenagem de percolado se baseia na execução de drenos horizontais de lixiviado a serem construídos em cada célula projetada, e que coletam lixiviado e gás. Tais drenos se interligam com os drenos verticais de gás, levando o percolado até a base do aterro.

Apesar destes drenos trabalharem com a função de permitir o escape de gás contido na massa de resíduos para a atmosfera, eles também propiciam que o percolado que a eles se dirija seja conduzido, por gravidade, caindo no interior das chaminés, até uma rede de drenos principais que se situa na fundação do aterro. Tais drenos principais reúnem então todo o percolado e o encaminham até a mesma caixa de saída do sistema (poço de captação de lixiviado), indo daí para a estação de Tratamento de Lixiviado.

Durante estes trabalhos, deverão ser tomadas todas as medidas necessárias para proteger a operação, procedendo a extinção de fogo nessas tubulações e mantendo equipamentos apropriados na área para combater eventuais recombustão que ocorram durante os serviços.

O sistema proposto para este caso, consiste na implantação dos drenos anelares, que ficam na base dos taludes e circundam a célula, evitando a migração do lixiviado nestes pontos. Os drenos anelares também são responsáveis por direcionar o lixiviado para o poço de captação, e daí para a unidade de tratamento de lixiviado.

Estes drenos deverão ser construídos em brita nº 4. No entanto, deverá ser mantida a seção mínima de 0,50 x 0,50 m, de forma a garantir a vazão dos líquidos, mesmo nos períodos em que sua produção é mais elevada.

Dreno principal de lixiviado na fundação

A execução do dreno principal de percolado na base do aterro é uma operação bastante delicada. Neste sentido, a metodologia de execução de tal dreno é a que se segue:

- Escavação da vala sobre a base do aterro, nas dimensões indicadas na plantas de drenagem de percolado;
- Colocação de brita 4 ou rachão, preenchendo a vala e extrapolando os limites da mesma, num formato trapezoidal, nos alinhamentos e dimensões indicadas na plantas em anexo;

- A drenagem de percolado também será executada durante a etapa de operação das células, através de um sistema de drenagem de percolado conforme apresentado nas plantas em anexo.

Dreno vertical de lixiviado e gás

Os drenos verticais consistem basicamente de tubos de concreto armado perfurados e justaposto uns sobre os outros, formando uma coluna vertical. Ao redor dos tubos de concreto deverá ser dispostas uma camada de brita para sua proteção. Os detalhes de dimensionamento destes drenos serão especificados no Projeto Executivo.

Dreno horizontal de lixiviado

Serão construídos drenos de fundo do aterro, para cada célula, com as seguintes características e diretrizes de implantação;

Sistema De Drenagem De Gases

Sistema de drenagem e tratamento de gases

O sistema de drenagem de gases a ser implantado no Aterro Sanitário de Teresina tem por finalidade a retirada dos gases gerados no processo de degradação bioquímica dos resíduos sólidos dispostos, de maneira a aliviar as pressões internas que ocorrem no maciço, garantindo a estabilidade geotécnica dos taludes e, conseqüentemente, a segurança da obra, e garantindo a sua queima nos níveis superiores, controlando a emissão dos gases à atmosfera.

A concepção deste sistema consiste na implantação de drenos verticais que permitam a drenagem dos gases e sua combustão em queimadores diretamente instalados nos drenos. Além desta função principal, o sistema será projetado de modo a funcionar também como facilitadores ao escoamento vertical dos líquidos no interior da massa de lixo. A interligação do sistema de drenagem de gases e de lixiviado sendo realizada na base do aterro é de grande importância para a não obstrução e comprometimento dos drenos de gases pelo percolado.

Os queimadores ou flares serão colocados individualmente em cada dreno vertical instalado. Desta maneira, cada dreno poderá ter sua eficiência monitorada isoladamente, além de permitir uma melhor investigação na massa de lixo circundante.

Inicialmente, o sistema de drenagem não terá contra-pressão (extração forçada), portanto, os gases serão drenados livremente à pressão atmosférica. Caso os gestores do aterro sanitário optem pela coleta do biogás numa fase mais avançada da operação, o sistema poderá ser adaptado sem necessidade de grandes alterações à concepção inicialmente prevista e será possível, desta maneira, utilizar os gases para aproveitamento energético ou queima em um único ponto central num queimador do tipo “enclausurado”.

Os drenos verticais projetados para este aterro são constituídos por peças ou tubos perfurados envolvidos por pedras britadas e por um queimador tipo flare devidamente adaptado aos diferentes tamanhos diametrais encontrados.

O dimensionamento dos drenos será procedido através da estimativa da vazão de biogás gerada na massa de lixo. A influência do dreno no lixo se dá radialmente ao seu eixo vertical, perfazendo assim uma forma cilíndrica quando levado em consideração à sua profundidade. O volume deste cilindro é o volume de lixo que é influenciado pelo dreno. Após esta análise, são adotados os parâmetros de produção de biogás por tonelada de lixo e assim é possível obter a estimativa de vazão do dreno e conseqüentemente as configurações finais de cada dreno.

A distribuição dos drenos verticais em cada célula está representada nos desenhos anexados a este documento. A Tabela 19 apresenta resumidamente a quantidade de drenos em função do tipo de célula adotada na Fase 1 do Aterro. Um total de 19 drenos serão construídos nesta fase.

Tabela 19. Distribuição de drenos por célula – FASE 1.

Células	Qtd drenos	Raio de influência (m)
A	5,0	20 e 25,0
B	5,0	25,0
C	7,0	25,0
D	2,0	20,0
Total	19,0	-----

Na fase 2, os drenos já implantados na fase 1 serão alteados conforme geometrização das novas Células E, F e G. Vale ressaltar que novos drenos ainda serão implantados para otimizar a captação de gases em áreas não atingidas pela drenagem da fase 1. A Tabela 20 mostra a quantidade de novos drenos por célula das fases 2 e 3. Na última

fase (Fase 3), o mesmo procedimento de alteamento dos drenos deve ser seguido. Ressalta-se que apenas 03 novos drenos serão implantados na Fase 3 (Célula H).

Tabela 20. Distribuição dos novos drenos – FASES 2 e 3.

Células	Qtd drenos	Raio de influência (m)
A	5,0	20 e 25,0
B	5,0	25,0
C	7,0	25,0
D	2,0	20,0
Total	19,0	-----

Aproveitamento do biogás

A geração de biogás no Aterro de Teresina será avaliada com base na modelagem numérica de 1º ordem e em outros parâmetros experimentais de aterros do Nordeste do Brasil. Tal previsão tem por objetivo de estimar o potencial de gases do aterro sanitário de Teresina. Este estudo servirá apenas como referência inicial haja vista a necessidade de realização de estudo mais aprofundado com determinação de parâmetros locais para determinar o potencial de geração de biogás e de comercialização de créditos de carbono. A concepção a ser adotada num futuro projeto de comercialização de créditos de carbono deve envolver não apenas a área do aterro sanitário, mas também a área do atual lixão, o qual possui uma forte potencial de redução de emissões pela baixa eficiência de captação dos gases e pela inexistência de dispositivos para queima do biogás.

As alternativas a serem analisadas no projeto de comercialização de créditos de carbono podem passar pelo aproveitamento energético dos gases (com produção de energia elétrica ou calorífica) ou simplesmente por um sistema de queima eficiente do biogás, que permita a transformação do metano (CH₄) em dióxido de carbono (CO₂) garantindo assim a redução de emissões.

7.4. DIMENSIONAMENTO DA MOVIMENTAÇÃO DE TERRA

Objetivando a redução dos custos de implantação e respeitando-se as características do terreno, tanto topográfica, quanto da composição do subsolo, procurou-se minimizar a movimentação de terra, principalmente no projeto do sistema viário. No entanto, devido à topografia irregular da área, será necessária a movimentação de um

pequeno volume de terra, que, no entanto, será feito gradativamente e proporcionará um balanço positivo, que num futuro poderá ter a necessidade de utilização de uma jazida externa para a operação do aterro sanitário.

7.5. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA VIÁRIO

O sistema viário foi concebido de forma a propiciar uma trafegabilidade contínua em todas as partes do aterro, principalmente nas células de tratamento, em qualquer época do ano. As vias foram projetadas com 8 metros permitindo o tráfego simultâneo nos dois sentidos.

Desta forma a extensão total de vias internas será de 2.973 metros de vias internas do aterro sanitário e 1.700 metros de via interna que liga a entrada do aterro atual até a área do novo aterro sanitário, construídas sobre base estabilizada granulometricamente compactado e pavimentadas com TSD – Tratamento superficial duplo, com leve declividade para as laterais de forma a permitir o escoamento das águas superficiais.

7.6. ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL

A estimativa da vida útil do aterro foi calculada com base na média mensal da quantidade de resíduos sólidos a ser aterrada e na capacidade das células, admitindo-se que o aterro operará 365 dias por ano.

É necessário estimar o volume de solo que será usado na cobertura final, bem como a diminuição do volume da massa de resíduos com o passar do tempo, o recalque. Estima-se para a quantidade de solo a ser utilizada no aterro um percentual da ordem de 6% sobre a demanda. A movimentação de terra (cortes/aterro) necessária para conformação da área da base do terreno será de forma a não afetar os volumes calculados das células. O excedente de solo será estocado para cobrimento periódico dos resíduos.

Os recalques em aterros sanitários variam da ordem de 25 a 50%, (Stearns, 1987 e Wall e Zeiss, 1995 apud Machado Santos, 1997). Neste caso foi estabelecido-se como premissa de projeto um recalque médio de 30%.

A Tabela 15 apresenta os resultados finais da previsão de volume e o percentual de utilização anual da capacidade do Aterro Sanitário. Observa-se que o aterro sanitário será

finalizado nos meses iniciais de 2020, tendo em vista que o percentual do volume disponível ultrapassa os 100% no final de 2020.

08. PLANEJAMENTO GOVERNAMENTAL NA ÁREA DO PROJETO

A Lei Municipal N° 2.265 / 93 que define o Uso do Solo Urbano determina que a área escolhida permite a instalação deste tipo de empreendimento. Já o Governo Estadual vem direcionando suas ações para o crescimento econômico-social da capital e do interior, notadamente, na geração de renda, na melhoria do saneamento básico e na ampliação da infra-estrutura a fim de garantir os investimentos de empresas no Estado.

Convém ressaltar que apesar da região nordestina ser a segunda mais populosa do país, possui um dos mais baixos níveis de qualidade de vida e um reduzido índice de industrialização. Ainda assim, os recursos do Governo Federal canalizados para o Piauí ainda são insignificantes, o que impossibilita o Estado de se enquadrar no processo de mudança que começa a alterar o perfil da economia do Nordeste, especialmente no aspecto turístico, industrial e geração de emprego e renda, deixando-o nas mãos da iniciativa privada.

PARTE 03 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

01. INTRODUÇÃO

A questão ambiental no Brasil se consolidou com a Lei 6.938 de 1981, que definiu a Política Nacional do Meio Ambiente. Para assegurar seus fins e estabelecer mecanismos da formulação e aplicação, foi constituído o SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente, tendo como órgão superior, com a função de assessorar a Presidência da República na formação de diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

De lá para cá, o CONAMA, através de suas Resoluções, vem atuando decisivamente no disciplinamento das questões ambientais do País, notadamente na definição de diretrizes para elaboração e implementação do instrumento Avaliação de Impacto Ambiental.

Nesta parte do estudo iremos apresentar: a legislação ambiental básica; o diagnóstico ambiental da área de estudo; os impactos advindos com a construção e operação do empreendimento; e as medidas mitigadoras a serem adotadas.

02. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Na legislação vigente, merecem citação:

- A Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.
- O Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983 que regulamenta a Lei 6.938/81, onde destaca-se o Capítulo IV que trata do licenciamento de atividades utilizadoras de recursos ambientais.
- A Lei 7.347 de 24 de julho de 1985 que disciplinou a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, e bens e direitos de valor estético e paisagístico.

As resoluções seguintes englobam os procedimentos específicos, necessários ao licenciamento ambiental do empreendimento em questão:

- A Resolução nº 001 do CONAMA, de 23 de janeiro de 1986, que estabeleceu as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente.
- A Resolução nº 001 do CONAMA, de 16 de março de 1993, que regulamenta o cadastro técnico-federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental.
- A Resolução nº 006 do CONAMA, de 24 de janeiro de 1986, que aprova os modelos de publicação de pedidos de licenciamento em quaisquer de suas modalidades, sua renovação e a respectiva concessão e aprova os novos modelos para publicação de licença.
- A Resolução nº 009 do CONAMA, de 03 de dezembro de 1987, que regulamenta a questão das Audiências Públicas.
- A Resolução nº 001 do CONAMA, de 16 de maio de 1988, que regulamenta o Cadastro Técnico Federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental.
- Resolução CONAMA nº 237, de 19/12/97 que determina as licenças Prévia, Instalação e Operação, como seus respectivos prazos, de acordo com o tipo de atividade.

Com relação à legislação pertinente a resíduos sólidos, destaca-se a questão do lixo industrial nas Resoluções CONAMA nº 13 e 14, de 28/11/94.

A Constituição Federal de 5 de outubro de 1988 que dispõe sobre os recursos ambientais que integram os bens da União e sobre o meio ambiente (Art 20-225). A Constituição Estadual de 5 de outubro de 1989 que dispõe sobre a preservação do meio ambiente (Art 237 a 240). A Lei Municipal nº 2.265 de 16 de dezembro de 1993 que define as diretrizes para o uso do solo urbano e dá outras providências.

Destaca-se ainda a Portaria MINTER nº 53 de 01/03/79 que estabelece normas aos projetos de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, bem como a fiscalização de sua implantação, operação e manutenção (esta portaria foi parcialmente revogada pela Resolução CONAMA nº 5, de 05/05/93); a Resolução nº. 06, de 19/09/91, que desobriga a incineração ou qualquer outro tratamento de queima dos resíduos sólidos provenientes dos estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos; a Resolução nº 05, de 05/05/93, que dispõe sobre o Plano de Gerenciamento de resíduos sólidos.

03. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO.

Áreas de influência de um específico empreendimento correspondem aos locais passíveis de percepção dos efeitos potenciais deste projeto, em suas distintas fases de planejamento, implantação e operação. A delimitação destas áreas ocorre a partir das características e a abrangência do empreendimento, e com a diversidade e especificidade dos ambientes afetados, compreendendo os locais e áreas sujeitas aos efeitos diretos e imediatos da fase de obras e fase de operação, e os locais e áreas cujos efeitos serão sentidos a curto, médio e longo prazo.

A área de do empreendimento será o Município de Teresina (5°05'13" S; 42°48'41" O).



Imagem 01 – Imagem de satélite da área do Aterro Sanitário

A área antropizada apresenta uma predominância de vegetação herbácea, podendo ser encontrados alguns arbustos e subarbustos e mais raramente espécies arbóreas. Nesse setor, constatou-se a presença de extensas clareiras, completamente desprovidas de vegetação, em decorrência da remoção da cobertura vegetal para retirada de areia ou pela abertura de estradas para seu transporte (Imagem 01).

04. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

4.1. AMBIENTE FÍSICO

O município de Teresina acham-se localizados, nos paralelos de 05°05´ de latitude sul e 42°48´ de longitude oeste de Greenwich, inserindo-se em zona de faixa de baixa latitude, o que lhe confere caráter tropical. A continentalidade é outro fator que, ao lado da latitude, assegura as características fundamentais do clima regional. O relevo, também fator climático determinante, nessa área tem destaque, uma vez que as terras do município de Teresina têm altitudes superiores a 72,0 metros.

As diversas inter-relações existentes entre os fatores condicionantes do clima quando bem analisadas e interpretadas adequadamente, permitem que sejam amenizados os impactos provocados pelas ocorrências de fenômenos externos e esporádicos, sobre os organismos vivos e as atividades agrícolas, industriais, comerciais, lazer e esporte da área em questão.

O estudo contém uma análise dos aspectos mais relevantes do clima para o município de Teresina, onde apresentamos o banco de dados mensal e anual da estação climatológica operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizado no bairro Buenos Ayres, onde contem os dados do fotoperíodo (duração efetiva do dia) umidade relativa do ar, evapotranspiração, evaporação, nebulosidade, insolação total, temperaturas (máxima, mínima, média, amplitude térmica), direção e velocidade do vento, precipitação climatológica, desvio padrão da precipitação e coeficiente de variância da precipitação, com apresentação de banco de dados climatológicos da respectiva área. Também foi realizado o balanço hídrico segundo THORNTHWAITE & MATHER.

O conjunto de fenômenos que caracteriza o estado médio da atmosfera terrestre caracteriza o clima. Quanto a caracterização do regime de chuvas na área em estudo, utilizou-se dos postos pluviométricos implantado pela SUDENE no ano de 1912 até o mês de maio do ano de 2008 no município de Teresina.

4.2 ANÁLISE DA PLUVIOMETRIA

A pluviometria representa o atributo fundamental na análise dos climas tropicais, refletindo a atuação das principais correntes da circulação atmosférica. Na região norte do estado do Piauí especificamente, as chuvas determinam para grande maioria o regime dos

rios perenes, córregos, riachos, níveis dos lagos e lagoas, a ocupação do solo, sendo imprescindível ao planejamento de qualquer atividade o conhecimento da sua dinâmica.

O regime de precipitação que compreende o município de Teresina, localizado na região norte do regime de precipitação do estado, insere-se na faixa das isoeitas de 1.300,0 a 1.400,0 mm.

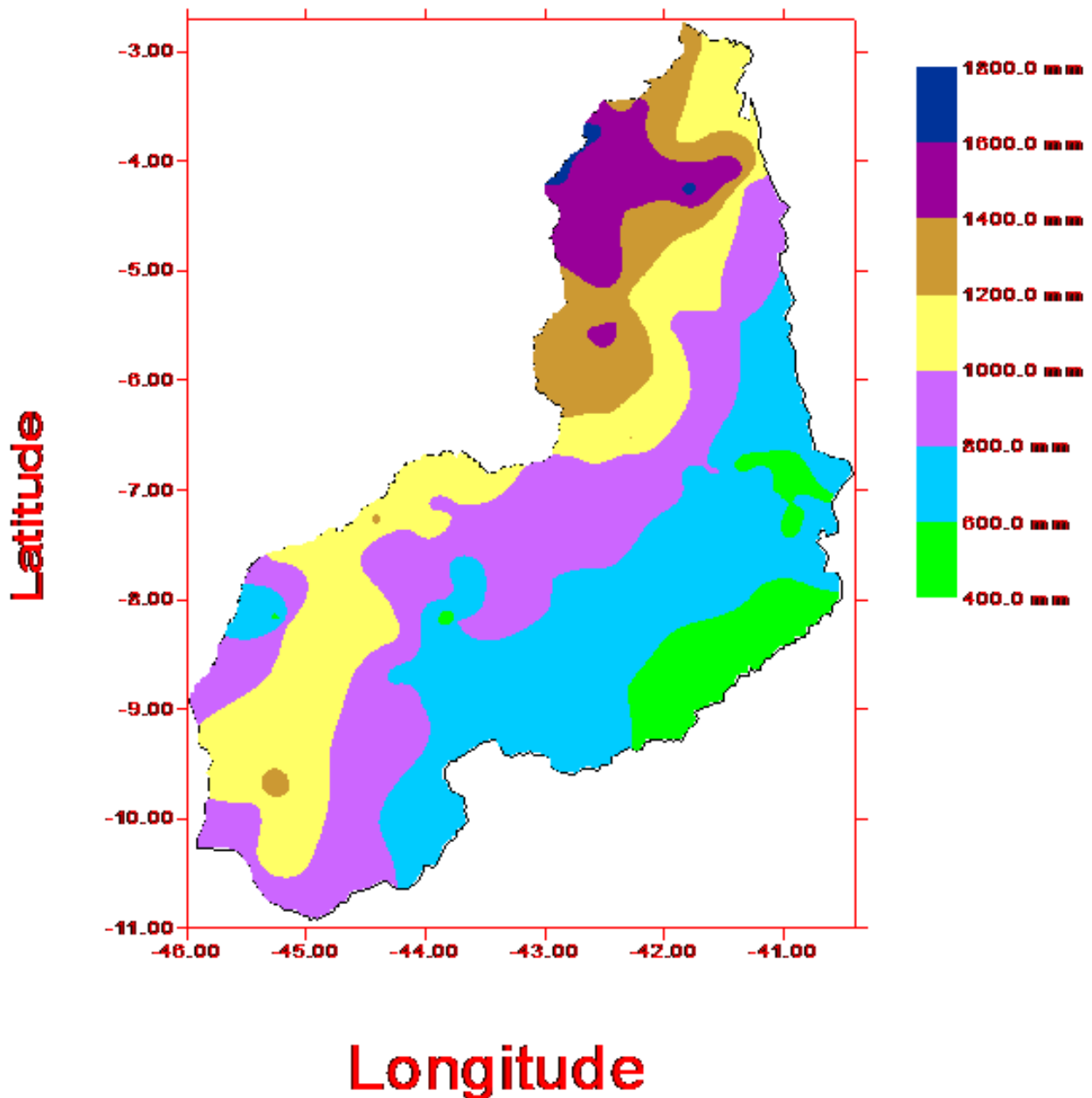


Figura – 01 – Mostra isoieta média anual para o Estado do Piauí.

CLIMATOLOGIA DA PRECIPITAÇÃO, DESVIO PADRÃO (MM) E COEFICIENTE DE VARIÂNCIA (%) PARA O MUNICÍPIO DE TERESINA.

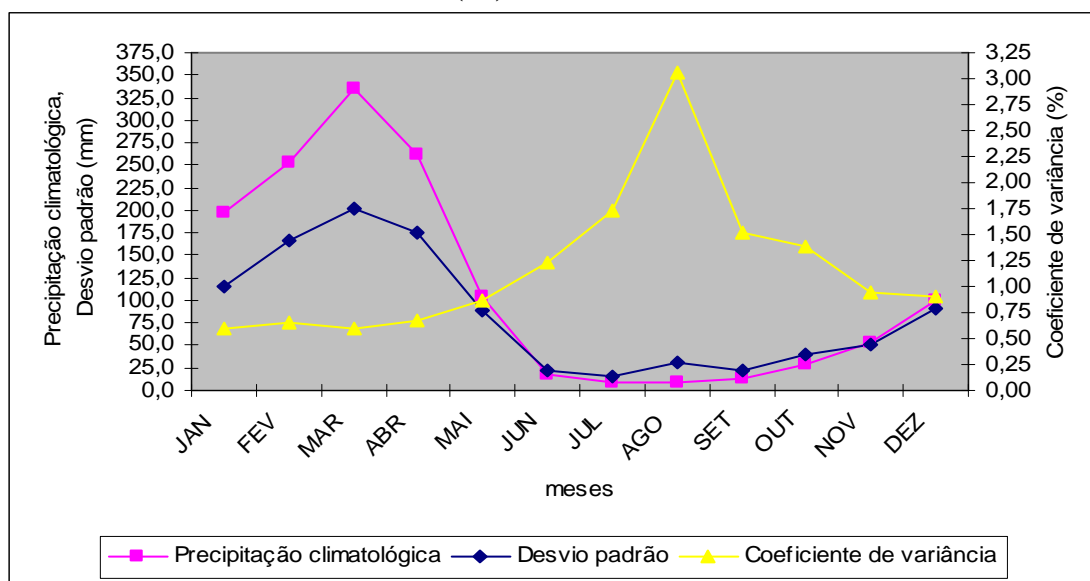


Figura - 02 - Gráfico da climatologia de precipitação, desvio padrão e coeficiente de variância para o município de Teresina. Fonte: Estudo Agrometeorológico para o Estado do Piauí

4.3 UMIDADE RELATIVA DO AR

Umidade relativa do ar é definida como a relação entre a pressão de vapor de água e a pressão de saturação de vapor de água, à temperatura ambiente.

A umidade relativa do ar apresenta uma tendência diária inversa à da temperatura do ar. Isso ocorre porque a umidade relativa do ar é inversamente proporcional à pressão de saturação de vapor, onde por sua vez é diretamente proporcional à temperatura. O curso anual da umidade relativa do ar acompanha o da cobertura do céu (quantidade de nebulosidade) e a distribuição anual da precipitação.

Normalmente, a umidade relativa do ar é menor durante o dia e maior durante a noite. Com o nascer do sol e com o aumento da temperatura, a umidade relativa inicia sua marcha decrescente, indo alcançar um valor mínimo por ocasião da ocorrência da temperatura máxima. A partir daí, ela inicia sua marcha crescente seguindo as diminuições de temperatura do ar, alcançando o seu valor máximo quando da incidência da temperatura mínima.

CLIMATOLOGIA DA UMIDADE RELATIVA DO AR PARA O MUNICÍPIO DE TERESINA.

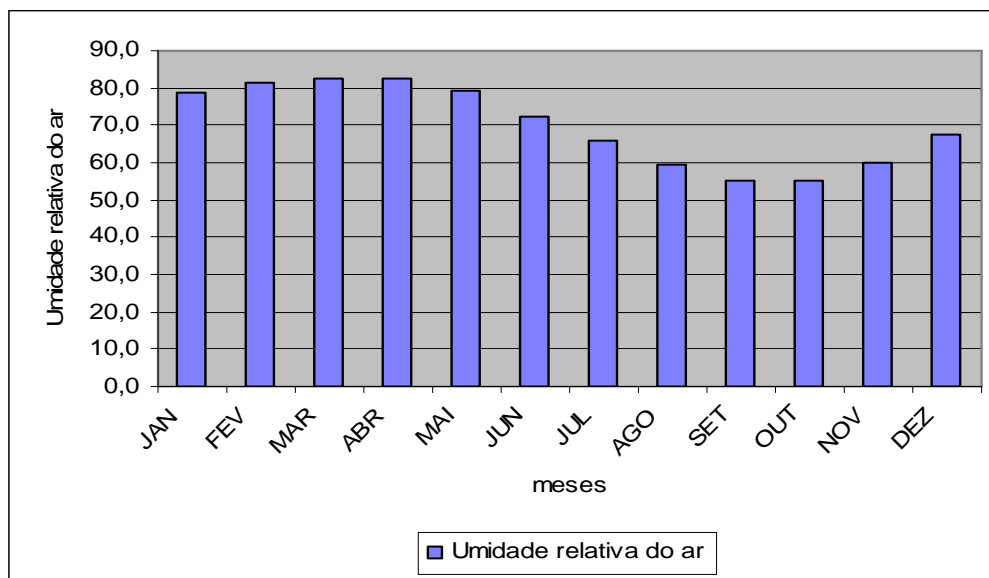


Figura - 03 : Gráfico da climatologia da umidade relativa do ar para o município de Teresina. Fonte: Estudo Agrometeorológico para o Estado do Piauí

Em suma, podemos observar que a umidade relativa do ar para o município de Teresina, apresenta média mensal variando de 55,1% nos meses de setembro e outubro (mais baixa) a 82,5% no mês de março (mais alta), com uma taxa anual de 70,0%. O trimestre de baixa umidade relativa do ar são os meses de agosto a outubro com oscilações entre 55,1 a 59,3%. Neste período, no horário compreendido entre 12:00 e 15:00 horas, a taxa de umidade relativa do ar decai para níveis críticos.

4.4 EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Vem a ser o fenômeno associado à perda conjunta de água do solo pela evaporação e da planta através da transpiração. Por ser a água total perdida pelo sistema, deve ser determinada com o maior cuidado possível, a fim de ser repostada, e manter sempre os sistemas em cultivos, nas condições de máximo relacionamento com o meio. Como é sabida, a planta retém em torno de 1,0 a 2,0% da água disponível, portanto, quanto maior a disponibilidade de água melhor o desempenho da planta.

Os cálculos dos índices de evapotranspiração anual para o município de Teresina, têm sua variação anual de 3.229,8 mm, representando um grande volume de águas perdidas para a atmosfera. Observamos que a flutuação deste parâmetro mês a mês varia de 166,0 mm (março menor valor) a 401,3 mm (outubro máximo valor).

4.5 EVAPORAÇÃO

A evaporação é um fenômeno físico de mudança de fase líquida para vapor d'água presente em condições naturais. A grande importância do processo resume-se no aspecto quantitativo, haja visto o grande volume de água que deixa seu recipiente original, seja solo, seja superfície livre d'água .

Em condições naturais o processo de evaporação é o que mais ocorre. É de grande interesse bioclimatológico e agrometeorológico o conhecimento do total de água perdida por evaporação, seja tanto por uma superfície livre d'água, quanto por uma superfície de solo nu.

CLIMATOLOGIA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO E EVAPORAÇÃO (MM), PARA O MUNICÍPIO DE TERESINA.

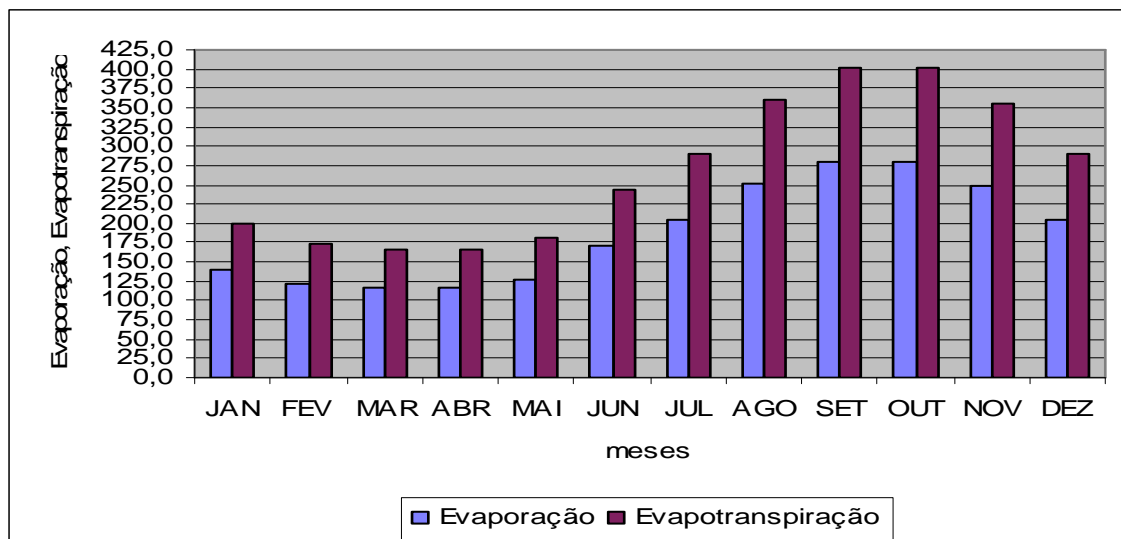


Figura -04: Gráfico da climatologia da evaporação, evapotranspiração, para o município de Teresina. Fonte: Estudo Agrometeorológico para o Estado do Piauí.

4.6 TEMPERATURAS MÁXIMA, MÍNIMA, MÉDIA E AMPLITUDE TÉRMICA.

Os valores de temperaturas máxima e mínima aqui trabalhados são da estação climatológica do (INMET) Instituto Nacional de Meteorologia, localizado no Bairro Buenos Ayres, e os valores de temperatura média e amplitude térmica, obtivemos por intermediações das temperaturas máxima e mínima.

A temperatura apresenta uma variação inversa com o aumento da altitude, pelo fato de ocorrer uma descompressão adiabática à medida que o ar se eleva na atmosfera, que lhe causa um resfriamento. Ocorrem intervalos maiores de variações nas temperaturas

(máxima, mínima, média e amplitude térmica) em clima seco por causa da maior irradiância solar e das grandes perdas de ondas longas. Outro fator importante a ser considerado é que à medida que se afasta do litoral para o interior do continente, as variações das amplitudes térmicas diárias, mensais e anuais aumentam, fenômeno que recebe o nome de continentalidade, bem característico no nosso estado.

CLIMATOLOGIA DA TEMPERATURA MÁXIMA, MÍNIMA, MÉDIA E AMPLITUDE TÉRMICA, PARA O MUNICÍPIO DE TERESINA.

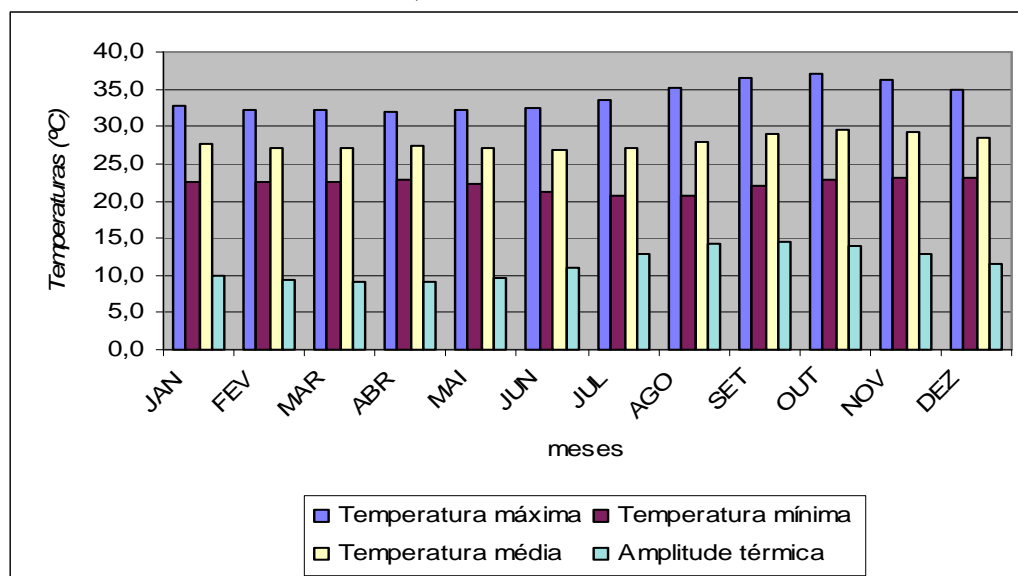


Figura – 05 – Gráfico da climatologia das temperaturas máxima, mínima, média e amplitude térmica, para o município de Teresina. Fonte: Estudo agrometeorológico para o Estado do Piauí

Observamos que a partir da segunda quinzena do mês de maio até o início da segunda quinzena do mês de dezembro, ocorrem aumentos significativos nas temperaturas máxima, mínima, média e que da primeira quinzena de dezembro até o mês de abril as oscilações de temperatura sofrem reduções, devido aos fatores provocadores de chuva na área estudada.

A temperatura máxima varia de 32,0°C em abril a 36,9°C no mês de outubro. A temperatura máxima média anual é de 33,9°C. Temos uma temperatura mínima anual de 22,2°C e suas oscilações mensais são de 20,6°C em julho (menor) a 23,1°C em novembro e dezembro (maior). A temperatura média anual é de 27,9°C, com oscilações variando entre 27,1 a 29,7°C para os referidos meses do ano. Amplitude térmica é a diferença existente entre os valores das temperaturas extremas (máxima e mínima). A inserção do município de Teresina na faixa zonal de baixa latitude define o seu caráter megatérmico e a alta variabilidade da amplitude térmica, reforçada e explicada pelo fator da continentalidade.

A amplitude térmica anual é de 11,5°C, com oscilações de amplitude mês a mês variando de 9,0 a 14,5°C. Os meses de máxima e mínima amplitude são setembro e abril com os seguintes valores (14,5e 9,0°C), respectivamente.

4.7 VENTOS (VELOCIDADE E DIREÇÃO)

VELOCIDADE DO VENTO

O vento resulta ser o ar em movimento. Essa quantidade de movimento pode ser transferida aos obstáculos que se interpõem na trajetória, provocando danos de intensidades proporcionais ao “momentum” transferido. Em uma determinada área, os danos vão desde um estímulo excessivo a evapotranspiração até o efeito mecânico de quebra de galhos e arrancamento de plantas e árvores. O aspecto mais importante da ação do vento restringe-se, junto à superfície do solo.

A velocidade climatológica do vento possui valores mensais entre 1,3 a 1,8 metros por segundo. A velocidade média anual do vento nesta área é de 1,5 metros por segundo.

CLIMATOLOGIA DA VELOCIDADE DO VENTO EM METROS POR SEGUNDOS, PARA O MUNICÍPIO DE TERESINA.

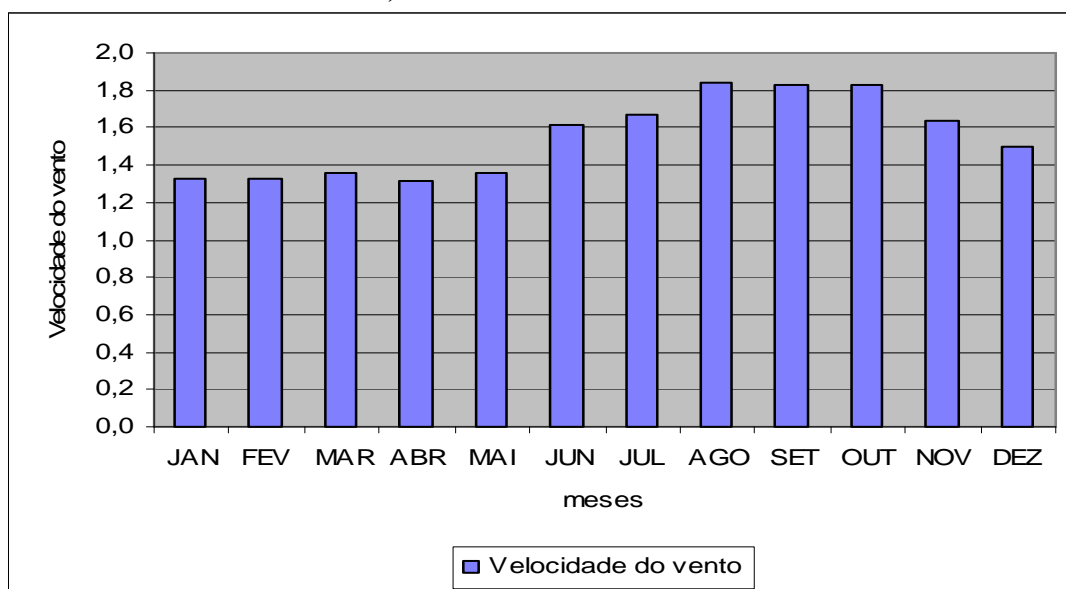


Figura – 06 - Gráfico da velocidade climatológica do vento, para o município de Teresina.
Fonte: Estudo agrometeorológico para o Estado do Piauí.

Observa-se que a oscilação climatológica do vento é bastante irregular durante o ciclo anual. Os meses que apresentam maiores flutuações são de julho a outubro com

variações entre 1,7 a 1,8 m/s, já os meses de novembro a maio apresentam-se praticamente constantes com oscilações entre 1,3 a 1,6 m/s.

Salientamos que nestes cálculos não foram computados as rajadas de ventos, fato que ocorre quase que constantemente quando se encontra estacionário e permanente o centro de alta pressão nesta região.

Os ventos auxiliam no transporte de poeiras, pragas, moléstias, fungos, doenças, partículas, erosão eólica, incêndios, afetam o crescimento das plantas, exercem influência na evapotranspiração e evaporação e na absorção de gás carbônico. Esses efeitos podem ser controlados na área municipal, utilizando-se barreiras de ventos nos locais de maiores acíves, observando-se sempre a direção predominante deles.

DIREÇÃO DO VENTO

A direção do vento é o ponto cardinal de onde vem o vento. A partir da rosa dos ventos obtêm-se a direção do vento predominante para determinado local e período.

A direção predominante do vento é a direção que ocorre em maior freqüência. É decorrente da posição do local em relação aos centros de pressão atmosférica, sofrendo influência de obstáculos naturais junto ao solo. O relevo tem efeito muito pronunciado, podendo definir a direção predominante.

Mostramos as direções predominantes do vento e suas respectivas freqüências de entradas para a série de anos de 1978 a maio de 2008.

A direção de SE tem a sua freqüência de 263,2 vezes de entrada e predomina nos meses de janeiro a maio a direção de NE com uma freqüência de entrada de 109,8 vezes e predomina de junho a setembro com maior intensidade, a direção de E com uma entrada de freqüência de 175,7 vezes predomina durante o ano, as demais entradas de freqüência varia de mês a mês conforme quadro abaixo.

O demonstrativo da direção do vento predominante no município é da seguinte forma conforme quadro abaixo:

DIREÇÕES MÉDIAS	E	W	N	S	SE	NE	NW	SW	C
MEDIA	175,7	35,5	92,2	63,7	263,2	109,8	44,8	36,3	89,0
Nº ANOS OBSERVADOS	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0

Fonte: Estudo agrometeorológico para o Estado do Piauí

Podemos concluir que os fatores provocadores de chuvas são característicos da predominância de ventos com maior freqüência de entrada nas direções acima estabelecidas.

Vale salientar que as construções das barreiras de vento, contra disseminação de poeiras, incêndios, etc. devem ser realizadas levando-se em consideração a predominância da direção do vento nesta região.

Salientamos que para a área do quilometro 7 as variações da direção e velocidade do vento seguem o mesmo padrão da estação meteorológica. Nesta área durante o mês de setembro e outubro ocorrem muito redemoinhos devido a variabilidade da pressão atmosférica.

4.8 INSOLAÇÃO

A informação adequada sobre o recurso solar é muito importante para diversidade de áreas tecnológicas, tais como: Agricultura, Meteorologia, Engenharias Agrícolas, Florestal e Civil, Recursos Hídricos/Pecuária, Avicultura, Piscicultura, Carcinicultura e particularmente para uma tecnologia inovadora como a energia solar. Conhecer o potencial do recurso solar com precisão é uma necessidade.

O crescimento quase desordenado gera uma pressão no uso dos recursos naturais e desencadeia um processo de degradação ambiental, colocando em risco a questão do aproveitamento dos recursos ambientais.

No município de Teresina, observamos que a incidência da insolação começa a decrescer na segunda quinzena de dezembro e mantém-se em queda até a primeira quinzena do mês de abril. Logo em seguida notamos um aumento excessivo da incidência da insolação até a metade do mês de dezembro.

A insolação anual é de 2.944,2 horas e décimos. Os meses com maiores intensidades de insolação total estende-se de maio a novembro com variação de 249,2 a 299,6 horas e décimos. Nos meses de dezembro a abril, época do período chuvoso, a intensidade da insolação sofre redução e oscila de 185,9 a 229,2 horas e décimos.

CLIMATOLOGIA DA INSOLAÇÃO TOTAL EM HORA E DÉCIMOS E NEBULOSIDADE (0-10) PARA O MUNICÍPIO DE TERESINA.

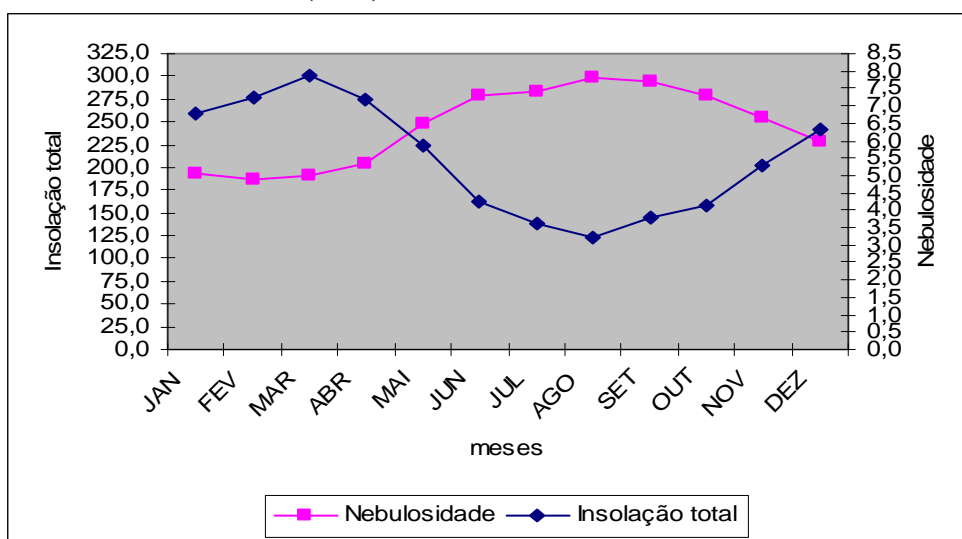


Figura – 07 – Gráfico da climatologia da insolação total e nebulosidade, para o município de Teresina. Fonte: Estudo agrometeorológico para o Estado do Piauí.

4.9 NEBULOSIDADE

Nuvem é um conjunto visível de partículas minúsculas de água líquida ou de gelo, ou de ambos ao mesmo tempo, em suspensão na atmosfera. Este conjunto pode também conter partículas de água líquida ou gelo em maiores dimensões, procedentes, por exemplo, de vapores industriais, de fumaças ou de poeiras.

Denomina-se nebulosidade ao total de nuvem que existe no céu num determinado momento. É um número que representa a décima parte da abóbada celeste, encoberta por todas as nuvens existentes no céu no momento da observação.

A nebulosidade total é a fração da abóbada celeste oculta pelo conjunto das nuvens visíveis. Com os registros das observações meteorológicas dos tipos de nuvens (C_L) nuvens baixas, (C_M) nuvens médias e (C_H) nuvens altas, por meios do algarismo (0 – 10) foi possível calcular a nebulosidade para o município de Teresina.

Observamos que as maiores concentrações de nebulosidade estão nos meses de novembro a maio (3,2 a 4,3) décimos, época em que os fatores meteorológicos começam a se preparar para início e prolongamento do período chuvoso. A taxa anual de nebulosidade para o município de Teresina é de 5,5 décimos de nebulosidade.

5.0 FOTOPERÍODO

Fotoperíodo ou duração efetiva do dia refere-se ao tempo em que o sol brilha durante o dia. Dependendo da posição da terra, têm-se regiões com diferentes quantidades de horas de brilho solar em um mesmo dia.

O número máximo de horas de brilho solar (fotoperíodo) é um parâmetro importante, tanto do ponto de vista fisiológico (atua nos processos fotossintéticos e morfológicos das plantas), como também do ponto de vista físico (propicia distribuição diferencial de energia para um mesmo meio, ao longo do ciclo anual). Sabe-se que a duração do dia não só atua abreviando ou aumentando o ciclo da planta, mas também sobre sua composição química, formação de bulbos, tubérculos, raízes carnosas, atividade e repouso vegetativo, tipo de flores e sobre a resistência ao frio.

BANCOS CLIMATOLÓGICOS

MUNICÍPIO: TERESINA

LATITUDE: 05°05'S

LONGITUDE: 42°48' W

ALTITUDE: 72,0 METROS

PARAMETROS/MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
TEMPERATURA MÁXIMA	32,8	32,2	32,1	32,0	32,3	32,6	33,5	35,2	36,5	36,9	36,2	34,9	33,9
TEMPERATURA MÍNIMA	22,6	22,5	22,6	22,8	22,3	21,2	20,6	20,8	22,0	22,8	23,1	23,1	22,2
TEMPERATURA MÉDIA	27,5	27,2	27,2	27,3	27,2	26,9	27,1	28,0	29,1	29,7	29,3	28,5	27,9
AMPLITUDE TÉRMICA	9,8	9,3	9,1	9,0	9,7	11,1	12,9	14,3	14,5	14,0	12,8	11,5	11,5
UMIDADE RELATIVA	78,8	81,5	82,5	82,3	79,5	72,4	66,1	59,3	55,1	55,1	60,0	67,5	70,0
VELOCIDADE VENTO	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8	1,6	1,5	1,5
EVAPORAÇÃO	140,5	121,4	116,2	116,4	126,3	170,5	204,0	252,3	280,6	280,9	248,0	203,7	2260,9
EVAPOTRANSPIRAÇÃO	200,8	173,4	166,0	166,3	180,5	243,5	291,4	360,4	400,8	401,3	354,3	291,1	3229,8
INSOLAÇÃO	193,0	185,9	190,2	205,3	249,2	279,5	283,1	299,6	293,6	279,9	255,7	229,2	2944,2
NEBULOSIDADE	6,8	7,2	7,9	7,2	5,8	4,3	3,6	3,2	3,8	4,1	5,3	6,3	5,5
PRECIPITAÇÃO	196,5	253,4	334,2	260,9	103,8	18,6	8,7	10,0	14,2	29,5	53,6	100,1	1367,5
DESVIO PADRÃO	115,5	165,5	202,1	174,5	89,1	22,9	15,0	30,4	21,6	40,9	50,3	90,5	610,1
COEF. VARIÂNCIA	0,59	0,65	0,60	0,67	0,86	1,23	1,73	3,06	1,53	1,39	0,94	0,90	0,45
FOTOPERÍODO	12:26	12:16	12:03	12:29	12:17	12:11	12:13	12:23	12:37	12:11	12:23	12:29	12:19

Quadro – 02 - Demonstrativo do banco de dados climatológicos mensal e anual para o município de Teresina. FONTE: Estudo agrometeorológico para o estado do Piauí.

O fotoperíodo médio anual para o município de Teresina é de 12:19 (horas e minutos). Os meses com fotoperíodos mais prolongados são: janeiro, fevereiro, abril maio, agosto, setembro, novembro e dezembro, oscilando entre 12:16 a 12:37 horas e minutos. Já

o mês com menor fotoperíodo é o de março, junho, julho, outubro com 12:03 a 12:13 horas e minutos.

5.1 BALANÇO HÍDRICO

O balanço hídrico pode ser estudado em várias escalas. Numa escala mundial, ele trata da circulação d'água entre a terra e a atmosfera. LIBARDI (1995), ilustrou com valores numéricos a distribuição d'água, onde 96,0% do total existente nos continentes, oceanos e atmosfera são representados pelos oceanos; a água dos continentes representa 4,0% do total e a da atmosfera 0,001%.

O resultado do balanço hídrico foi obtido através das climatológicas de temperatura e das precipitações médias da área municipal.

A coluna de armazenamento nos dá a idéia de como o solo tem a capacidade de retenção de água e o poder de armazenamento nos meses de fevereiro a agosto, sendo que os meses de setembro e janeiro este poder de armazenamento é nulo.

As temperaturas médias desta região oscilam entre 26,9 a 29,7°C, com valor anual médio de 27,9°C.

Quando não é detectado excedente, isto significa que a precipitação é igual ou aproximada à evaporação real anual. Na área municipal foram detectados excedentes nos meses de fevereiro a abril.

Em contraste com os moderados excessos de água do período chuvoso, o período seco, além de relativamente longo, possui normalmente grandes déficits de água, prolongando-se de maio a janeiro. O clima de Teresina, de acordo com a classificação de Koppen, é Aw'.

BALANCO HIDRICO SEGUNDO THORNTHWAITE E MATHER

LOCAL: TERESINA

LATITUDE: 05°05'

CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO: 100,0 mm

MESES	T C	P MM	EVP MM	P-EVP MM	ARM MM	ALT MM	EVR MM	EXC MM	DEF MM
JAN	27,5	196,5	153,0	-17,0	0,0	0,0	137,0	0,0	17,0
FEV	27,2	253,4	135,0	118,0	100,0	100,0	135,0	18,0	0,0
MAR	27,2	334,2	144,0	190,0	100,0	0,0	144,0	190,0	0,0
ABR	27,3	260,9	141,0	120,0	100,0	0,0	141,0	120,0	0,0
MAI	27,2	103,8	144,0	-40,0	67,0	-33,0	137,0	0,0	7,0
JUN	26,9	18,6	136,0	-117,0	21,0	-46,0	65,0	0,0	71,0
JUL	27,1	8,7	144,0	-135,0	5,0	-16,0	25,0	0,0	119,0
AGO	28,0	10,2	151,0	-131,0	1,0	-4,0	14,0	0,0	137,0
SET	29,1	14,2	157,0	-143,0	0,0	-1,0	15,0	0,0	142,0
OUT	29,7	29,5	167,0	-138,0	0,0	0,0	30,0	0,0	138,0
NOV	29,3	53,6	160,0	-106,0	0,0	0,0	54,0	0,0	106,0
DEZ	28,5	100,1	163,0	-63,0	0,0	0,0	100,0	0,0	63,0
ANO	27,9	1367,5	#####	-471,0	394,0	0,0	995,0	329,0	800,0

INDICES (%)

INDICE DE ARIDEZ: 17,82

INDICE DE UMIDADE: 18,30

INDICE HIDRICO: -8,43

LEGENDA:

T = Temperatura média em graus Celsius

P = Precipitação climatológica

EVP = Evapotranspiração Potencial

P-EVP = Precipitação - Evapotranspiração Potencial

ARM = Armazenamento

ALT = Altura

EVR = Evaporação Real

EXC = Excedente

DEF = Deficiência

Quadro – 03 – Cálculo do Balanço hídrico (Capacidade de Campo = 100,0 mm).

FONTE: Estudo agrometeorológico para o estado do Piauí.

GRÁFICO DO BALANÇO HÍDRICO PARA O MUNICÍPIO DE TERESINA.

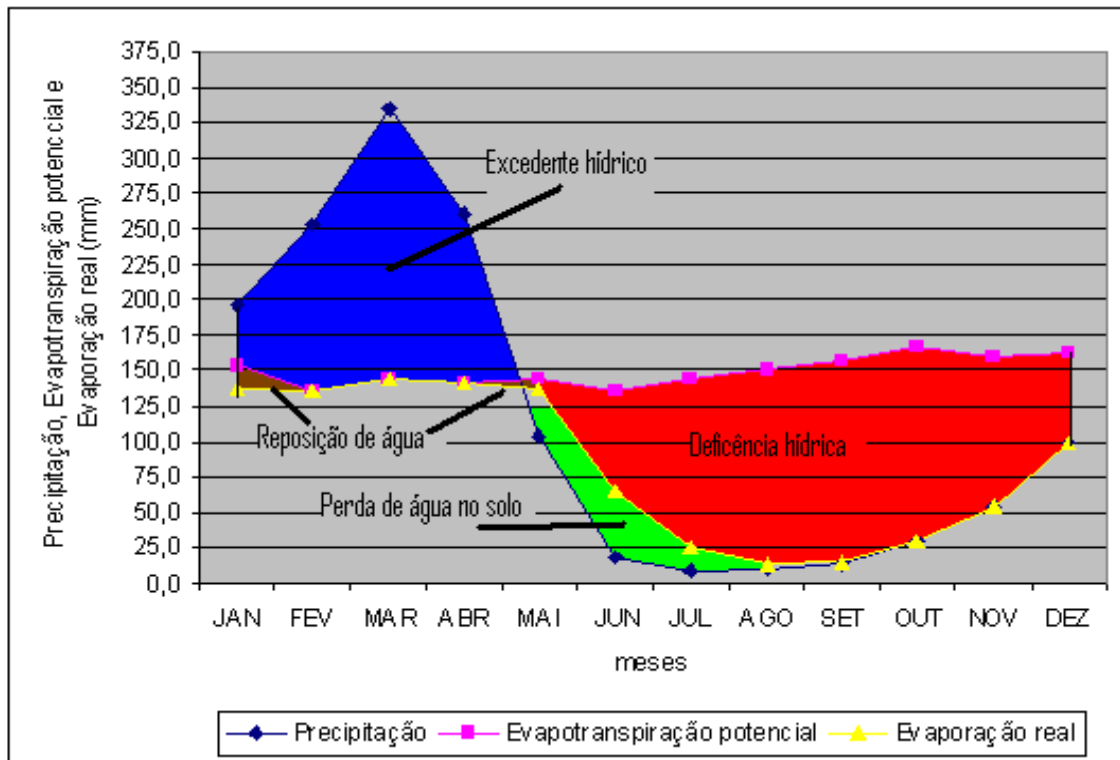


Figura -08- Gráfico da precipitação climatológica, evaporação potencial e evaporação real, segundo THORNTHWAITE E MATHER para o município de Teresina. FONTE: Estudo agrometeorológico para o estado do Piauí.

5.2 GEOLOGIA

5.2.1 GENERALIDADES

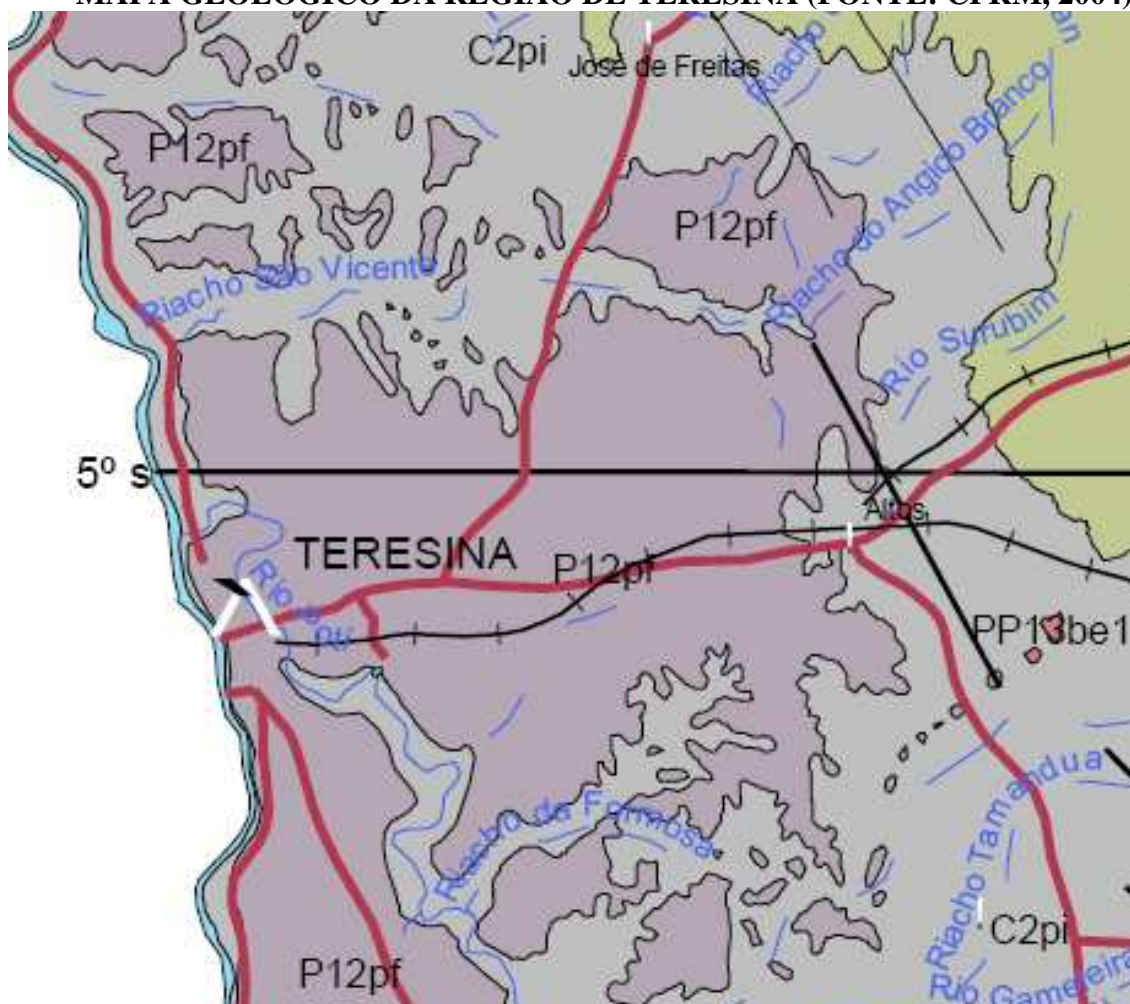
A base geológica do município de Teresina corresponde às Formações Piauí (datada do Período Carbonífero Superior) e Pedra de Fogo (datada do Período Permiano), apresentando rochas ígneas básicas (diabásio) datados dos Períodos Cretáceo, que afloram sob formas de soleiras e diques, na área Sul desse município, de onde são retiradas e produzidas pedras para ornamentação e para a construção civil.

A Formação Piauí é constituída por arenitos calcíferos, siltitos e folhelhos, aflorando ao Sul e ao Norte da cidade próximo ao rio Parnaíba.

A Formação Pedra de Fogo é tipicamente constituída por uma alternância de silxitos, arenitos e siltitos, que afloram com freqüência nos topos dos baixos planaltos e nas encostas mais escarpadas do relevo local. Esta é a Formação que aflora no KM 7 rumo ao sul de Teresina, pela BR-316.

Essas Formações podem ser identificadas nas áreas da periferia e nos topos dos platôs do interflúvio Parnaíba/Poti, nas áreas do sítio urbano, onde ainda estão capeadas pelo asfalto ou calçamentos.

MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DE TERESINA (FONTE: CPRM, 2004)



Escala: 1:1.000.000

Legenda

Paleozóico (345-240 ma.,)

Permiano (295-250 ma.)

P12pf Formação Pedra de Fogo: Arenitos, folhelhos, calcários e silextilos.

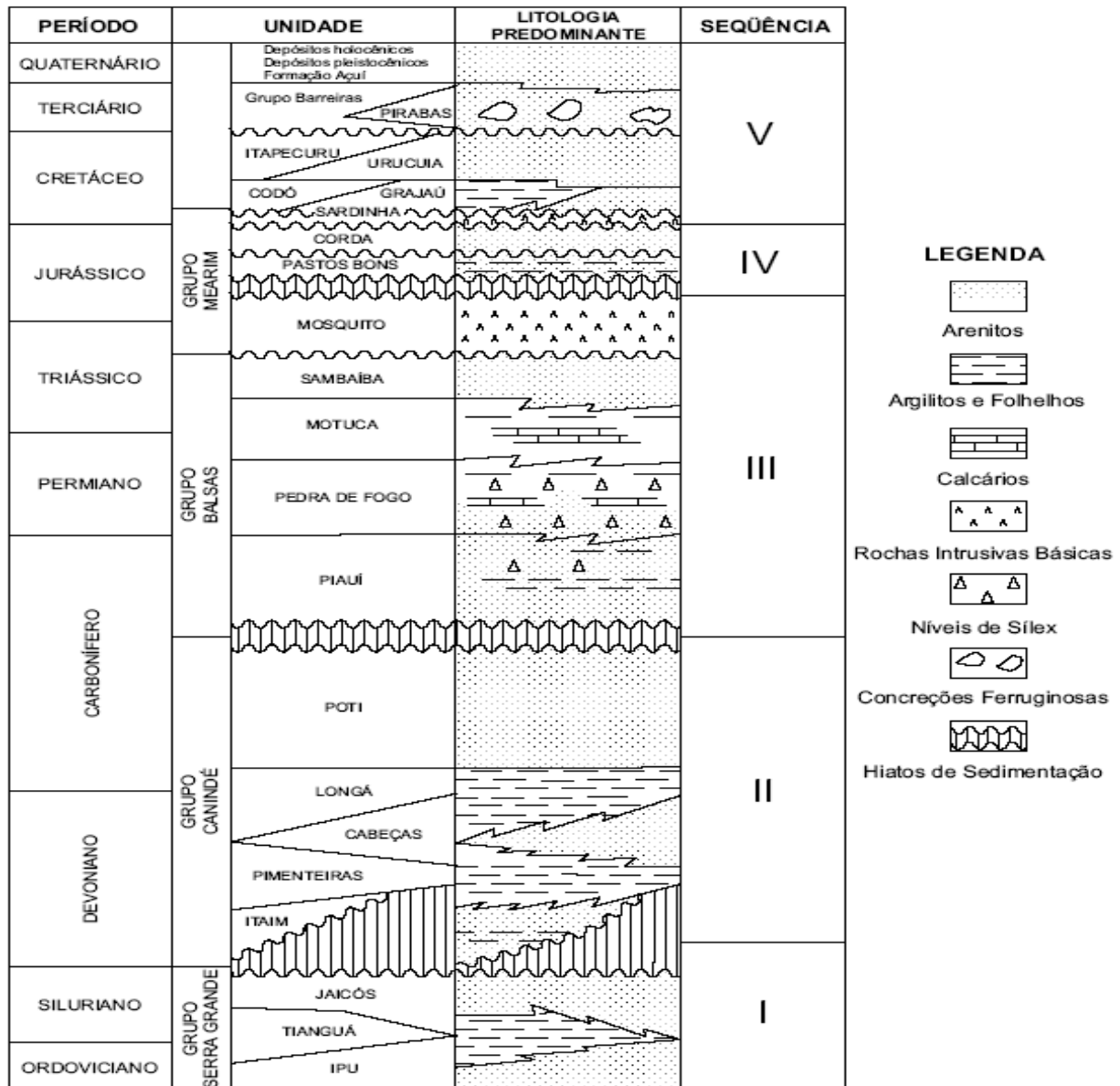
Carbonífero (355-295 ma.)

C2pi Formação Piauí: Arenitos, siltitos, folhelhos e calcários.

Essas Formações pertencem à uma estrutura geológica de dimensões regionais – a Bacia Sedimentar do Piauí-Maranhão, que ocupa uma área de cerca de 600.000 km², abrangendo quase totalmente esses dois Estados, tendo o Piauí cerca de 80% de seu território nela incluído. Essa bacia iniciou sua formação no Período Siluriano da Era Paleozóica, a partir de ciclos de sedimentação marinha, em fases de transgressão e regressão,

tendo concluído esse processo com sedimentos de origem continental, na Era Mesozóica, do lado maranhense.

O quadro abaixo mostra a seqüência deposicional das unidades estratigráficas que compõem a Bacia do Parnaíba.



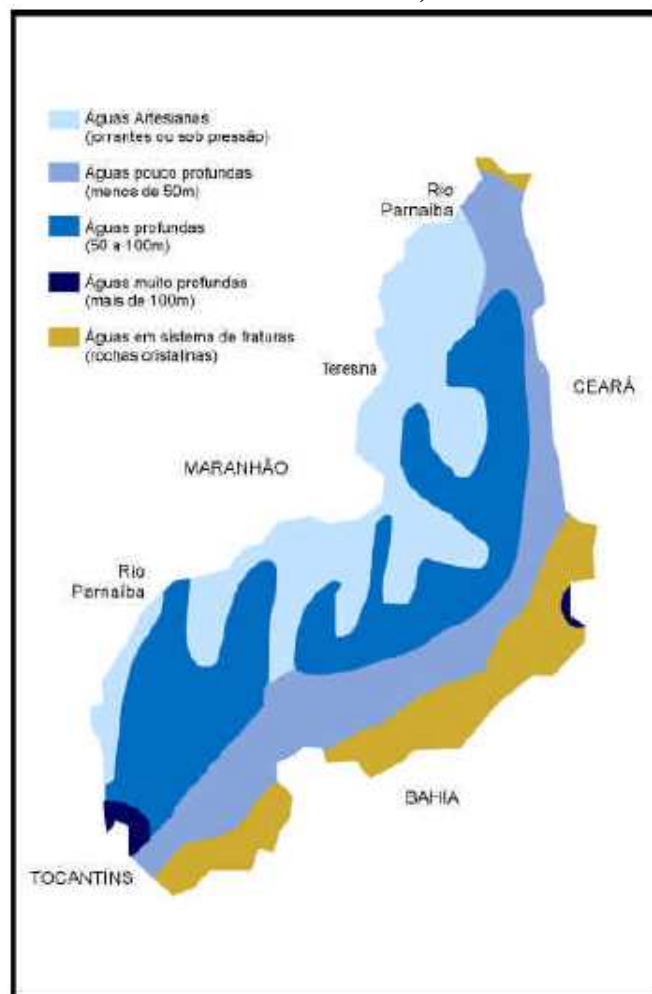
5.2.2 HIDROGEOLOGIA

No município de Teresina distinguem-se apenas como domínio hidrogeológico as rochas sedimentares pertencentes à Bacia do Parnaíba. Constituem as formações Piauí e Pedra de Fogo.

A formação Piauí, juntamente com a Formação Poti, pelas características litológicas, comportam-se como uma única unidade hidrogeológica. A alternância de leitos mais ou menos permeáveis no âmbito dessas duas formações sugere comportamentos de aquíferos e aquitardes. Tendo em vista a ocorrência de a Formação Piauí ser expressiva no município, e ter mais constituintes arenosos na sua formação litológica, esta área de exposição torna-se uma opção do ponto de vista hidrogeológico, como manancial de água subterrânea.

A Formação Pedra de Fogo, pelas suas características litológicas, com predominância de camadas argilosas e intercalações de leitos de sílex, que são rochas impermeáveis, apresenta pouco interesse hidrogeológico. Como se pode observar pelo mapa hidrogeológico do Piauí abaixo, o município de Teresina possui boa aptidão para produção de água subterrânea.

MAPA HIDROGEOLÓGICO DO ESTADO DO PIAUÍ (FONTE: BANCO DO NORDESTE)

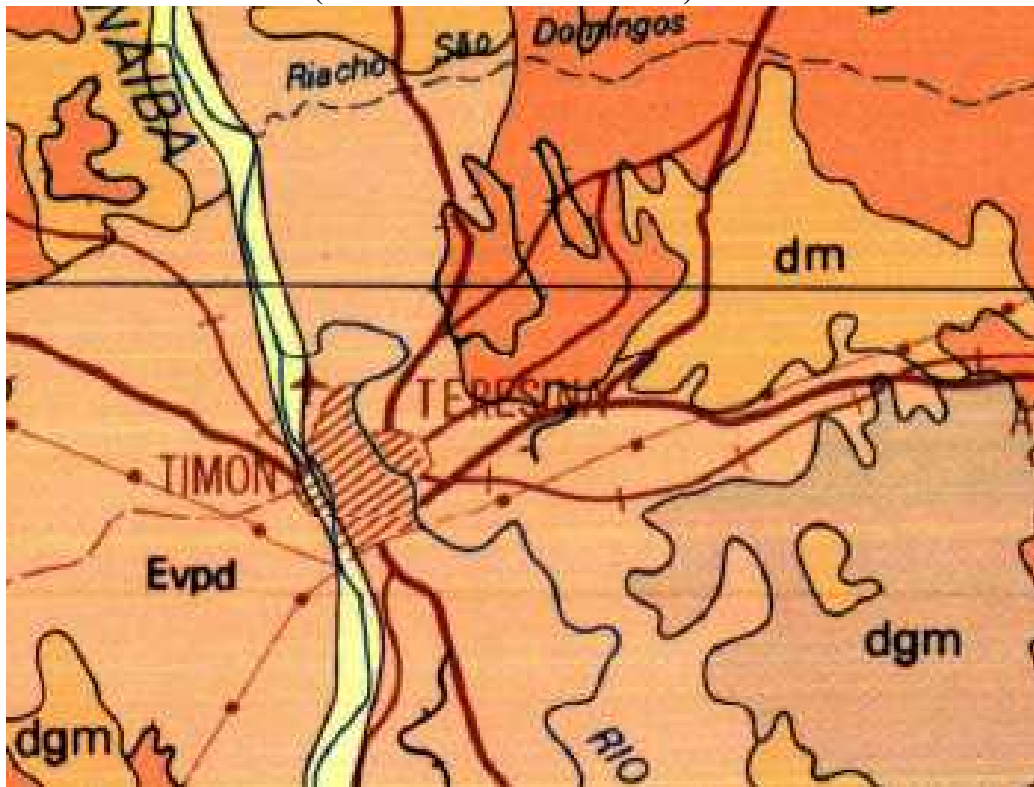


5.3 RELEVO

As formas de relevo dessa bacia sedimentar apresentam uma topografia de topos tabulares e sub-horizontais, apresentado cerca de 900 m de altitude no limite com o Ceará, e descendo, de forma escalonada, pelo desdobramento da cuesta em planaltos e depressões interplanálticas, para cerca de 200 metros ao chegar ao município de Teresina.

No entorno da cidade esses baixos planaltos são individualizados pelos grandes rios Poti e Parnaíba e recortados pelos seus afluentes de menores dimensões, formando no Sul deste município as Serras do Longá, Cantinho, Jatobá, Peladinho e Grajaú. Os platôs e colinas mais baixos desse interflúvio Poti/ Parnaíba, ocupados pela urbanização inicial da cidade, eram chamados de *Chapada do Corisco*, chegando até próximo da foz do Poti no Parnaíba, onde seu topo apresenta-se com apenas 90 metros de altitude, na área do Parque da Cidade e arredores, tendo um nível de base local de cerca de 55 m, na barra do Poti.

MAPA GEOMORFOLÓGICO SIMPLIFICADO DA REGIÃO DE TERESINA (FONTE RADAMBRASIL).



Escala: 1:1.000.000

LEGENDA

Formas estruturais



SUPERFÍCIES ESTRUTURAIS PEDIPLANADAS: Extensas superfícies elaboradas em rochas sedimentares com amplos vales interplanálticos pedimentados e algumas áreas muito dissecadas por retomada de erosão recente.

Formas Erosivas



VALES PEDIMENTADOS. Vales interplanálticos com pedimentos bem conservados, convergindo, geralmente sem ruptura de declive para a calha de fluvial; eventualmente em processos de retomada de erosão.

Tipos de dissecação.

dm: DISSECADOS EM MESA. Formas resultantes da evolução do processo de dissecação em interflúvios tabulares.

5.4 HIDROGRAFIA

GENERALIDADES

O Rio Poti nasce da confluência do Rio Itaim e do Riacho do Meio, no Estado do Ceará, município de Croatá, próximo à cidade de Parambú, e desemboca no Rio Parnaíba pela margem direita, no município de Teresina. Inicialmente, o seu curso desenvolve-se no sentido sul-norte, até a altura de Crateús, a partir de onde ocorre uma inflexão para oeste, penetrando no Estado do Piauí, após atravessar a Serra Grande onde há uma zona de litígio entre os dois estados.

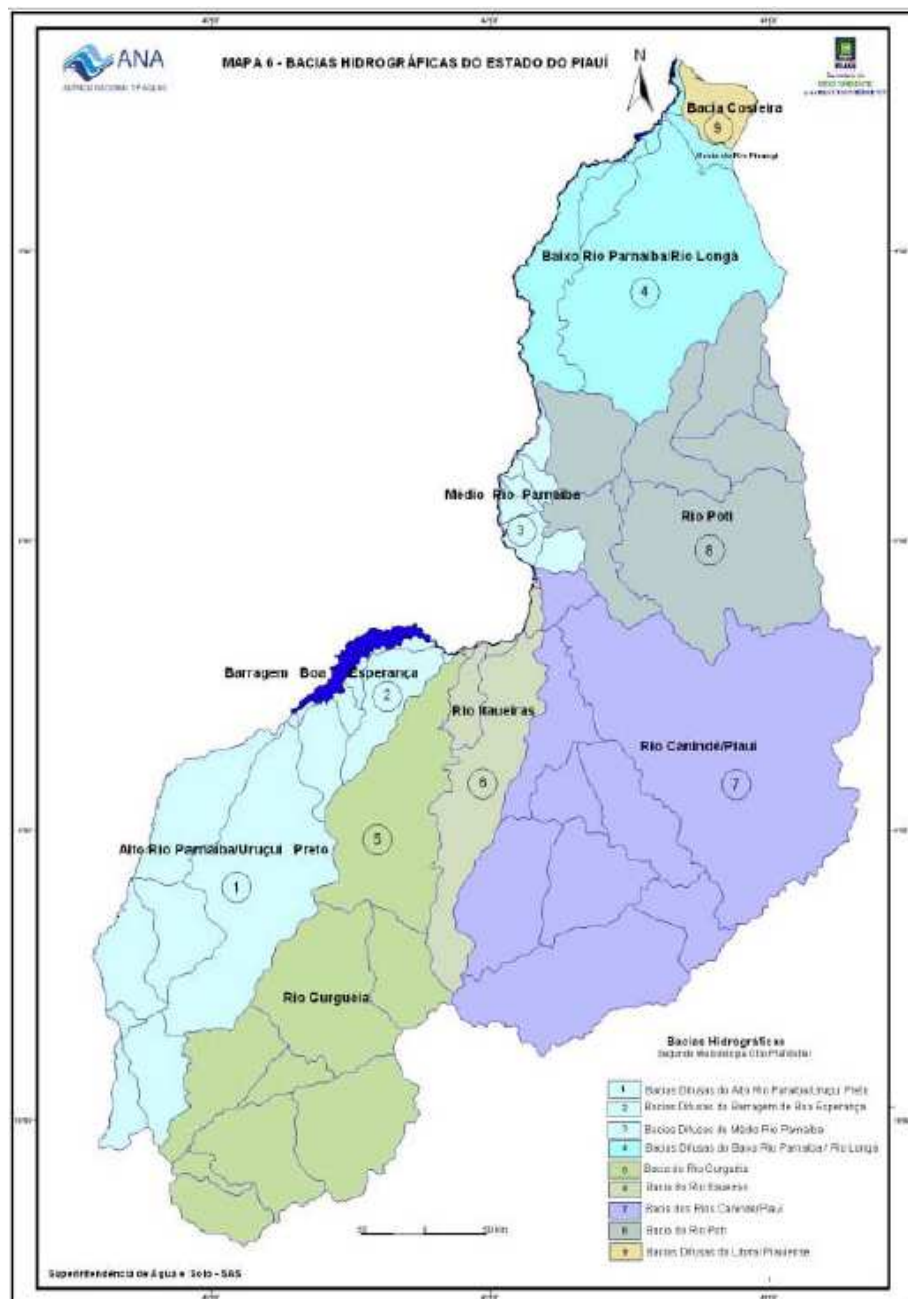
Formando uma das principais sub-bacias da bacia do Parnaíba, o rio Poti tem como principais afluentes no estado do Ceará pela margem esquerda: os seguintes cursos d'água: Maratona, Cavalos, São Francisco e Padre; pela margem direita: Correntes, Independência, Mel e Paraíso. No estado do Piauí, tem como principais afluentes pela margem esquerda: Cais, Sambito, Onça, Berlingas, Gameleira, São Domingos, Imburana e Salina; pela margem direita: Macambira, Capivara, Taboca, Corrente, Coroatá e Santa Cruz.

O rio Poti, um dos grandes afluentes do Parnaíba, drena uma porção da bacia hidrográfica desse rio, tendo sua bacia aproximadamente 50.000 Km², o que corresponde a cerca de 16% da área total da bacia do rio Parnaíba. Trata-se assim de uma sub-bacia, cujo rio principal tem regime intermitente, de natureza torrencial, apresentando uma vazão média anual de 121 m³/s, e cuja descarga máxima atinge valores excepcionais de 3.636 m³/s, em contraste com um mínimo de 1,30 m³/s.

O rio Poti possui sua cabeceira nos contrafortes orientais do Planalto da Ibiapaba no Estado do Ceará, com altitude de cerca de 600 m. Todo o seu curso tem direção definida pela estrutura geológica, encaixando-se em fraturas e falhas regionais. O seu alto curso localiza-se no escudo cristalino, formado predominantemente por granitos, gnaisses e xistos e, ao adentrar o domínio sedimentar, o rio orienta-se para Oeste, formando um amplo

boqueirão (ou canyon) de cerca 300 m de profundidade. A partir daí encaixa-se em fraturas de reflexo da falha Pedro II, na direção Nordeste/Sudoeste, estendendo-se até o Município de Prata do Piauí. Nesse ponto sofre uma inflexão de 45º, tomando direção noroeste e passando a ter um curso perene até desaguar no rio Parnaíba, no bairro Poti Velho, em Teresina, numa altitude de cerca de 55 metros.

Com relação aos deflúvios, a bacia do Poti apresenta no trimestre mais seco 5,6 m³/s, correspondendo a apenas 1,7% do total, enquanto no período mais chuvoso representa 346,0 m³/s, sendo que a sua média anual corresponde a 159,7 m³/s.



MAPA HIDROGRÁFICO DO ESTADO DO PIAUÍ (FONTE: ANA/SEMAR)

5.5 DADOS FLUVIOMÉTRICOS DO RIO POTI

O REGIME FLUVIAL DO RIO POTI EM TERESINA

O presente item pretende identificar os dados fluviométricos disponíveis nas duas estações de controle no Baixo Poti em Teresina, consolidar estes dados e caracterizar o seu regime fluvial.

5.5.1 - Dados e fontes pluviométricas

A fonte de dados fluviométricos na bacia do Poti é o Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. A bacia do Poti está localizada no banco de dados “Bacias do Atlântico Norte-Nordeste - Sub-Bacia 34”, tendo apenas cinco postos fluviométricos, um dos quais não mais em operação. Os dois últimos referem-se ao município de Teresina (Tabela abaixo).

RELAÇÃO DOS POSTOS FLUVIOMÉTRICOS NA BACIA DO POTI

CÓDIGO	NOME	MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE (M)	OPERANDO
34720000	IBIAPABA (JUAZEIRO)	CASTELO DO PIAUÍ	-05:03:00	-040:55:00	257	NÃO
34750000	FAZENDA BOA ESPERANÇA	CASTELO DO PIAUÍ	-05:13:23	-041:44:15	180	SIM
34770000	PRATA DO PIAUÍ	PRATA DO PIAUÍ	-05:39:45	-042:12:20	80	SIM
34789000	FAZENDA CANTINHO II	TERESINA	-05:12:09	-042:41:48	80	SIM
34790000	FAZENDA CANTINHO	TERESINA	-05:12:00	-042:43:00	80	SIM

- Fluviometria do rio poti

Para caracterizar o regime fluvial ao longo do Rio Poti, analisou-se as vazões médias mensais e anuais dos postos fluviométricos em operação.

VAZÕES MÉDIAS MENSAIS NAS SEÇÕES AO LONGO DO RIO POTI(M³/S)

POSTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
FAZ. BOA ESPERANÇA	8,9	30,4	90,0	184,4	71,9	12,9	5,0	2,5	1,5	1,0	0,9	3,0	34,3
PRATA DO PIAUÍ	47,4	139,8	305,9	410,4	152,6	18,8	7,7	3,8	2,7	2,8	5,0	28,6	93,8
FAZ. MEU CANTINHO	78,5	224,0	478,3	668,4	258,3	39,2	15,7	8,1	5,7	6,5	9,7	48,7	153,0
FAZ. MEU CANTINHO II	55,8	86,1	234,9	334,1	133,7	22,6	9,0	4,8	3,2	3,8	10,3	12,7	75,8

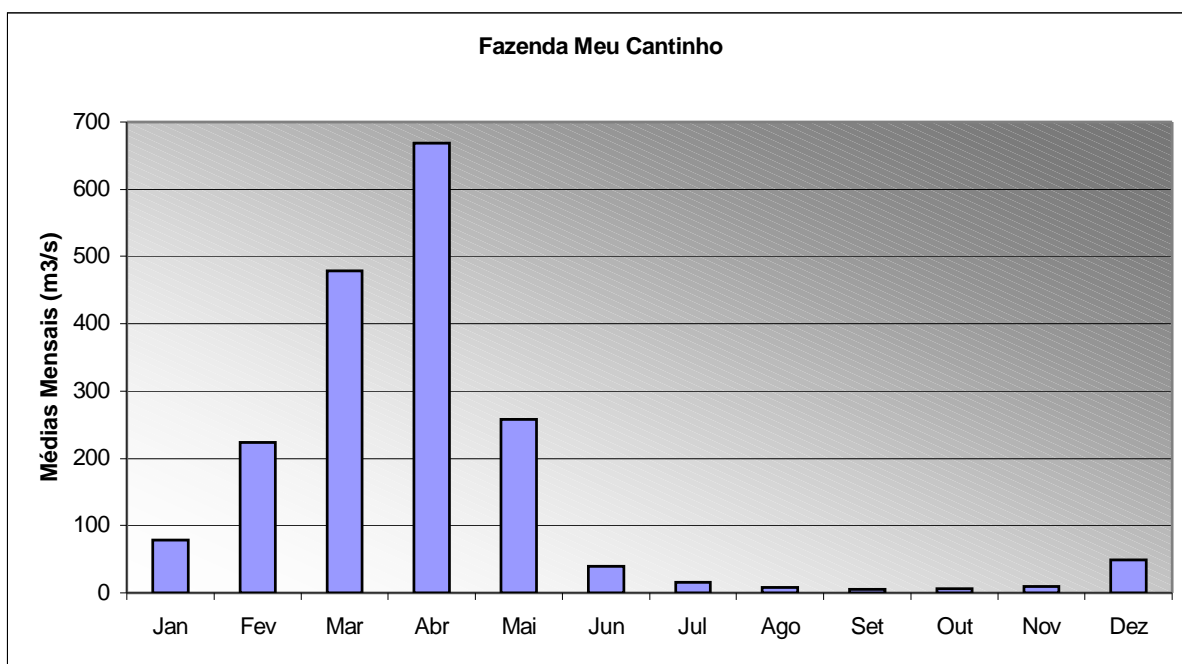


GRÁFICO DAS VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DO POSTO DA FAZENDA CANTINHO I EM TERESINA(FONTE ANEEL)

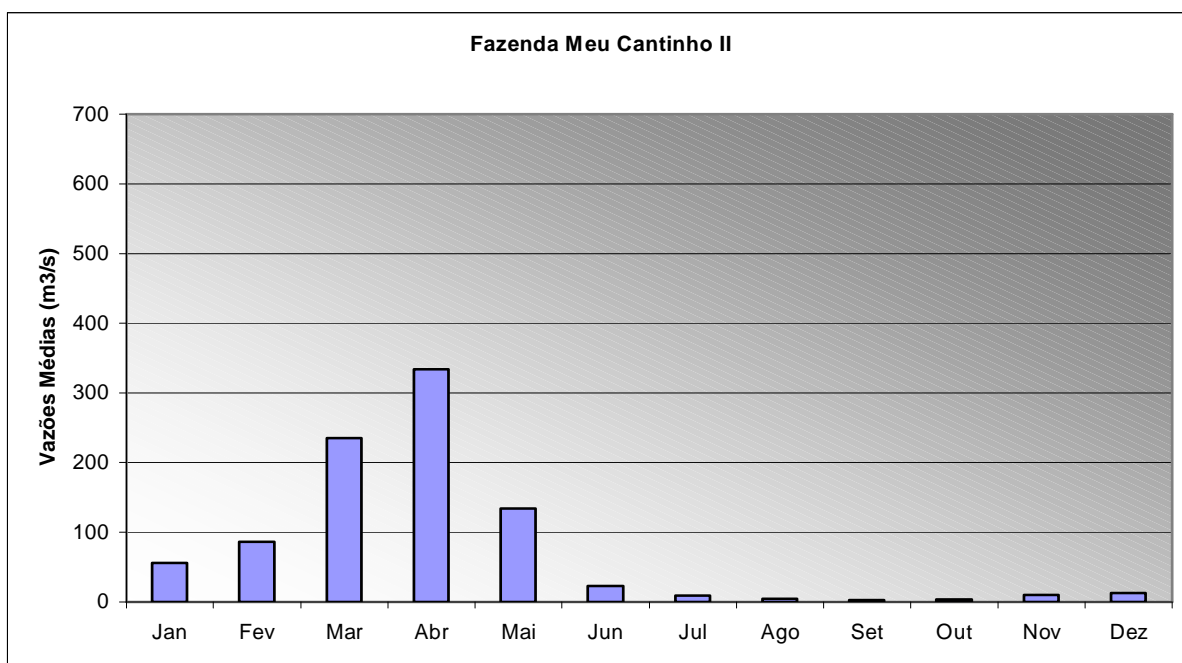


GRÁFICO DAS VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DO POSTO FLUVIOMÉTRICO DA FAZENDA CANTINHO II EM TERESINA (FONTE ANEEL)

Observa-se que, embora o padrão sazonal das vazões seja o mesmo nos quatro postos analisados, há um aumento da vazão média anual a medida que o Rio Poti se aproxima de sua foz. A variabilidade interanual das vazões, traduzida pelo coeficiente de variação das séries anuais diminui também nesta mesma direção, passando de 1,32 no

município de Castelo do Piauí para 0,7 em Teresina, o que já era esperado, uma vez que o rio se torna perene nas proximidades de Teresina. Os totais anuais e os coeficientes de variação diferentes nos postos Meu Cantinho I e II, em Teresina, se devem a se tratarem de períodos de observação diferentes.

5.6 CARACTERÍSTICAS DAS VAZÕES MÉDIAS ANUAIS NAS SEÇÕES AO LONGO DO RIO POTI (M³/S)

POSTO	VAZÃO MÉDIA ANUAL	DESVIO PADRÃO	CV	PERÍODO DE OBSERVAÇÃO
FAZ. BOA ESPERANÇA	34,35	45,25	1,32	1965-1999
PRATA DO PIAUÍ	93,79	88,02	0,94	1965-1999
FAZENDA MEU CANTINHO	153,00	129,00	0,84	1965-1990
FAZENDA MEU CANTINHO II	75,82	42,03	0,66	1991-1999

5.7 LAGOAS E ALAGADOS

Fato peculiar corresponde ao represamento das águas do Poti pelas águas do Parnaíba, em função do leito deste rio se encontrar num nível de base mais alto do que o do Poti, nesse trecho da cidade de Teresina. Esse represamento provoca a acumulação de um grande volume de água no seu leito, passando uma falsa idéia à população de que esse rio tenha um débito de grande expressão em todo o seu curso.

No município de Teresina, o seu leito forma vários meandros até a sua foz, conhecida como barra do Poti. Nesse trecho periodicamente inunda os largos terraços, em função de sua declividade bem reduzida, formando grandes bancos de areia a montante da curva à altura do Quartel da Polícia Militar e fazendo aflorar no seu leito, a jusante dessas coroas, rochas do membro inferior da formação Pedra de Fogo, que no período de estiagem se comporta como soleiras de pedras, onde forma pequenas corredeiras. Junto à esses afloramentos destacam-se troncos de árvores do gênero *psaronius*, que se encontram silicificados como resquícios de uma floresta pretérita.

Fato peculiar corresponde ao represamento das águas do Poti pelas águas do Parnaíba, em função do leito deste rio se encontrar num nível de base mais alto do que o do Poti, nesse trecho da cidade de Teresina. Esse represamento provoca a acumulação de um grande volume de água no seu leito, passando uma falsa idéia à população de que esse rio tenha um débito de grande expressão em todo o seu curso.

A área urbana de Teresina é drenada também por vários riachos e por uma centena de lagoas de médio e pequeno porte. Alguns deles se formam dentro da área já urbanizada, outros na área deste e de outros municípios vizinhos sendo, todos eles, afluentes dos rios Parnaíba e Poti. A maioria desses riachos forma lagoas antes de desaguiarem nos rios citados, constituindo um belo sistema lagunar acompanhando as margens fluviais dentro do sítio urbano de Teresina.

6. MEIO BIOLÓGICO

6.1 VEGETAÇÃO

O município de Teresina está localizado à margem direita do Rio Parnaíba, ao lado do município maranhense de Timom, a 05°05'12" de latitude sul e 42°48'42" de longitude oeste. Apresenta clima Aw, tropical e chuvoso (megatérmico) de savana, com inverno seco e verão chuvoso, com precipitação mensal média de 1.339 mm, temperatura do ar de 26,8°C e umidade relativa do ar 70% (TERESINA, 1993). A paisagem natural é caracterizada por uma cobertura arbustiva de médio porte e densa, com babaquais e os carnaubais nativos que se estendem preferencialmente ao longo dos vales e terrenos quaternários de maior fertilidade. O Cerrado e o Cerradão constituem a forma mais comum de vegetação (TERESINA, 1993).

Segundo Machado et al.(2006), foram observadas 48 espécies de plantas nativas distribuídas em 42 gêneros e 21 famílias botânicas na cidade de Teresina. A família com maior representatividade foi a Caesalpiniaceae, com seis gêneros, seguida de Mimosaceae e Arecaceae.

FAMÍLIAS	Nº DE GÊNEROS	Nº DE ESPÉCIES
Caesalpinaceae	6	7
Mimosaceae	5	6
Arecaceae	5	5
Anacardiaceae	3	4
Bignoniaceae	2	4
Sapindaceae	2	2
Combretaceae	2	2
Chrysobalanaceae	2	2
Fabaceae	2	2
Moraceae	2	2
Myrtaceae	1	1
Rhamnaceae	1	1
Dilleniaceae	1	1
Malpighiaceae	1	2
Verbenaceae	1	1
Cecropiaceae	1	1
Coccolobaaceae	1	1
Meliaceae	1	1
Apocynaceae	1	1
Tiliaceae	1	1
Lecythidaceae	1	1
TOTAIS	42	48

Tabela 1. Famílias botânicas, número de gêneros e espécies nativas amostradas na arborização urbana de Teresina, PI. Fonte: Machado et al. 2006.

6.2 FAUNA

O estudo deste seguimento conduziu-se metodologicamente através de visitas de campo e de entrevistas com posterior identificação bibliográfica dos espécimes coletados. Foram feitas três visitas realizadas nos dias 10, 15 e 17 de JUNHO de 2008. A primeira constitui-se em uma visita de observação geral do local e entrevista com os moradores. A segunda caracterizou-se pela observação de hábitos noturnos. Finalmente a terceira, foi para checar e dirimir dúvidas existentes.

A fauna presente na área analisada reflete o estado de conservação da cobertura florestal, que como foi constatado, apresenta alterações bastante acentuadas. A biodiversidade faunística, característica peculiar de áreas de Cerrado/Caatinga, não foi constatada no ambiente, o que certamente é reflexo do elevado grau de degradação que pode ser observado na área. Na composição da fauna local, constatou-se a presença de espécimes de invertebrados e vertebrados.

I- INVERTEBRADOS

Em relação à entomofauna, os grupos mais abundantes foram os espécimes pertencentes as ordens: Isoptera (cupins), Lepdoptera (Borboletas), Ortoptera (gafanhotos), Himenoptera (abelhas e formigas) e Odonata (Libélulas). Além dos insetos, observou-se também a ocorrência de outros invertebrados, como Aracnídeos e Diplópodes.

Ordem Lepidoptera - Através de observação visual de alguns espécimes de borboletas foi possível identificar os gêneros *Papilio* sp. e *Morphus* sp., ambas comuns na cidade de Teresina e em regiões alagadiças. Em visita noturna não se constatou espécimes de mariposas.

Ordem Diptera - Os restos orgânicos aí depositados permitiu o desenvolvimento de condições favoráveis para a proliferação de moscas (*Musca* sp.). A água estagnada favorece o crescimento de muriçoca *Culex* sp. Também foi identificado exemplares de maruim *Simulium* sp.

Ordem Odonata - Espécies de Libellulidae (Sub-ordem Anisoptera) dos gêneros *Erythrodiplax* e *Orthemis* foram visualmente reconhecidos.

Ordem Orthoptera - Através do reconhecimento sonoro constatou-se a presença de grilos da Sub-ordem Gryloideae.

Ordem Blattaria - Prevalendo as condições degradadas do ambiente urbano, principalmente pelos depósitos anteriores de lixo e existência de matéria orgânica, se observam grande incidência de baratas domésticas (*Periplaneta americana*).

Ordem Himenoptera - Foram detectadas espécimes de vespas caçadoras, conhecidas como cavalo-do-cão (*Pepsis fabricius*). Abelhas do tipo Arapuá (*Trigona ruficus*), típica de nossa região e caracterizada pela produção de mel com sabor desagradável, também estão presentes. Geralmente próximos ao mata-pasto (*Cassia* sp.) se encontram formigas lava-pes do gênero *Solenopsis*.

Ordem Isoptera - Sob a inserção dos galhos de pequenas árvores ocorrem a presença de termiteiros, identificados como representantes do gênero *Nasutitermes*, a partir da estrutura das peças bucais e da estrutura externa das paredes do termiteiro.

II- VERTEBRADOS

O rio Poti apesar, anteriormente ser mais piscoso, poucos peixes foram observados na proximidade do local onde será instalado o aterro mesmo reunindo condições

para o desenvolvimento da ictiofauna, é de se supor que existe um esforço de pesca maior que a capacidade de suporte do Rio.

Em relação à herpetofauna destacaram-se as espécies: Calango (*Tropidurus hispidus*), Tijubina (*Ameiva ameiva*), Teiú ou Tejo (*Tupinambis teguixim*) e o Camaleão (*Iguana iguana*) e Calango verde (*Cnemidophorus ocellifer*). Este último é um animal comum em capinzais e vegetação rala em geral. Embora genericamente se comente sobre a possibilidade de existência de jacarés, (*Cayman crocodilus*), no trecho do rio Poti, próximo a área, em observação noturna e em entrevistas com moradores não se constatou a presença desta espécie na área. Em visita noturna constatou-se exemplares de sapo-cururu (*Rhinella* sp.), Jia (*Leptodactylus* sp.) e Pererecas (gênero *Dendropsophus*).

A Ornitofauna apresentou uma composição bastante expressiva, sendo que a listagem apresentada possivelmente teria outras espécies, caso fossem efetuados estudos adicionais mais aprofundados e com maior período de campo. As espécies de aves mais freqüentes observadas na área durante as visitas ao local foram: Anu preto (*Crotophaga ani*), Bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), Pardal (*Passer domesticus*), Pombo (*Columba* sp), Fogo-pagou (*Scardafella squammata*) e Sangue de Boi (*Columbina* sp), *Crotophaga ani* (Anu preto), *Cathartes aura* (urubu cabeça vermelha) e *Coragyps atratus* (Urubu-de-cabeça-preta).

Provavelmente em razão do pequeno adensamento de estrato arbóreo-arbustivo é baixa a ocorrência de espécimes de mamíferos. Além daquele considerado praga urbana como o rato doméstico (*Ratus ratus*), alguns moradores ao serem entrevistados citaram que é possível se constatar a presença de Preá (*Cavia aperea*).

7. MEIO ANTRÓPICO

7.1 PERFIL DA CIDADE DE TERESINA

HISTÓRICO

No início do século IXX, o único núcleo urbano de relativa importância no Piauí, era a capital Oeiras, que pela sua posição articulava-se com as fazendas de gado da região, principal atividade econômica da época. No entanto, com a penetração da pecuária rumo ao litoral, a velha capital protagonizou um estágio de decadência generalizada, iniciando-se então o processo de translação da sede do Governo para o Norte, tendo como

opção um ponto às margens do Rio Parnaíba, amplamente favorável ao intercâmbio comercial.

Em 1852, efetuou-se a transferência da capital para Teresina, então denominada Vila Poti. A nova capital instalou-se às margens do Rio Parnaíba, a fim de facilitar o transporte fluvial, passando a concorrer como pólo de atração com a vizinha cidade de Caxias e o vale do Itapecuru.

A cidade, denominada Teresina, teve um crescimento pouco expressivo, determinado pôr uma economia baseada numa pecuária extensiva, mercado colonial e nas culturas de algodão e fumo, explorados principalmente no Maranhão. Posteriormente, na primeira metade do século XX, o extrativismo vegetal, desencadeado inicialmente pela exploração da cera de carnaúba e em seguida pelo óleo de babaçu, assume o primeiro plano na economia regional, mas sem grandes impulsos no desenvolvimento estadual.

A partir de 1950 a posição da nova capital foi revalorizada com a implantação da malha rodoviária federal, que objetivava a articulação das capitais. Com isso passou a funcionar como entroncamento de importantes eixos rodoviários, assumindo o papel de centro comercial e de serviços para a população e economia local, de uma vasta região dos Estados do Piauí e Maranhão.

A expansão do sítio urbano caracterizou-se pela pouca expressividade espacial. Em 1940, a cidade possuía 34.695 habitantes, ocupando basicamente a atual área do centro comercial.

A partir da década de 50 e principalmente na década de 60, é que a expansão intensificou-se como consequência do processo migratório impulsionado pela concentração das oportunidades de emprego e serviços na capital. É nessa época que Teresina consolidava a integração à região nordestina e a outras regiões do país através das rodovias.

Nesse decênio o fator propulsor à expansão urbana foi o amplo programa habitacional, através do qual foram construídos numerosos e grandes conjuntos habitacionais. Estes, implantados em todas as direções e delimitando uma nova periferia.

EVOLUÇÃO DO ESPAÇO URBANO

A evolução do aglomerado urbano Teresina-Timon, se dá basicamente através dos seguintes vetores:

➔ Norte - Essa região está sujeita a constantes alagamentos, o que determina sua condição de estanque para efeito de crescimento horizontal. Todavia, é considerada zona potencial

para aforamento de terrenos públicos à população de baixa renda, bem como a previsão para instalação de futuros distritos industriais a jusante da foz do Rio Poti.

→ Oeste - Área onde estão inseridos assentamentos urbanos razoavelmente definidos, constituídos pela cidade de Timon que cresceu condicionada à barreira do Rio Parnaíba. A divisão geopolítica juntamente com a barreira do rio, foi sem dúvida, o maior entrave de crescimento nessa direção. O acesso do centro de comércio e serviços de Teresina pela ponte metálica e embarcações recebeu um reforço notável com a construção da nova ponte do sul, o que conseqüentemente gerou um assentamento e população de baixa renda no lado maranhense, dando àquele município as características de uma cidade dormitório. Posteriormente com a construção da 3ª ponte, ponte da amizade ligando o centro de Teresina ao Centro da cidade de Timon, as características de desenvolvimento das duas cidade se acentuou uma como dependente da outra.

→ Leste - As pontes construídas sobre o leito do Rio Poti, facilitaram a interligação desta área com a zona central, contribuindo para sua evolução. A malha urbana ultrapassou o Rio Poti, surgindo os bairros de Fátima, Jockey Club e São Cristóvão, dispostos ao longo da BR 343. A região foi ocupada pelo contingente de maior renda da população, gerando problemas de especulação imobiliária e dificultando novas expansões. Paradoxalmente, esta região concentra também os grandes problemas de invasão urbana, que posteriormente, junto aos conjuntos habitacionais, vieram a se constituir em bairros como Cidade Satélite, Piçarreira, Dirceu Arcoverde, Renascença, entre outros.

→ Sul - Zona de expansão que teve sua tendência de crescimento acentuada com o asfaltamento da BR 316 e da ponte rodoviária sobre o Rio Parnaíba, dando vazão ao tráfego em direção ao Maranhão e Pará. Situa-se nessa região o Distrito Industrial e comércio atacadista. Foi a área pioneira dos conjuntos habitacionais.

URBANIZAÇÃO E CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO

A ocupação de Teresina é caracterizada pela concentração de atividades no centro urbano, definindo um modelo radioconcêntrico com intenso fluxo de interesses e conseqüente congestionamento num único polo.

A cidade, sendo o centro mais desenvolvido do Estado do Piauí, absorve uma massa populacional que, saindo do campo, busca novas perspectivas de vida na capital. Esta

população migrante caracteriza-se pôr ser de baixa renda e sem instrução e qualificação profissional, o que faz aumentar, a cada ano, os bolsões de pobreza na cidade.

Outro importante aspecto a ser considerado é que Teresina exerce influência, também, em cidades dos vizinhos estados do Maranhão, Pará e Tocantins, que para a capital piauiense se deslocam a procura, principalmente, de serviços médicos e de compras em geral.

O II Plano Estrutural de Teresina (II PET/1988) indica a necessidade de uma estrutura ocupacional que atenua a demanda ao centro, inibindo os processos de saturação e reduzindo a necessidade de acesso a este polo, o qual não está estruturado para suportar mais acréscimo de interesses, que implicariam em obras muito caras, principalmente do sistema viário, devido à alta densidade ocupacional e ao elevado custo da terra.

Em relação à evolução, a taxa de crescimento demográfico de Teresina, que na década de 1970/1980 foi de 5,53% ao ano, atingiu um índice de 4,27% ao ano no período de 1980/1991, registrando um crescimento populacional menos acelerado, o que vem ocorrendo até o presente, conforme demonstrado a seguir:

ANO	POPULAÇÃO			TAXA DE CRESCIMENTO			
	PESQUISADO	TOTAL	URBANA	RURAL	MUNIC.	URBANA	RURAL
1970		220.487	181.062	39.425	•	•	•
1980		377.774	339.042	38.732	+ 5,53	+ 6,47	- 0,18
1991		598.323	555.985	42.338	+ 4,27	+ 4,60	+ 0,81
2001		721.854	675.569	46.285	+4,22	+4,34	+1,01

QUADRO 09: EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

🚧 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

Na composição da população pôr idade, os grupos etários situados entre 10 e 59 anos de idade formam a população em idade produtiva (PIA). Segundo dados do censo demográfico de 2008, observa-se que a PIA de Teresina corresponde a 70,23% da população total, sendo nítida também a importância da força de trabalho dos jovens.

Faixa de Sal. Mínimo	Nº de famílias	Simples(%)	Acumul.(%)
1 - 3	1.068	57,42	57,42
3 - 5	273	14,68	72,10
5 - 8	183	19,84	81,94
8 e mais	336	18,06	100,0
	1.860	100,0	

QUADRO10: RENDA FAMILIAR/TERESINA – 2008. Fonte: Pesquisa direta - PMT

Estudos desenvolvidos pela Secretaria Municipal de Planejamento demonstraram que a administração pública absorvia acima de 50% dos empregos formais em Teresina, o que revela a debilidade dos setores produtivos urbanos que apresentam um mercado limitado de emprego.

7.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

INFRA-ESTRUTURA;

VIÁRIA

A estrutura viária urbana de Teresina tem diretrizes traçadas pela Lei nº 2.265 de 16 de dezembro de 1993 (Capítulo III, Art. 11) sendo formado pelos Sistemas Viários Estrutural e Coletor, assim definidos:

a) O Sistema Viário Estrutural desempenha as funções de articulação viária no âmbito regional urbano, compreendendo as Vias Expressas (vias de articulação intermunicipal e interestadual) e as Vias Arteriais (de conexão entre o Sistema Viário Coletor e a rede de Vias Expressas).

b) O Sistema Viário Coletor desempenha a função viária de hierarquização de fluxos de tráfego urbano, compreendendo as Vias Coletoras Principais (para o atendimento dos principais fluxos de tráfego urbano, exercendo a função de canalizadoras dos transportes coletivos), as Vias Coletoras Secundárias (vias de porte local destinadas ao transporte coletivo e tráfego de conexão entre as Vias Locais e as Vias Principais) e as Vias Locais (vias de pequeno porte, destinadas ao atendimento dos deslocamentos viários de âmbito restrito).

TRANSPORTE COLETIVO

O serviço de transportes públicos de passageiros, no âmbito urbano, é controlado pela Secretaria Municipal de Transportes Públicos - SEMTRAN -, excetuando-se a linha Teresina-Timon, que é uma linha interestadual de características urbanas (circuito urbano), controlada pelo DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem.

Existem, atualmente, 60 linhas de ônibus, sendo 04 linhas circulares e 02 linhas diametrais, que integram, em seu trajeto, bairros de zonas distantes. A frota em operação é

de 426 veículos. Em agosto de 2008 o número de usuários de transporte coletivo foi de aproximadamente 1.245.000, segundo dados da SEMTRAN.

Os ônibus para Timon seguem o mesmo esquema operacional do sistema de Teresina e mantêm linhas pelas duas pontes.

Os seguintes seguimentos sociais estão isentos, por lei, de pagamento de passagens: policiais civis, idosos acima de 65 anos, policiais militares fardados e militares das forças armadas fardados.

O sistema permite a utilização do vale-transporte ou o pagamento integral da passagem. Para os estudantes credenciados há o vale estudantil, cujo preço correspondente a 50% do valor da passagem e é válido mediante a apresentação da identidade Estudantil.

A Secretaria Municipal de Transportes é, ainda, responsável pelo estacionamento rotativo no centro da cidade, também conhecido como zona verde, e pelo licenciamento e fiscalização do serviço de táxi, que tem cerca de 1.245 táxis em circulação.

TRANSPORTE RODOVIÁRIO

Teresina, pôr sua posição geográfica, é um dos mais dinâmicos pólos de transporte rodoviário do Nordeste e está interligada diariamente às principais capitais do país.

O transporte intermunicipal e interestadual de passageiros tem um total de 290 linhas operando no Terminal Rodoviário Lucídio Portela, das quais 72 são interestaduais.

As linhas para cidades próximas, num raio de até 65 km de Teresina, partem de suas próprias garagens e têm um trajeto urbano passando pela Av. Maranhão.

Em Timon, operam outras linhas intermunicipais do Maranhão, partindo dos seus próprios terminais.

Além das linhas com ponto terminal em Teresina, existem várias outras linhas de passagem que operam regularmente na venda e reserva de passagens.

Duas importantes rodovias pavimentadas integram Teresina às demais regiões. A BR-116, partindo de Belém e atravessando o Estado do Maranhão, interligam-se à cidade de São Luís através do entroncamento com a BR-315, cruza a cidade de Timon, atravessando o Rio Parnaíba, em direção a Teresina, segue para Picos, prosseguindo em direção de Pernambuco.

A BR-343 parte de Floriano, cruza o Estado do Piauí no sentido sul-norte, entronca-se com a BR-316 no trecho Barro Duro/Teresina e segue em direção ao litoral

piauiense até alcançar Parnaíba e Luís Correia; em Piripiri, bifurca-se com a BR-222 que faz ligação com Fortaleza.

Encontra-se projetada outra rodovia de grande importância: a BR-226, partindo de Teresina cortando o Estado do Piauí no sentido leste-oeste até atingir o interior do Estado do Ceará.

Destacam-se ainda duas importantes rodovias estaduais pavimentadas que servem a Capital.: A PI-130 e a PI-112, ligando Palmeirais a Teresina, e Teresina a União e Miguel Alves, ambas margeando o rio Parnaíba.

🚦 TRANSPORTE FERROVIÁRIO

O atual sistema ferroviário de Teresina, de responsabilidade da Rede Ferroviária do Nordeste, permite a interligação de Teresina com as cidades de São Luís (MA) e Fortaleza (CE). Na linha que liga Teresina a Fortaleza, há uma derivação na altura da cidade de Altos que demanda a cidade de Luís Correia, localizada no extremo norte do Estado onde está sendo concluído o porto piauiense, porém a mesma está desativada.

Para São Luís, partem diariamente, do pátio de manobra do Itararé, dois trens. No sentido inverso, chegam a Teresina dois trens diariamente.

Para Fortaleza, parte e chega a cada dois dias, do pátio de manobras do Itararé, um trem. Teresina é servida por transporte ferroviário unicamente de carga. No quadro abaixo temos a relação dos principais produtos transportados por diversos trechos:

Trecho/ sentido	Carga predominante
Teresina/São Luís	Cimento e tijolo
São Luís/Teresina	Derivados de petróleo, Cerais, forragens e ferro gusa
Teresina/Fortaleza	Couro, cerveja, cereias e ferro gusa
Fortaleza/Teresina	Cimento e sal

QUADRO 05: CARGA PREDOMINANTE PÔR TRECHO FERROVIÁRIO – 1992. Fonte: Rede Ferroviária Federal

🚦 METRÔ

Em Teresina o metrô é operado pela Companhia Metropolitana de Transportes Públicos, vinculada ao Governo do Estado.

Com uma extensão de via férrea, de bitola métrica, medindo 14 km, dos quais 10 km comuns à RFFSA, o metrô atende aos bairros Matinha, Mafuá, Vila Operária, Centro, Cabral, Marquês, Cristo Rei, Ilhotas, Itararé (Dirceu Arcoverde), Livramento, Parque Ideal, Renascença, Novo Horizonte, Tancredo Neves e Cumprida.

O sistema possui três composições, mas apenas uma está em operação. Cada unidade é composta por dois carros-motor e dois carros-reboque com uma capacidade de 746 passageiros, sendo 188 sentados.

Atualmente, o metrô funciona das 6:00 às 20:00 horas com o tempo de percurso com paradas, de 25 minutos, transportando diariamente cerca de 5.000 passageiros.

TRANSPORTE FLUVIAL

A mais importante bacia que banha a capital, é a do rio Parnaíba, que possui uma extensão navegável de cerca de 1.200 km, apresentando porém obstáculos naturais e de infra-estrutura que dificultam uma navegação contínua e eficiente.

A partir de 1950, o incipiente sistema de navegação decresceu com a concorrência da rodovia, reforçando a comercialização dos produtos regionais para o Estado do Ceará e desse para outras regiões.

No rio Parnaíba, entre Teresina e Timon, o transporte é feito por meio de barcas de madeira com propulsão motorizada e de algumas canoas. Os pontos de partida estão localizados ao longo da Av. Maranhão, próximo à Praça da Bandeira, no centro da cidade. O rio Poti, embora navegável, não tem tradição de médias embarcações nas proximidades do empreendimento.

TRANSPORTE AEROVIÁRIO

O aeroporto de Teresina possui uma pista de 2.200 metros de extensão, sendo dotado de modernas instalações, classificando junto ao Departamento de Aviação Civil - DAC do Ministério da Aeronáutica, como de segunda categoria. É utilizado pôr variadas aeronaves, ligando Teresina direta e indiretamente às demais capitais e cidades brasileiras.

Três companhias operam em Teresina, num total de 8 vôos diários: GOL (3 vôos), TAM (4 vôos) e OCEANAIR (1 vôos) . O aeroporto conta, ainda, com três empresas de táxi aéreo: Aero Táxi Poti, Teresina Táxi Aéreo (TTA) e Noronha Táxi Aéreo. Está localizado a 24.5 km de distância do local do empreendimento.

ENERGIA ELÉTRICA

O sistema de distribuição de Energia Elétrica de Teresina é de responsabilidade da Companhia Energética do Piauí S/A - CEPISA, que conta com alimentação proveniente do sistema CHESF.

O sistema de distribuição da CEPISA dispõe de duas subestações - Jóquei e Marquês, com capacidade de fornecimento de 40 MVA cada, além de três subestação de responsabilidade da CHESF, com capacidade de fornecimento à CEPISA de 166 MVA, o que totaliza, então, 206 MVA na tensão de 13,8 KV permitindo a oferta desse insumo para o município até o ano 2.015.

Existe rede de energia elétrica de propriedade da CEPISA, na tensão primária trifásica de 13.800 Volts, margeando a área do empreendimento. Essa rede é dimensionada com cabo de bitola 1/0 AWG e atende às cargas residenciais e iluminação pública.

ABASTECIMENTO D'ÁGUA

O sistema de abastecimento d'água de Teresina é operado pela AGESPISA - Águas e Esgotos do Piauí S/A -, que é responsável pela captação, tratamento e distribuição de água na cidade.

O manancial de abastecimento de toda a zona urbana é o Rio Parnaíba, exceto os bairros Santo Antônio e Satélite, representando pouco mais de 2% da população, que são abastecidos pôr mananciais subterrâneos integrados ao sistema geral da cidade.

A Estação de Tratamento de Água - ETA - está localizada no bairro Distrito Industrial e, com a conclusão das obras de ampliação, passou a ter uma capacidade de 3.300 L/s. O tratamento empregado é o convencional, ou seja, coagulação, floculação, decantação e filtração.

A área de influência do projeto, em relação ao abastecimento de água, é a Zona SUL da cidade de Teresina, sendo área de influencia imediata o Bairro do km 7 e Porto Alegre.

O sistema de abastecimento de água da Zona Sul e, em particular do Bairro dos k7 e Porto Alegre, está em operação normal, sofrendo eventuais interrupções pôr problemas decorrentes de rompimento de tubulações ou retirada de vazamentos nas redes. Dispõe de margens que permitem atender demandas adicionais em pontos bem servidos pela malha de rede mais grossa e que tenham também baixas cotas topográficas. Dispõe de algumas manobras alternativas que possibilitam considerável reforço na oferta de água para os bairro.

A AGESPISA, que dispõe de projetos atualizados para ampliação de rede e construção de reservatórios nos pontos mais carentes, solicitou recentemente ao Governo Federal, via Secretaria de Planejamento e Orçamento, recursos do Programa PRÓ-SANEAMENTO para ampliação e melhoria do sistema de abastecimento de água de

Teresina. O projeto foi aprovado e selecionado pelo Conselho Estadual de Habitação e Saneamento e se encontra em análise na diretoria da Caixa Econômica Federal do Piauí, agente financeiro do programa. A previsão de duração das obras, depois da liberação dos recursos, é de 12 meses.

Como o custo da água fornecida pela concessionária tornaria extremamente onerosa a irrigação dos gramados e jardins do projeto, será utilizada a água do lençol freático local que, em função da posição do empreendimento próxima ao rio Poti, dispõe de água em abundância para atender às necessidades da irrigação pretendida.

🚧 COMUNICAÇÃO

O sistema de Comunicação Telefônica de Teresina integra o Sistema Nacional de Telefonia e está representado pelas principais operadoras de telefonia móvel e fixa do país. Os serviços de Correios e Telégrafos do Município de Teresina fazem parte do Sistema Nacional de Comunicação Postal e Telegráfica, e compreendem uma rede de atendimento ao usuário composta de agências postais telegráficas, agência filatélica, postos de vendas de selos e agências postais pôr franquia.

🚧 SANEAMENTO

A) ESGOTO

O esgotamento sanitário de Teresina compreende a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final do material, incluindo as ligações prediais, as redes coletoras, os interceptores, os emissários e as estações elevatórias e de tratamento (lagoas de estabilização). O sistema de esgotos sanitários, é de responsabilidade da AGESPISA - Águas e Esgotos do Piauí S.A., e a rede, embora tenha início de implantação em 1969, não tem acompanhado o crescimento urbano de Teresina. Apenas 11% da população é atendida pôr rede de esgoto.

Quanto às estações elevatórias, estão localizadas em zonas diferentes da cidade, a saber:

Conj. João Emílio Falcão;

Quartel da Polícia Militar;

SAMIU;

Av. Maranhão;

Conj. Morada Nova; e

Av. Miguel Rosa com Av. Higino Cunha.

O sistema de coleta e tratamento de esgotos de Teresina é extremamente deficitário, pois enquanto se coleta e se trata 13% do esgoto sanitário da cidade, a média das capitais no Nordeste é aproximadamente 50%, e no Brasil, algumas cidades ultrapassam 80%. Existem em Teresina, ainda sem funcionar, mais de 80 km de redes coletoras de esgotos sanitários implantados, sendo mais da metade destes na Zona Leste.

A Concessionária de águas e esgotos do Estado dispõe de recursos financiados pelo Governo Federal - Pró-conclusão - e está dando continuidade às obras de implantação de redes coletoras em outras áreas da cidade. Deverá, inclusive, resolver o problema de sobrecarga da lagoa do Pirajá, que deverá ser reformada e ampliada. A área de influência do projeto, em relação ao esgotamento sanitário, não é contemplada por este tipo de serviço.

LIMPEZA PÚBLICA

Os serviços de limpeza urbana consistem na coleta e transporte do lixo domiciliar, comercial, hospitalar e de pequenas indústrias; limpeza de ruas e logradouros públicos; varrição e lavagem de mercados e feiras livres; limpeza de bocas de lobo, galerias, valas e canais; capina e desobstrução de ruas; além de serviços especiais, como poda de árvores, remoção de entulhos, animais mortos e materiais de demolição.

A QUALIX tem prestado serviço de coleta e disposição atualmente nas cidades de São Paulo, Teresina, Recife, Goiânia, Feira de Santana, Brasília, Londrina, Porto Alegre, Monte Mor e Hortolândia, Cuiabá e Várzea Grande. As principais fontes de lixo são os de domicílios, o lixo público (proveniente da capina e varrição) e os entulhos de construção e podas de árvores (especial).

Pesquisa envolvendo amostras de lixo de bairros de Teresina, de diversos estratos de renda média familiar e do lixo que chega no aterro controlado, indica a predominância de matéria orgânica em mais de 70% da amostra coletada. O papel e o papelão vêm em segundo plano, com quase 10%.

Composição	Peso (kg)	Peso (%)	Volume(m ³)	Volume (%)
Papel/papelão	352,50	9,9	4,9200	34,7
Plástico duro	12,60	0,4	0,4000	2,8
Plástico mole	56,00	1,6	1,4200	10,0
Vidro	12,90	0,4	0,1100	0,8
Material ferroso	41,70	1,2	0,5006	3,5
Material não	9,72	0,0	0,0220	0,2

ferroso	169,20	4,7	1,4000	9,9
Folha/galhos	19,80	9,6	0,0234	0,2
Madeira	0,18	0,0	0,0008	0,0
Borracha	9,40	0,3	0,0700	0,5
Panos/trapos	2632,00	73,6	4,9200	34,7
Material orgânico	3,05	0,1	0,0030	0,0
Osso	213,50	6,0	0,1782	1,3
Material inerte	28,40	0,80	0,1400	1,0
(areia/terra)	0,97	0,0	0,0012	0,0
Coco	16,70	0,5	0,0424	0,3
Louça	4,50	0,1	0,0206	0,1
Couro				
Outros				
Total	3576,12	100,0	14,1722	100,0

QUADRO 15: COMPOSIÇÃO DO LIXO URBANO DE TERESINA / 2007.

SAÚDE

O sistema de saúde no Município de Teresina é constituído pôr serviços públicos federais, estaduais, municipais, e serviços privados e filantrópicos, desenvolvendo suas atividades nos três níveis de atendimento:

- Primário - postos e centros de saúde;
- Secundário - ambulatórios especializados e unidades mistas; e
- Terciário - hospitais.

Até 2005, o Município de Teresina contava com 312 estabelecimentos de saúde. Destes, 29,34% pertenciam ao setor público e 70,66% eram relativos à rede privada. Na zona urbana a população é atendida em centros de saúde, unidades mistas, ambulatórios de especialidades, hospitais, clínicas e outros.

Os centros de saúde oferecem atendimento médico nas clínicas básicas (clínica médica, pediátrica e gineco-obstétrica) e atendimento odontológico; além dos programas especiais (Atenção Integral à Saúde da Mulher e da Criança, Doenças Sexualmente Transmissíveis, Doenças Crônico-Degenerativas e Educação em Saúde).

As unidades mistas prestam atendimento nas clínicas básicas e especializadas; além do serviço de urgência nas 24 horas; de diagnose (radiologia, patologia clínica, ultrassonografia, citologia oncológica e eletrocardiograma); terapia (inaloterapia, pequena cirurgia e fisioterapia); programas especiais (Atenção Integral à Saúde da Mulher e da

Criança, Doenças Sexualmente Transmissíveis, Doenças Crônico-Degenerativas e Educação em Saúde); e internações.

Os ambulatórios de especialidades prestam atendimentos nas clínicas especializadas e servem de referência ambulatorial para todo o sistema.

A prestação dos serviços públicos de saúde é complementada através de credenciamento de consultórios, clínicas e hospitais da rede privada.

A rede hospitalar pública oferece 1.878 leitos e não atende à demanda, uma vez que serve também à população do interior e de outros Estados vizinhos. Cerca de 40% dos atendimentos são oriundos do interior do Piauí, Maranhão, Pará, Tocantins etc. Com isso, a rede hospitalar vem enfrentando vários problemas, dentre eles, a carência de leitos hospitalares públicos, o que tem dificultado, cada vez mais, o acesso dos pacientes aos hospitais, sobretudo nas internações de urgência, ocasionando dessa forma uma demanda reprimida que cresce gradativamente. O atendimento hospitalar é complementado com o credenciamento de 04 hospitais particulares ou filantrópicos que oferecem 1.870 leitos.

EDUCAÇÃO

O ensino formal em Teresina é ministrado pelas redes federal, estadual, municipal e particular, abrangendo desde o pré-escolar até o 3º grau (ensino superior).

A rede particular, é responsável pôr cerca de 56% do total de escolas com pré-escolar e 20% do total de alunos. Esse fato é consequência do reduzido número de pré-escolas públicas, já que os governos estadual e municipal estão mais voltados para o ensino de 1º grau, em função do que prescreve a Lei nº 5.692.

Vale destacar que Teresina atende a uma demanda de estudantes do interior do Estado, além do Maranhão - especialmente da vizinha cidade de Timon. Em geral, isso se dá a partir da 5ª série do 1º grau. Teresina conta com 13 escolas de nível superior, sendo 2 públicas (uma federal e uma estadual) e 10 particulares.

8. UNIDADE ECOLÓGICA

8.1. O RIO POTI

O rio Poti, com aproximadamente 450km lineares, pertence à bacia hidrográfica do Parnaíba, sendo um afluente de primeira ordem da margem direita. Ele nasce nos contrafortes da Serra Grande, no município de Tauá, no Ceará. Sua própria bacia hidrográfica localiza-se na porção centro-norte do Estado do Piauí e oeste do Estado do

Ceará, entre 4 graus e 6 graus 50 min, de latitude sul entre 40 e 43 graus a oeste de Greenwich, aproximadamente e com área de 49.800 Km².

Em Teresina, onde estende-se pôr 59 km, penetra na zona urbana pelo setor sudeste, sofre inflexão para o norte onde corta os bairros Cidade Nova, Catarina, São João, Noivos, Ilhotas, Fátima, Jockey, Cabral, Porenquanto e Buenos Aires. No último, toma a direção leste e descreve um longo e irregular arco. Em seguida, tem inflexão para norte e oeste. Finalmente atinge o bairro Poti Velho e deságua no rio Parnaíba.

Em seu alto curso, o Poti é intermitente. Entretanto, a partir do município de Castelo do Piauí, quando recebe as águas dos afluentes Sambito e Berlenga que são parcialmente perenes, torna-se um rio perene.

O rio Poti tem um regime hídrico fortemente influenciado pelas estações, o que condiciona o volume e o nível de suas águas. Em Teresina, a sua largura média, considerando-se o leito maior, é de aproximadamente 260 metros. No período das chuvas (de janeiro a maio), sua superfície fica inteiramente recoberta pelas águas, o que lhe garante uma espessura de lâmina d'água de até 8 metros de profundidade. Já no período de estiagem (agosto a dezembro), a sua largura chega a ser em torno de 80 metros e sua lâmina com espessura de menos de 1 metro.

Os principais problemas do rio Poti referem-se ao desmatamento de suas margens, à sedimentação de seu leito e à poluição, sobretudo a causada pelo lançamento de efluentes orgânicos domiciliares, resíduos industriais, esgotos “*in natura*” e lixos urbanos.

Para os moradores, o rio é fonte de alimento, limpeza, lazer e às vezes de renda. É grande a influência do rio sobre os homens e vice versa, principalmente nas margens inundáveis, onde, a cada dia, aumenta o número de ocupações subumanas, formando verdadeiras favelas.

Órgãos estaduais como AGESPISA e SEMAR, a UFPI e Centro Federal Ensino Técnico - CEFET sempre realizam exames laboratoriais para detectar o índice de coliformes fecais e totais nas águas do rio Poti e outros poluentes. Sempre é constatado que em grandes regiões da cidade ele encontrava-se impróprio para banho. Atualmente acredita-se que o problema esteja mais acentuado, pois nada foi feito para controlar as fontes poluidoras então existentes, além do aparecimento de novos focos de contaminação.

O rio Poti é um rio cujas águas deveriam se enquadrar na classe 2 e que no entanto tem águas que, pelos resultados físico-químicos e bacteriológicos, se classificam como 4. Como exemplo, análises realizadas pela AGESPISA, em que o menor valor

encontrados nas águas do Rio para demanda bioquímica de oxigênio $DBO_{5,20}$ dias foi 50mg/l.

Quanto à sedimentação de seu leito, que já é um processo natural devido à baixa velocidade de escoamento das águas do rio e pôr sua localização sobre uma bacia sedimentar, o problema agrava-se devido ao desmatamento e às queimadas, uma prática corriqueira em todo Estado, que elimina a camada biológica expondo o solo às intempéries e aos efeitos da erosão. Essa terra erodida termina, de uma forma ou de outra, a ser carregada para o leito do rio.

Esses problemas somados trazem como consequência a diminuição da profundidade e do volume de água do rio. Isso prejudica a navegabilidade, compromete a sobrevivência dos peixes e aumenta sobremaneira os riscos de alagamento na região. A cada ano isso é observado com o aumento das áreas de “coroas” - grandes bancos de areia que afloram de suas águas - e a redução dos peixes, tanto em tamanho quanto em quantidade.

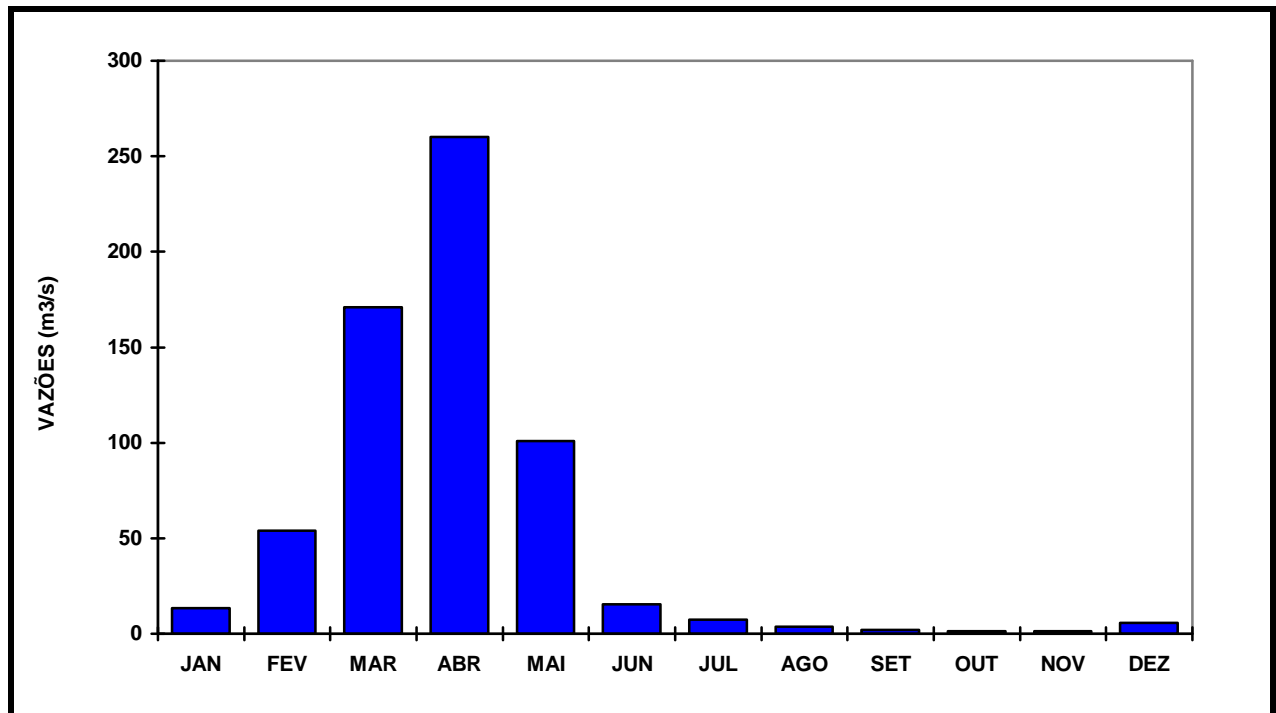
RIO POTI EM FAZENDA BOA ESPERANÇA

VAZÕES MÉDIAS MENCIAIS (m³/s)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁX	DATA	MÍN	DATA	ANUAL
1985	73,2	397	668	1171*	356	51,8	22,8	10,3	6,34	4,30	3,40	26,9					233*
1986	22,6	104	700	390	90,8	32,1	15,3	8,38	5,69	4,13	3,23	2,78	2081	27/03	2,45	19/12	115
1987	3,14	8,01	71,9	53,2	10,5	5,50	3,79	2,25	1,29	1,06	0,241	0,048	262	30/03	0,001	14/12	13,4
1988	7,12	7,84	177	357	76,4	13,6	7,21	3,53	2,00	1,24	0,831	7,71	1126	19/04	0,016	01/01	55,2
1989	4,86	4,54	75,6	576	426	28,1	15,6	6,88	4,08	2,71	3,91	21,1	1680	05/05	1,40	04/12	97,5
1990	9,48	15,5	25,6	11,5	10,3	4,94	2,71	1,79	1,37	0,723	0,165	1,54	116	03/03	0,024	26/11	7,14
1991	10,1	14,8	88,0	59,0	19,4	4,67	2,29	1,04	0,269	0,058	0,289	0,092	331	31/03	0,000	10/11	16,7
1992	0,041	6,34	6,14	12,5	3,30	1,23	0,052	0,007	0,001	0,000	0,000	0,000	51,2	02/04	0,000	26/01	2,47
1993	0,000	0,930	3,39	8,60	1,34	0,181	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	86,0	21/04	0,000	31/01	1,20
1994	15,7	17,7	24,7	41,7	17,0	6,90	5,61	2,15	1,21	0,463	0,133	0,942	164	22/01	0,000	01/01	11,2
1995	0,373	15,9	39,7	174	105	21,2	6,69	3,44	1,22	0,297	0,903	0,915	282	27/05	0,073	28/01	30,8
Média	13,3	53,9	171	260	101	15,5	7,46	3,62	2,13	1,36	1,19	5,64	618		0,396		53,1

HISTOGRAMA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

PERIODO 1985 /95



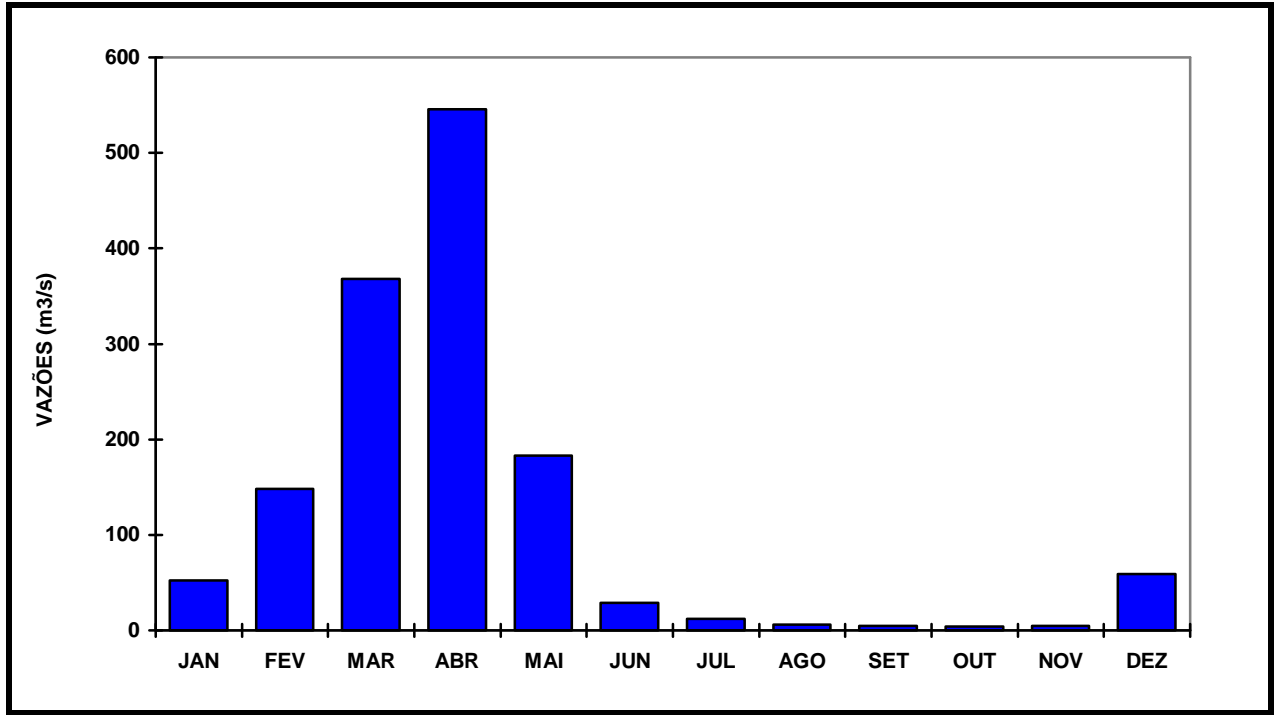
RIO POTI EM PRATA DO PIAUÍ

VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁX	DATA	MÍN	DATA	ANUAL
1985	242	786	924	2257	676	110	39,7	20,8	14,9	10,8	10,8	248	3391	14/04	3,12	04/01	445
1986	93,9	367	1247	698	176	46,5	22,8	13,7	9,54	9,02	7,39	6,88	2595	06/03	4,93	20/12	225
1987	9,77	26,7	353	162	30,1	12,6	6,37	3,88	4,91	3,27	2,07	3,37	1613	01/04	1,13	10/11	51,5
1988	30,7	27,5	342	684	144	24,3	13,9	7,34	4,67	7,26	6,28	135	2177	24/04	2,01	01/01	119
1989	36,6	22,2	443	1067	567	51,2	25,6	13,2	8,03	6,19	15,0	226	1977	13/04	4,93	29/10	207
1990	28,2	64,2	86,8	49,2	18,5	7,56	5,86	2,40	4,79	2,75	2,31	2,94	587	03/03	1,000	14/11	23,0
1991	34,6	32,8	315	137	57,1	9,25	3,73	1,87	1,03	0,728	2,59	2,06	1716	29/03	0,669	31/10	49,8
1992	20,1	54,5	25,4	121	5,56	2,06	0,894	0,527	0,436	0,360	0,657	2,21	819	03/04	0,320	21/10	19,4
1993	2,73	17,5	29,7	19,2	4,80	0,349	0,141	0,088	0,173	0,134	4,64	2,46	269	03/03	0,026	20/09	6,83
1994	56,5	111	147	153	38,2	10,1	5,14	1,53	0,507	0,324	0,308	12,6	655	09/03	0,136	27/10	44,7
1995	18,3	123	135	657	291	39,3	8,51	2,92	0,766	0,634	1,63	6,61	1671	16/04	0,136	16/10	107
Média	52,1	148	368	546	183	28,5	12,1	6,20	4,52	3,77	4,88	58,9	1588		1,67		118

HISTOGRAMA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

PERIODO 1985 /95



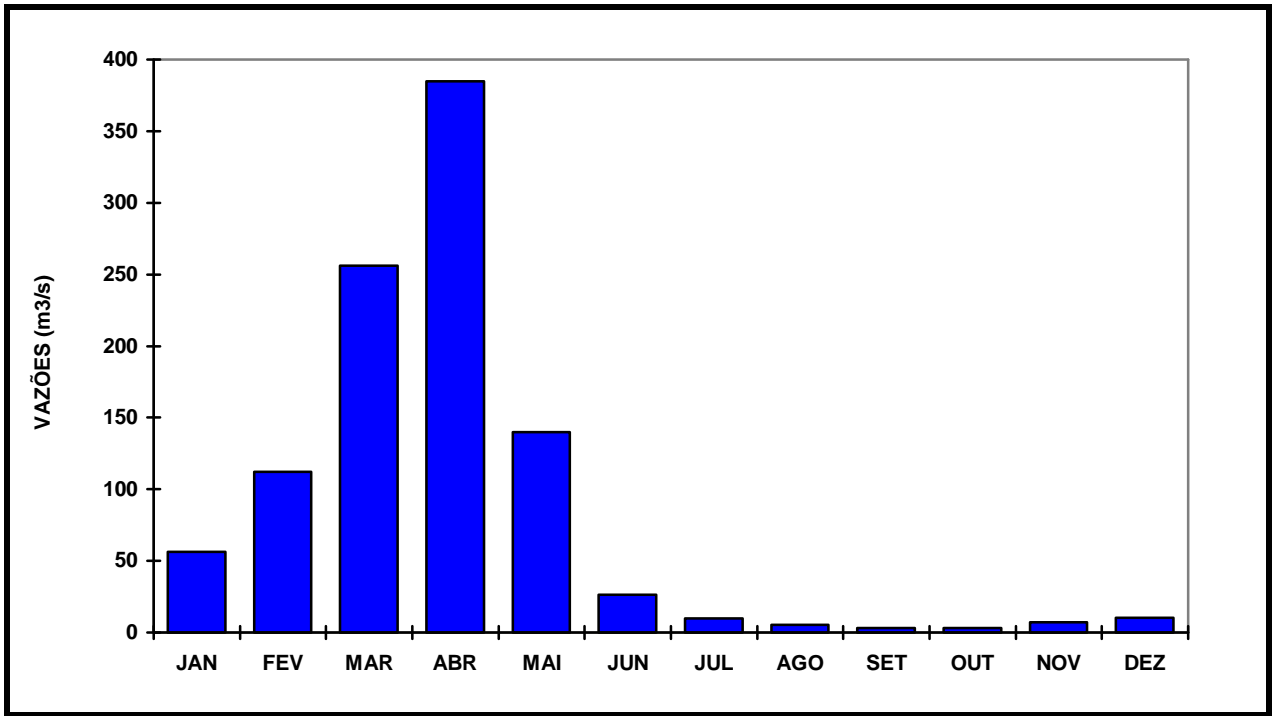
- RIO POTI EM FAZENDA CANTINHO II

VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁX	DATA	MÍN	DATA	ANUAL
1991	60,1	50,1	700*	300*	130*	14,2	12,9	8,91	6,84	6,40	10,7	8,27					109*
1992	45,8	135	73,7	322	14,0	6,09	3,90	2,91	2,57	2,60	2,52	5,68	1982	03/04	2,07	22/10	51,4
1993	3,70	26,9	44,0	41,8	14,3	2,06	0,934	0,539	0,421	1,86	5,29	5,18	358	04/03	0,192	20/01	12,2
1994	137	172	282	275	66,4	18,9	11,6	5,24	2,24	2,25	7,36	16,3	847	09/03	1,42	09/11	83,0
1995	36,1	176	182	987	475	89,6	20,6	8,46	4,10	3,62	10,4	15,6	2381	17/04	2,60	20/10	167
Média	56,5	112	256	385	140	26,2	9,99	5,21	3,23	3,35	7,25	10,2	1392		1,57		84,5

HISTOGRAMA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

PERIODO 1991 /95



PARTE 04 **IMPACTOS AMBIENTAIS**

01. INTRODUÇÃO

Como passo anterior ao da avaliação de efeitos, foi realizada uma identificação preliminar de elementos ambientais afetados com este propósito e foi elaborada uma lista das ações tecnológicas envolvidas no projeto tanto durante a fase construtiva como na operação e manutenção, e dos elementos ou indicadores ambientais relevantes.

A lista de indicadores ambientais foi baseada nos termos de referência do estudo e complementada com outros que os consultores e a equipe participante consideraram de importância, levando em conta os alcances do estudo.

A fundamental importância que representa a definição exata dos indicadores ambientais pode ser entendida na medida em que, através de sua listagem, priorizam-se áreas de interesse e selecionam-se previamente aqueles elementos que serão examinados com mais atenção, por serem considerados ou mais expostos ou mais sensíveis às atividades do empreendimento.

Para esta análise, necessário se faz um conhecimento específico da região e das ações do empreendimento. Os indicadores ambientais no meio físico foram reunidos basicamente nos seus três elementos fundamentais, examinando-se o ar quanto a qualidade e geração de ruídos, o solo quanto a qualidade, alteração de uso.

A situação atual da fauna local foi abordada, sendo os indicadores principais os habitats, nichos reprodutivos e cadeia trófica.

O meio antrópico compreende os elementos que englobam o incremento populacional e a melhoria da qualidade de vida, a oferta de empregos, a atividade econômica, turística, saúde e saneamento, atividades agropecuárias, comerciais e agroindustriais, bem como, as alterações paisagísticas.

Descrição dos componentes técnicos do projeto

A análise dos componentes técnicos do empreendimento consta das atividades ou processos determinados pelas soluções adotadas pelo projeto de engenharia.

Na fase da construção consideraram-se as seguintes atividades: construção e operação de acampamentos com oficinas e depósitos.

Na fase de operação, as atividades normais de manutenção e conservação da via.

Critérios e escalas de avaliação

Após a elaboração da matriz interativa ambiental, cabe a cada meio elaborar uma nova análise dos impactos que foram detectados.

Adotaram-se critérios e escalas de qualificação por parte da equipe profissional de trabalho, em suas discussões interdisciplinares, utilizando-se os mesmos índices de classificação para cada impacto.

Plano de Manejo Ambiental

O Plano de Manejo Ambiental incluirá uma série de medidas de prevenção e mitigação dos efeitos ambientais negativos do projeto, uma série de medidas de compensação dos efeitos não mitigáveis, premissas para um plano de gestão ambiental com o fim de fazer as comunidades aproveitarem os benefícios que apresenta o projeto, diretrizes para a inserção regional do empreendimento e um plano de monitoramento e acompanhamento, o qual permitirá avaliar os benefícios das medidas propostas.

Análise dos Impactos

Buscando uma simplificação e uma melhor visualização dos impactos anotados nos diversos meios, eles foram agrupados em tabelas onde estão devidamente classificados dentro da metodologia adotada para todo o estudo. Os mesmos foram aglutinados quanto aos meios físico, biótico e antrópico.

02. CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Neste item listou-se as etapas do empreendimento, assim como os respectivos componentes impactantes, que possivelmente influenciarão de forma adversa ou benéfica, a ambiência.

Etapas do Empreendimento

- Instalação;
- Operação;

Os "Componentes Impactantes" previstos em cada etapa do empreendimento, encontram-se listados a seguir, nas suas diferentes etapas.

* **MEIO FÍSICO**

- Poluição particulada
- Vibração e Ruído
- Emissão de Gases
- Alteração da Topografia
- Geração de Material de Descarte
- Modificação da Drenagem
- Compactação do Solo
- Descarga de efluentes no Rio
- Saneamento

* **MEIO BIÓTICO**

- Flora
- Fauna
- Qualidade da Água do Rio Poti
- Reflorestamento e Ajardinamento

* **MEIO ANTRÓPICO**

- Oferta Temporária de Empregos
- Oferta Definitiva de Empregos
- Incremento no Comércio de produtos e subprodutos do aterro
- Alteração no Valor das Propriedades
- Alteração no Tráfego
- Incremento na Demanda de Energia Elétrica
- Incremento na Arrecadação Tributária
- Controle de Vetores
- Qualidade Visual e Paisagística
- Segurança do Trabalhador
- Demanda de água tratada

3.1 PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS DO EMPREENDIMENTO E SUAS MEDIDAS MITIGADORAS.

A construção de um empreendimento desta natureza, pode causar um grande número de impactos quer seja ele positivo ou negativo. No entanto, a intensidade dos mesmos vai depender das condições locais e da importância socioeconômica do projeto.

Por estes motivos a análise dos prováveis impactos ambientais e seus passivos ambientais devem considerar os freqüentes transtornos por que passam as comunidades do entorno, que sofrem gravíssimos problemas sociais e econômicos. E com isso entender que a construção do Aterro Sanitário de Teresina, é um ato fundamental para a melhoria da

qualidade de vida de toda a população do município. No inventário realizado no local do projeto, não existe mata primária. A área é bastante impactada.

Os impactos incidentes sobre o Meio Físico, estão relacionados aos efeitos positivos oriundos da aplicação dos procedimentos de manutenção, de monitoramento, de compensação dos impactos adversos e de recuperação ambiental de áreas degradadas; atividades estas integrantes do empreendimento. Também de forma proeminente, no que se refere ao uso e ocupação do solo, atualmente depreciado ambientalmente pelo avançado estágio de degradação. Os materiais expurgados, resultantes de raspagem do solo e/ou restos da construção serão transportados e colocados em local previamente definido pela Prefeitura, especificamente para este fim, podendo ser incluído áreas urbanas que necessitam de aterro. Na fase de implantação do projeto, haverá a geração de ruídos e vibrações, decorrentes da movimentação de veículos e máquinas; prevê-se a emissão de gases, oriundo do processo de funcionamento de veículos e máquinas, além de poeira fugitiva decorrente da abertura de acessos, limpeza da área e circulação de veículos. Cuidados especiais serão dados as poeiras fugitivas oriundas da movimentação das máquinas no canteiro de obras as quais são inevitáveis, contudo serão em parte contidas pelo constante aguamento da área através de carros pipas, principalmente na fase de construção dos acessos onde o transporte de cargas de materiais, será convenientemente protegido por lonas. Haverá a geração de empregos diretos e indiretos em as fases do empreendimento.

Movimentação de material sedimentar (corte/aterro, terraplanagem, extração de argila da jazida de empréstimo); Utilização/manutenção dos caminhões e equipamentos pesados e procedimentos operacionais relacionados à coleta, transporte, beneficiamento, disposição de resíduos e tratamento de efluentes. Tais ações são as que mais adversamente impactarão o sistema natural, induzindo os mais diversos efeitos negativos e que, se não executados sob estreito planejamento e monitoramento por equipe técnica especializada, poderão inclusive realçar a magnitude de atuação, agindo simultaneamente.

No que se refere aos impactos manifestados no Meio Biótico, estão relacionados principalmente aos impactos gerados pela limpeza de área, no interior do empreendimento, além do intenso tráfego de caminhões e equipamentos pesados, que induzem a afugentação da fauna. Os adversos irrelevantes atuantes no Meio Biótico estão ligados de forma geral aos procedimentos de instalação do projeto. Os impactos benéficos incidentes sobre o Meio Biótico, estão relacionados aos efeitos positivos oriundos da aplicação dos procedimentos de monitoramento e de recuperação ambiental de áreas degradadas. Destaca-se ainda os efeitos

benéficos resultantes da execução bem conduzida do projeto de aterramento em células e valas dos resíduos sólidos, incluindo-se a recuperação e queima dos gases, drenagem e tratamento do chorume, produção de compostos orgânicos, etc.

Dentre os impactos relevantes manifestados no Meio Antrópico, estão relacionados aos riscos de acidentes de trabalho e de percurso, assim como da degradação do sistema viário pelo trânsito de caminhões e equipamentos na área de influência funcional do projeto. Os impactos benéficos incidentes sobre o Meio Antrópico, relacionam-se amplamente a iniciativa de se conceber, a tempo, um projeto viável ambientalmente de Aterro Sanitário. Mais especificamente, de se planejar, projetar, instalar, operar, manter, monitorar, além de se promover a recuperação ambiental de Áreas Degradadas nas adjacências do empreendimento e a recuperação ambiental no final de sua vida útil. Localmente os impactos socioeconômicos aparecem no aumento da geração de emprego, na arrecadação de impostos e na melhoria da qualidade de vida do município.

05. MEDIDAS MITIGADORAS

Limpeza de Terreno

- Promover a retirada seletiva de pilhas de material húmico, com restolhos vegetais, destinando-as à unidade de compostagem; Não utilizar nem permitir o método de queimadas em pilhas de restolhos vegetais; Promover o espraçamento das pilhas de material sedimentar arenoso e areno-argiloso, atualmente dispostas por toda área degradada no interior da área do empreendimento. Com o objetivo de se executar o aplainamento da superfície degradada, dever-se-á utilizar equipamentos pesados para execução deste procedimento, espalhando-se as pilhas de sedimentos homogeneamente ao longo do terreno, conformando-o com a superfície natural. Na utilização de equipamentos pesados, deve-se observar as medidas específicas.

Implantação do Sistema Viário

- O sistema viário deverá ser implantado/ampliado de forma a não interromper o sistema natural de drenagem. Caso necessário, deve-se instalar bueiros no cruzamento com córregos e linhas d'água; As estradas deverão se adequar ao tráfego de equipamentos pesados; As estradas terraplanadas deverão receber manutenção sempre que necessário, evitando-se trechos alagados e esburacados, amenizando-se riscos de acidentes de percurso, que resultarão em congestionamento do tráfego; Conservar/implementar a vegetação às

margens do sistema viário, visando-se evitar riscos de instalação de focos erosivos; Implantar a sinalização de orientação, da situação legal do empreendimento; Para evitar a geração excessiva de poeira nos acessos terraplanados de uso contínuo, em épocas de estiagem, deve-se promover a aspersão de água ao longo do percurso, utilizando-se caminhão pipa. A Qualix deverá sinalizar as vias de acesso e saídas da área de sua propriedade e da área de acesso ao aterro com placas indicativas, advertência, velocidade máxima, etc., assegurando maior qualidade na operação. Além dessa medida, cabe ressaltar que todos os veículos deverão possuir Certificado de Conformidade Técnica para a função.

Instalação do Canteiro de Obras e dos Elementos do Projeto

- Estes procedimentos deverão ser precedidos pela devida demarcação topográfica, segundo resultados dos trabalhos de campo; Tais atividades deverão ser executadas e monitoradas por Engenheiro Civil qualificado;

Extração de Argila na Jazida de Empréstimo

- Delimitar em campo os limites da jazida de empréstimo; Promover o decapeamento progressivo do terreno correspondente a jazida de empréstimo; O produto decapeado deverá ser utilizado no aterro de pontos negativos do terreno, nas atividades de terraplanagem. Não se deve promover o empilhamento de estéril em bota-foras, evitando-se riscos de instalação de focos erosivos e carreamento de sedimentos para cursos d'água; No final de processo extrativo, a área constituirá um elemento negativo no terreno, na forma de uma cava, que deverá constituir uma bacia de recepção da água pluvial incidente nas adjacências, com a finalidade de se promover à decantação do material particulado carreado pelo fluxo d'água.

Utilização de Equipamentos Pesados

- Manter os acessos funcionais em perfeito estado de uso, amenizando-se os riscos de alteração do meio geológico; Promover a manutenção preventiva dos equipamentos, amenizando riscos de derramamento de óleos e lubrificantes no solo e na água superficial; Otimizar o funcionamento dos equipamentos, mediante os programas de manutenção e planejamento racional da execução dos procedimentos, de forma a se amenizar a emissão de gases e ruídos.

Instalação de Células e Valas para Disposição dos Resíduos Sólidos

- Estes procedimentos deverão ser precedidos pela devida demarcação topográfica, para locação exata das células e vala.

Instalação da Cerca de Proteção

- Este procedimento deverá ser precedido pela devida demarcação topográfica, para locação exata dos limites da área do empreendimento; Promover o reflorestamento de setores desprovidos de vegetação nativa, ao longo do cercamento da área.

Medidas na Etapa de Operação do Empreendimento

Coleta dos Resíduos Sólidos

- Promover campanhas de educação ambiental, visando-se ampliar o sistema de coleta seletiva; Manter e ampliar os procedimentos específicos de manutenção do sistema viário na área de influência funcional e de ampliação / renovação da frota de caminhões; Manter programas de treinamento de pessoal envolvido; Fornecer e monitorar o uso de EPI's.

Utilização de Equipamentos Pesados

- Manter os acessos na área de influência funcional em bom estado de uso; Promover a manutenção preventiva dos equipamentos, amenizando riscos de derramamento de óleos e lubrificantes no solo e na água superficial; Otimizar o funcionamento dos equipamentos, mediante os programas de manutenção e planejamento racional da execução dos procedimentos, de forma a se amenizar a emissão de gases e ruídos.

É importante esclarecer que a metodologia utilizada na análise ambiental está adaptada para a natureza deste empreendimento, integrando-se todas as etapas do processo de coleta, transporte, tratamento, disposição e monitoramento ambiental, além dos procedimentos complementares de manutenção, recuperação ambiental e compensação dos impactos adversos. A população que mais usufruirá dos benefícios está localizada na área de influencia do projeto.

06. ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO

A implantação de um empreendimento para o aterramento de resíduos sólidos urbanos apresenta-se como atraente sob o ponto de vista ambiental por que pressupõe, no mínimo, uma disposição pontual e específica dos resíduos sólidos gerados num município e como tal, passível de ser controlada pelos órgãos ambientais. Entretanto, durante a operação de um aterro sanitário, adversidades poderão ocorrer devido à complexidade oriunda da concomitância entre a alteração física do meio local e sua potencial alteração bio-química resultantes da entrada de elementos estranhos ao meio original. Dessa forma, o acompanhamento e controle das ações previstas no projeto de um aterro precisam ser constantes durante toda a vida útil do empreendimento, de modo a garantir a preservação da qualidade ambiental e a otimização da atividade produtiva do sistema.

O Plano de Monitoramento compreende uma série de medidas que devem ser abordadas no sentido de acompanhar o desenvolvimento do universo de ações que envolverão a operação do empreendimento e suas relações com o meio ambiente.

As medidas mais complexas, que envolvam uma metodologia particular de trabalho com a finalidade de obter-se a mitigação e/ou compensação de um ou mais impactos importantes, deverão ser consolidadas em “Programas de Mitigação de Impactos”. Portanto além de se considerar as medidas mitigadoras descritas anteriormente, este relatório pretende apontar pontos de maior gravidade que deverão ser acompanhados pelo poder público, no sentido da sua execução, sob pena de inviabilização da realização do empreendimento.

No desenvolvimento dos trabalhos deverão ser contemplados, principalmente, os seguintes programas:

- Programa Plano de monitoramento ambiental do aterro;

A Lei 6938/81, regulamentada pelo Decreto 99274/90, cria, através do artigo 9º, os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Através do inciso I, do estabelecimento de padrões de qualidade ambiental, o monitoramento ambiental passa a ser um elemento essencial. Entende-se por monitoramento ambiental como um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, visando identificar e avaliar qualitativa e quantitativamente as condições dos recursos

naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo (variações temporais). As variáveis sociais, econômicas e institucionais também são incluídas, por exercerem influências sobre o meio ambiente.

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

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

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

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

O monitoramento mais comum, objetivo, prático e obrigatório, a ser efetuado, é o da qualidade de águas subterrâneas e superficiais, tendo em vista grande carga poluidora do efluente líquido de aterros sanitários, o lixiviado, onde dentre vários outros parâmetros, apresenta elevados valores de DBO, DQO, nitratos, nitritos e nitrogênio amoniacal, além de metais, que são particularmente danosos à saúde humana. Este monitoramento visa, também, avaliar a eficiência de todo o sistema de proteção de fundo com impermeabilizações e de drenagem desses líquidos.

Monitoramentos da qualidade do ar (odor e concentração de gases) também serão procedidos. Demais influências sobre o meio ambiente, tais como a proliferação de vetores (moscas, ratos, etc.), poeira e o carreamento de detritos pelo vento serão monitorados visualmente por equipes especializadas da operação do aterro, mas também associadas a uma “fiscalização” exercida pela população na área de influência do empreendimento.

- Auxiliar ações de recuperação/adensamento florestal em áreas da região, em parceria com o programa de educação ambiental.

Monitoramento das águas subterrâneas e superficiais

O monitoramento ambiental das águas subterrâneas existentes na região do Aterro Sanitário, será desenvolvido a partir da coleta de amostras das águas para a realização de análises físico-químicas e microbiológicas para verificar possíveis contaminações geradas pela operação do aterro.

Quanto às águas superficiais, também serão realizadas coletas trimestrais a montante e jusante do Rio receptor do efluente. Deverão ser realizadas as seguintes análises de qualidade das águas: Turbidez, Cor, Temperatura, pH, Alcalinidade, Nitrogênio, Fósforo, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos, Sulfatos, Cloretos, Dureza, Coliformes Totais, Metais Pesados.

Monitoramento Da Estação De Tratamento De Lixiviado (ETC)

A eficiência do sistema de tratamento de efluentes será aferida através da coleta de percolado em dois pontos distintos conforme o tempo de detenção hidráulico. São eles:

- Ponto de Coleta de Lixiviado - 1 – localizado na entrada da ETC;
- Ponto de Coleta de Lixiviado - 2 – localizado na saída do sistema bioquímico.

Caso haja necessidade, pode-se obter a eficiência de cada etapa levando-se em consideração o tempo de detenção hidráulico de cada sistema e novas análises em outros pontos intermediários da ETC.

Monitoramento Geotécnico

O monitoramento do comportamento geomecânico de um aterro de resíduos sólidos urbanos é efetuado através de inspeção visual e da leitura de instrumentos nele instalados, conforme descrito mais adiante. Para aterros em operação, de grandes dimensões, este monitoramento é mensal.

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

- Marcos Superficiais (pacas de recalque)
- Medidores de recalque em profundidade (aranhas magnéticas);
- Piezômetros;
- Sondagens a percussão (SPT)
- Medidores de Temperatura (termopares);

O projeto de monitoramento visa obter informações de setor (ou camadas de lixo) do Aterro Sanitário, tanto em sua área quanto em sua profundidade, ao longo do tempo, para acompanhar as mudanças que ocorrem nas várias fases do processo de decomposição dos resíduos. Para tanto, a instrumentação será distribuída em diferentes cotas (camadas) do aterro sanitário, de forma a abranger toda a sua área.

a) Piezômetro

Para a garantia da estabilidade de um aterro é de fundamental importância que não existam pressões neutras de grande magnitude, pois elas diminuem as tensões efetivas e favorecem os mecanismos de escorregamento.

O nível de líquido no interior do aterro será acompanhado através de piezômetros com 2” diâmetro em PVC rígido. Este diâmetro permite que a coleta de líquidos da célula seja realizada com um amostrador específico para coleta de lixiviado, e que as leituras do nível do lixiviado não sejam falseadas devido às bolhas de gás. Para a instalação destes piezômetros serão executadas sondagens SPT. Assim como as verticais de termopares e de aranhas magnéticas, alguns piezômetros serão instalados nas laterais do aterro e na parte central. O lixiviado coletado no piezômetro deverá ter os mesmos ensaios físico-químicos descritos no manual de operação da ETC. Tais parâmetros são de grande importância para avaliar as condições de degradação dos resíduos ao longo do tempo.

b) Sondagens SPT

Por ser um ensaio de baixo custo, podem ser realizados de maneira periódica, onde pode-se avaliar de maneira qualitativa a variação da resistência do aterro em relação ao tempo, bem como coletar amostras de solo (abaixo da camada de lixo) e lixo para ensaios de

laboratório (umidade, teor de sólidos voláteis e pH). Os furos de sondagens também servirão para a instalação das aranhas magnéticas, piezômetro e dos medidores de temperatura.

Os ensaios serão realizados de acordo com as normas NBR-8036, NBR-6484 e NBR-6502 da ABNT – Normas Gerais de Sondagem de Reconhecimento para Fundações de Edifícios, Método de Sondagem e Terminologia de Rochas e Solos respectivamente.

Durante a realização da sondagem SPT será coletado o solo abaixo da camada de lixo no próprio amostrador do SPT. Nestas amostras serão realizados ensaios microbiológicos, físico-químicos, incluindo ensaios para determinação de metais, com o objetivo de verificar o nível de contaminação provocada pelo lixiviado. Além disto, serão realizados ensaios de solos como granulometria, grau de compactação, umidade.

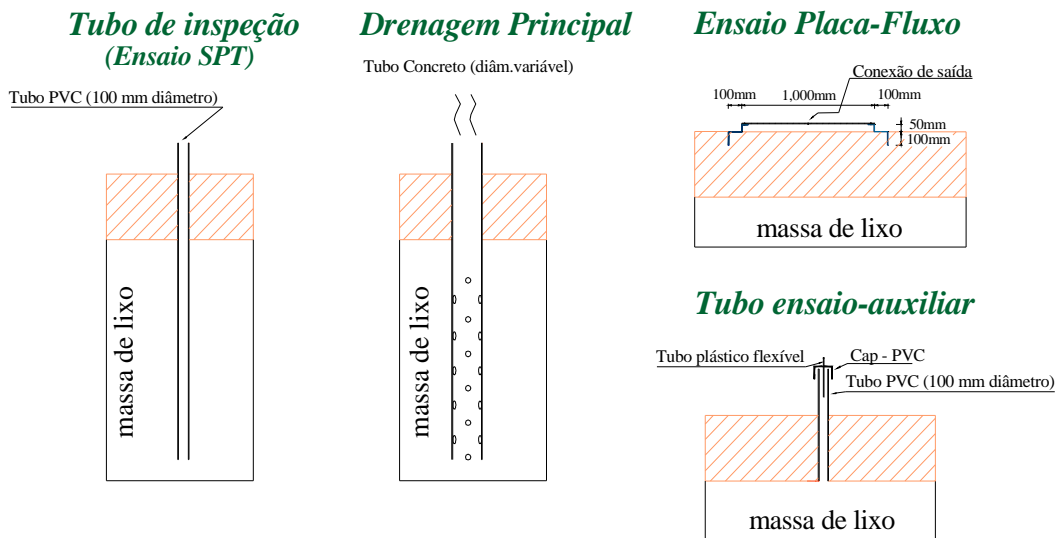
c) Temperatura

A temperatura tem importante significado no processo de decomposição de resíduos, pois atua na cinética das reações bioquímicas responsáveis pela conversão de resíduos em gases, líquidos e compostos bioestabilizados. Poucos estudos práticos, em condições de campo, foram conduzidos no sentido de uma melhor compreensão, apesar da evidência da importância da temperatura no processo. O monitoramento da temperatura do interior da massa de lixo será realizado, medindo-se a temperatura do líquido (lixiviado) e da massa sólida. A temperatura do líquido será medida coletando-se lixiviado do piezômetro, enquanto que para a medida da temperatura da massa sólida será instalado o equipamento de medição de temperatura (termopares) no furo de sondagem SPT, em profundidades diferentes.

Monitoramento dos Gases

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

É importante que o monitoramento dos gases seja realizado desde do início da operação do aterro, haja vista o especial interesse em observar as variações de concentração dos principais gases gerados na decomposição dos resíduos (metano- CH₄, dióxido de carbono - CO₂ e oxigênio - O₂).



Esquema de monitoramento dos gases em aterros de RSU.

12. CONCLUSÕES

O Aterro Sanitário de Teresina será instalado na capital do estado do Piauí, localizado na zona sul do Município de Teresina. O empreendimento atenderá a toda população do município, mediante a recepção, triagem, incineração, compostagem e aterramento dos resíduos. A área do projeto está inserida em área atualmente degradada. Esta área foi selecionada a partir de estudos regionais destinados a este fim.

A partir da escolha da área, executou-se os trabalhos de campo visando-se caracterizar a ambiência local em todos os aspectos possíveis. Procedeu-se também o levantamento dos parâmetros específicos da geração de resíduos na região metropolitana, além dos aspectos sócio-econômicos. A partir da análise das características topográficas, geológicas, ambientais e sócio-econômicas, elaborou-se este EIA/RIMA, que constitui um projeto ambiental complementar às documentações comprobatórias, necessárias a obtenção da respectiva Licença de Instalação, em observância a legislação pertinente. Todo processo envolvido na atividade foi descrito individualmente e no conjunto, de forma que os planos e procedimentos específicos das etapas de instalação, operação, manutenção, monitoramento ambiental, medidas de recuperação ambiental e de compensação dos impactos adversos, foram contemplados neste documento técnico.

Como o local onde será implantado o empreendimento já se encontra degradado, bem como pelas próprias condições ambientais, geológicas e geográficas favoráveis, o terreno é considerado estratégico para o fim a que se destina. Os impactos adversos são mais proeminentes nas etapas de instalação e operação sendo que, na primeira, os impactos em geral são de importância moderada, média magnitude e reversíveis. Já os relacionados à etapa operacional, exigem um monitoramento constante dos elementos envolvidos (operacionais, solo, água e ar), pois são de importância significativa, média a grande magnitude.

Assim, pode-se considerar a nova atividade como benéfica, em termos de uso e ocupação do solo e na interação com os indicadores ambientais, se conduzida em consonância com o Projeto Técnico e com as restrições técnico-ambientais explicitadas neste EIA/RIMA.

EQUIPE TÉCNICA

OTÁVIO PIEROTE FILHO

Engenheiro Agrônomo
CREA 4203-PI

FRANCISCO DE ASSIS RODRIGUES SOARES

Biólogo – Botânico, Especialista em Ciências Ambientais

MARCÉLIA BASTO DA SILVA

Bióloga (UFPI)
Especialização em Gerenciamento de Recursos Ambientais
CPF 822.185.603-72
CRBio 59.787/05-D

DEOCLECIANO GUEDES FERREIRA

Coordenador da Equipe Técnica
Bacharel em Matemática (UFC)
Especialista em Administração - Área de Gestão (UFPI)
CPF N° 079.028.163-53

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AMORIM, M.C., ROSSATO. L., TOMASELLA. J. **Determinação da evapotranspiração potencial do Brasil aplicado o modelo de Thorntwaite e um sistema de informação geográfica.** 9pp.

CAVALCANTI, A. P. B. ; VIADANA, A. G. . Educação ambiental e sustentabilidade: proposições para o rio Parnaíba, Teresina-PI. In: VI Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP, 2006, Rio Claro/SP. VI Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP. Rio Claro/SP : Editora da UNESP, 2006. v. 1. p. 12-27.

CAVALCANTI, E.P., SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. IN: **Congresso Brasileiro de Meteorologia.8. 1994.** Belo Horizonte, Anais... Belo Horizonte: SBMET, 1994, v.1, 154-157pp.

FARIAS, J.B; MEDEIROS, R. MAINAR.; GOMES, M.S.F.D. **Informações sobre os cerrados piauienses.** Set. 1999. 25 pp.

GARRIDO, W.E. & AL. **O clima da região dos cerrados em relação à agricultura.** Comunicado técnico, 4: 1-33 pp. EMBRAPA.

JOSÉ C. OMETTO. **Bioclimatologia Vegetal.** Ed. Agronômica Cenes. 1981.

Kegel, W.A. - A Estrutura Geológica do Nordeste do Brasil. B. DNPM, Div. de Geol. Min. Rio de Janeiro, 1965.

KING, K.M. Effects of soil, plant and meteorological factors on evapotranspiration. **R. Met. Soc. Cam. Branch** 8(4), nov, 1957.

KLAUS REICHARDT. **Processos de transferências no sistema solo-planta-atmosfera.** Ed. Cargil, 1985.

MACHADO, R. R. B. ; MEUNIER, Isabelle Maria Jacqueline ; SILVA, J. A. A. ; CASTRO, A.A.J.F. . Árvores nativas para arborização de Teresina, Piauí. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 1, p. 10-18, 2006.

MEDEIROS, R. MAINAR. **Breve histórico sobre a meteorologia.** Segunda edição. Jan. 1999. 199pp.

MEDEIROS, R. MAINAR. **Estudo agrometeorológico para o Estado do Piauí.** Fev. 2000. 138 pp.

MEDEIROS, R. MAINAR. **Isoietas médias anuais do Estado do Piauí.** 1996. 25 pp.

MEDEIROS, R. MAINAR. **Nova versão das isoietas médias anuais do Estado do Piauí.** Out. 2000. 35 pp.

MEDEIROS, R. MAINAR, PINHEIRO, J.U. Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Marther para alguns municípios do Estado do Piauí. **Boletim Hidroclimapi. V.3, N. 21.** Anexo III. jun. 1993.

MEDEIROS, R. MAINAR. **Séries pluviométricas do Estado do Piauí.** 1999. 152 pp.

MEDEIROS, R. MAINAR, CAVALCANTI, E.P. Comportamento médio anual da temperatura para alguns municípios do Estado do Piauí. **Boletim Hidroclimapi. V.3 N. 23.** E-T pp. Ago. 1993.

MEDEIROS, R. MAINAR, NETO, F.R.R. Perfil médio anual da umidade relativa do ar para algumas estações climatológicas do Estado do Piauí. **Boletim Hidroclimapi. V.2. N.8.** anexo: 31-46, 1992.

MEDEIROS, R. MAINAR, CAVALCANTI, E.P. e AZEVEDO, P.V. Variação anual da umidade relativa do ar para o Nordeste do Brasil. **Anais do VI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia.** Alagoas-Maceio. 383-390 pp. 1989.

MEDEIROS, R. MAINAR., GLINTHER. J. DÁRIO, VALDIVINIO, LIMA, G.V., FILHO, F.C.R., FILHO, G.A. **Seminário: semi-árido realidade e perspectiva.** Outubro, 1999. 25pp.

NIMER. E. & BRANDÃO, A.M.P.M. Balanço hídrico e clima da região cerrados. **IBGE,** Departamento de Recursos Natural e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. 1989. 167 pp.

PEREIRA, A.R., VILLA NOVA, N.A., SEDIYAMA, G.C **Evapo(transpi)ração.** Piracicaba. FEALQ. 1997. 182pp.

Revista científica **Atmosfera & água.** Núcleo de Meteorologia e Recursos Hídricos de Alagoas.

SANTOS, J.M. & MELO GODOI, C.R. Estimativa da radiação solar que atinge uma área horizontal unitária, admitindo-se a ausência da atmosfera. **Bolm. Téc. Serv. Met. Mim. Agr.,** Rio de Janeiro, 6(unic):58, 1967.

THORNTHWAITE, C.W. Na approach TOWARD A ROTIONAL CLASSIFICATION OF CLIMATE. **The Geogr. Ver.** 38(1). 1948.

THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The water balance climatology. **Caterton.** New Jersey, 8(1). 1-104 pp. 1955.

THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance. **In climatology, caterton.** New Jersey. 10(3). 1957. 185-311 pp.

CEPRO, FUNDAÇÃO. **PIAÚÍ – CARACTERIZAÇÃO DO QUADRO NATURAL.** Secretaria de Planejamento – Governo do Piauí. Teresina, 1996.

CEPRO, FUNDAÇÃO. **DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ESTADO DO PIAUÍ** - Secretaria de Planejamento – Governo do Piauí. Teresina, 1996.

CPRM, SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PIAUÍ**. Escala: 1.000.000, 2004.

LIMA, IRACILDE DE MARIA MOURA FÉ *et al.* **TERESINA AGENDA 2015. DIAGNÓSTICOS E CENÁRIOS – MEIO AMBIENTE**. Teresina, S/D.

MENDES JÚNIOR, BIÁGIO DE; ARLAN MENDES, MESQUITA. **PERFIL ECONÔMICO DO PIAUÍ**. Banco do Nordeste. Fortaleza, 2002.

RADAMBRASIL, PROJETO. **MAPA GEOMORFOLÓGICO**. FOLHA AS 23/24, SÃO LUÍS/TERESINA. Escala 1:1.000.000. 1973.

SUDENE. **DADOS PLUVIOMÉTRICOS MENSIS DO NORDESTE**. Estado do Piauí. Recife, 1990.

FIUZA, J.M.S.; OLIVEIRA, L.T. 1995. **MATRIZ INTERATIVA PARA A ESCOLHA LOCACIONAL DE ATERRO SANITÁRIO**. 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Salvador, BA. 1754:1758p.

TERESINA, 1993. Teresina, aspectos e características, perfil 1993. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. Teresina, 1993, 177p.