

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA / PI

Programa de Melhoria da Qualidade de Vida e da Governança Municipal de Teresina

Programa Lagoas do Norte – FASE II

VOLUME I - ANEXOS AO RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL E SOCIAL

NOVEMBRO DE 2014

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA / PI

Programa de Melhoria da Qualidade de Vida e da Governança Municipal de Teresina

Programa Lagoas do Norte – FASE II

VOLUME I - ANEXOS AO RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL E SOCIAL

NOVEMBRO DE 2014

FICHA TÉCNICA

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA/PI

Prefeito

Firmino da Silveira Soares Filho

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO - SEMPLAN

Secretário

Washington Luís de Sousa Bonfim

Unidade de Gerenciamento do Programa Lagoas do Norte – UGP

Erick Elysio Reis Amorim – Coordenador

TECHNUM CONSULTORIA

Izabel Borges

Arquiteta/Urbanista

Diretora do Projeto

Maria do Carmo L. Bezerra

Dra. Planejamento Urbano e Gestão Ambiental

Coordenadora Técnica do Projeto

Equipe Técnica

Otto Toledo Ribas

Dr. Desenvolvimento Sustentável e Infraestrutura urbana

SUMÁRIO

ANEXO 1 - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS.....	1
ANEXO 2 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	4
ANEXO 3 – REGISTRO FOTOGRÁFICO (ANTES E DEPOIS) DA 1ª FASE DO PLN	7
ANEXO 4 - MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DA REGIÃO DE ATUAÇÃO DO PLN	9
A Estrutura da Administração Pública Municipal.....	9
Sistema de Meio Ambiente afeto ao Programa	11
Gestão Estadual do Meio Ambiente.....	13
O Conselho Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano – CONSEMA.....	14
Gestão Municipal do Meio Ambiente	15
Avaliação do funcionamento das Gerências de Meio Ambiente, Licenciamento, Monitoramento e Fiscalização Ambiental	18
ANEXO 5 – MANUAL AMBIENTAL DE CONSTRUÇÃO	27
1. Planejamento para execução das obras.....	27
Contratação de Pessoal.....	27
Adoção de Normas de Segurança no Trabalho	27
Aquisição de Materiais e Equipamentos	28
Sinalização de Vias Públicas e Desvios de Tráfego	29
Limpeza da Área	29
Escavações e Movimentação de Terra	30
Montagem das Tubulações	31
2. Durante a execução das Obras.....	31
Canteiro de Obras.....	31
Áreas de Empréstimo	32
Estradas de Serviço.....	32
Bota-Foras Foras.....	33
Controle de Ruído.....	34
Pátio de Equipamentos	34
Manejo de Resíduos Sólidos.....	34
Sinalização das ETES, Elevatórias de Esgotos	34
Desmobilização do Canteiro de Obras	35
3. Plano de Controle e Recuperação das Áreas das Jazidas de Empréstimo	36
Processos de Desmate, Decapeamento, Escavação, Etc.....	36
Desmatamento das áreas a serem exploradas (limpeza do terreno)	36
Decapeamento do estéril	36
Estocamento do solo	36

Deposição do estéril (Bota-fora)	37
Escavação	37
Transporte do produto	38
Drenagem superficial	38
4. Recuperação das Áreas Degradadas	39
Métodos físicos	39
Métodos biológicos	39
ANEXO 6 – DOCUMENTOS DA CONSULTA PÚBLICA	40
Edital de convocação da Consulta Pública	40
Relação das entidades convidadas	41
Ata de Reunião do Fórum de Acompanhamento do PLN	44
Ata da Consulta Pública realizada em 04 de novembro de 2014	49
ANEXO 7 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO PARNAÍBA SISTEMA LAGOAS DO NORTE.....	54
1. INTRODUÇÃO	54
1.1 ANTECEDENTES	54
1.2 OBJETIVOS	54
2. CARACTERÍSTICAS DA ETE PIRAJÁS	54
2.1 POPULAÇÃO E VAZÃO AFLUENTE A ETE	54
2.2 CARACTERÍSTICAS DA ETE	56
3. QUALIDADE DA ÁGUA DAS LAGOAS	58
3.1 ESTUDO PRÉVIO E CRITÉRIOS ADOTADOS	58
3.2 QUALIDADE DA ÁGUA DAS LAGOAS	59
4. CONCLUSÕES	64
4.1. AVALIAÇÃO DA DILUIÇÃO DO RIO PARNAÍBA	65
4.2. CAPACIDADE DE DILUIÇÃO DO RIO	72
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	74
ANEXO 8 – CONTROLE DE INUNDAÇÕES E MANUTENÇÃO DOS NÍVEIS DAS LAGOAS NORTE: SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS DOS CENÁRIOS DE INUNDAÇÕES	78
1. INTRODUÇÃO	78
1.1 ANTECEDENTES	78
1.2 OBJETIVOS	78
2. SISTEMA DE DRENAGEM DAS LAGOAS DO NORTE	79
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	79
2.2 HISTÓRICO	79
2.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS	81
2.4 CARACTERÍSTICAS DAS LAGOAS	81

2.5 PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS	85
3. CONDIÇÕES PARA ANÁLISE DAS INUNDAÇÕES	85
3.1 CENÁRIOS DE RISCO	85
3.2. MODELOS UTILIZADOS PARA SIMULAR AS CHEIAS	86
3.3 DISCRETIZAÇÃO	87
3.4 CENÁRIOS	88
3.5. PRECIPITAÇÃO DE PROJETO	89
3.6 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS	90
4. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DOS CENÁRIOS.....	91
4.1 HIDROGRAMAS DE PROJETO DE CADA SUBBACIA	91
4.2 CRITÉRIOS DE SIMULAÇÃO	92
4.3 RESULTADOS.....	93
5. SUSTENTABILIDADE DOS NÍVEIS DAS LAGOAS	103
5.1 METODOLOGIA.....	103
5.2 DADOS DE ENTRADA	103
5.3. PERÍODO TEMPORAL	105
5.4 RESULTADOS.....	106
6. COMPATIBILIZAÇÃO DOS CENÁRIOS DE INUNDAÇÃO E SECA	119
6.1 CARACTERIZAÇÃO.....	119
6.2 ALTERNATIVAS.....	120
6.3. ESTIMATIVA DE VOLUME DE BOMBEAMENTO	120
6.4. CONDIÇÕES OPERACIONAIS E COMPATIBILIDADE.....	121
6.5. ANÁLISE	121
7. CONCLUSÕES	122
7.1 INUNDAÇÕES.....	122
7.2 MANUTENÇÃO DOS NÍVEIS	122
7.3 COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE OS PERÍODOS ÚMIDOS E SECOS.....	123
7.3 RECOMENDAÇÕES.....	123
REFERÊNCIAS	123

ANEXO 1 - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS

COMPONENTES	TOTAL		
	(R\$)	(US\$)	%
1. Modernização da Gestão Municipal, Desenvolvimento da Cidade e Gerenciamento do Projeto	35.769.920	15.897.742	9,01%
1.1 - Projetos de reforma e modernização administrativa da PMT	10.050.000	4.466.667	2,53%
1.1.1 - Reforma geral da Prefeitura	6.000.000	2.666.667	1,51%
1.1.2 - Fortalecimento para as áreas de licitações	675.000	300.000	0,17%
1.1.3 - Plano de fortalecimento da gestão ambiental	1.125.000	500.000	0,28%
1.1.4 - Fortalecimento institucional na área de Saneamento	2.250.000	1.000.000	0,57%
1.2 - Banco de Projetos	24.594.920	10.931.075	6,20%
1.2.1 - Projetos básico/executivos estratégicos	7.000.000	3.111.111	1,76%
1.2.2 - Macrodrenagem - Projetos Executivos	17.594.920	7.819.964	4,43%
1.3 - Fortalecimento da UGP/SEMPPLAN	1.125.000	500.000	0,28%

2. Desenvolvimento Urbano ambiental integrado nas Lagoas do Norte	346.160.804	153.849.246	87,22%
2.1 - SANEAMENTO	83.898.977	37.288.434	21,14%
2.1.1 - Abastecimento de água - ÁREA 1	5.814.454	2.584.202	1,47%
2.1.1.1 - Sistema de abastecimento de água das zonas A e B	5.814.454	2.584.202	1,47%
2.1.2 - Esgotamento Sanitário	69.759.948	31.004.421	17,58%
2.1.2.1 - Esgotamento Sanitário - Área 1	8.645.858	3.842.603	2,18%
2.1.2.2 - Esgotamento Sanitário - Área 2	24.443.487	10.863.772	6,16%
2.1.2.3 - Esgotamento Sanitário - Área 3	20.544.152	9.130.734	5,18%
2.1.2.4 - Requalificação e ampliação da ETE	16.126.451	7.167.312	4,06%
2.1.3 - Macrodrenagem	8.324.576	3.699.811	2,10%
2.1.3.1 - Macrodrenagem - Área 2	7.899.945	3.511.087	1,99%
2.1.3.2 - Macrodrenagem - Área 3	424.630	188.725	0,11%
2.2 - SETOR VIÁRIO	57.266.530	25.451.791	14,43%
2.2.1 - Sistema Viário - Área 1	10.011.091	4.449.374	2,52%
2.2.1.1 - Rua Almirante Tamandaré	1.282.265	569.896	0,32%
2.2.1.2 - Rua Pedro Brito	1.111.571	494.031	0,28%
2.2.1.3 - Rua Jornalista Jim Borralho	1.006.959	447.537	0,25%
2.2.1.4 - Avenida Boa Esperança	6.610.296	2.937.909	1,67%
2.2.2 - Sistema Viário - Área 2	17.255.439	7.669.084	4,35%
2.2.2.1 - Alameda Domingos Mafrense (rotula)	300.000	133.333	0,08%
2.2.2.2 - Rua Rui Barbosa	2.012.723	894.544	0,51%
2.2.2.3 - Rua Manoel Aguiar	5.080.656	2.258.069	1,28%
2.2.2.4 - Avenida Boa Esperança	6.279.455	2.790.869	1,58%
2.2.2.5 - Rua Mario Augusto Freitas	616.968	274.208	0,16%

FINANCIAMENTO		
(R\$)	(US\$)	%
18.175.000	8.077.778	9,14%
10.050.000	4.466.667	5,05%
6.000.000	2.666.667	3,02%
675.000	300.000	0,34%
1.125.000	500.000	0,57%
2.250.000	1.000.000	1,13%
7.000.000	3.111.111	3,52%
7.000.000	3.111.111	3,52%
0	0	0,00%
1.125.000	500.000	0,57%

165.690.065	73.640.029	83,34%
63.238.665	28.106.074	31,81%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
54.914.090	24.406.262	27,62%
0	0	0,00%
24.443.487	10.863.772	12,29%
20.544.152	9.130.734	10,33%
9.926.451	4.411.756	4,99%
8.324.576	3.699.811	4,19%
7.899.945	3.511.087	3,97%
424.630	188.725	0,21%
27.266.530	12.118.458	13,71%
10.011.091	4.449.374	5,04%
1.282.265	569.896	0,64%
1.111.571	494.031	0,56%
1.006.959	447.537	0,51%
6.610.296	2.937.909	3,32%
17.255.439	7.669.084	8,68%
300.000	133.333	0,15%
2.012.723	894.544	1,01%
5.080.656	2.258.069	2,56%
6.279.455	2.790.869	3,16%
616.968	274.208	0,31%

CONTRAPARTIDA		
(R\$)	(US\$)	%
17.594.920	7.819.964	8,88%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
17.594.920	7.819.964	8,88%
	0	0,00%
17.594.920	7.819.964	8,88%
0	0	0,00%

180.470.739	80.209.217	91,12%
20.660.312	9.182.361	10,43%
5.814.454	2.584.202	2,94%
5.814.454	2.584.202	2,94%
14.845.858	6.598.159	7,50%
8.645.858	3.842.603	4,37%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
6.200.000	2.755.556	3,13%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
30.000.000	13.333.333	15,15%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%

COMPONENTES	TOTAL		
	(R\$)	(US\$)	%
2.3.4.3 - Melhoria habitacional - Área 3	367.052	163.134	0,09%
2.4 - REASSENTAMENTO INVOLUTÁRIO	131.923.101	58.632.489	33,24%
2.4.1 - Reassentamento Involuntário (área, habitações, pavimentação e urbanização)	115.000.000	51.111.111	28,98%
2.4.2 - Indenizações	15.000.000	6.666.667	3,78%
2.4.3 - Mudança das 1.756 casas	1.072.873	476.832	0,27%
2.4.4 - Demolição de habitações involuntário das lagoas (1.756 casas)	850.228	377.879	0,21%
2.5 - SETOR COMPLEMENTARES	20.382.647	9.058.954	5,14%
2.5.1 - Fiscalização e Gerenciamento das Obras - 7% (Itens: 2.1 / 2.2 / 2.3 do Financiamento)	9.511.902	4.227.512	2,40%
2.5.2 - Eventuais 8% (Itens: 2.1 / 2.2 / 2.3 do Financiamento)	10.870.745	4.831.442	2,74%
3. Desenvolvimento Econômico e Social nas Lagoas do Norte	14.950.000	6.644.444	3,77%
3.1 - Apoio as associações e educação ambiental	4.000.000	1.777.778	1,01%
3.2 - Apoio à geração de trabalho e renda	750.000	333.333	0,19%
3.3 - Intervenções de desenvolvimento econômico e social	4.000.000	1.777.778	1,01%
3.4 - Centro de Tradições de Teresina	5.000.000	2.222.222	1,26%
3.5 - Projetos de engenharia	1.200.000	533.333	0,30%
SOMA GERAL (1+2+3)	396.880.723	176.391.433	100,00%
PERCENTUAL	100,00%		

FINANCIAMENTO		
(R\$)	(US\$)	%
367.052	163.134	0,18%
9.423.101	4.188.045	4,74%
	0	0,00%
7.500.000	3.333.333	3,77%
1.072.873	476.832	0,54%
850.228	377.879	0,43%
20.382.647	9.058.954	10,25%
9.511.902	4.227.512	4,78%
10.870.745	4.831.442	5,47%
14.950.000	6.644.444	7,52%
4.000.000	1.777.778	2,01%
750.000	333.333	0,38%
4.000.000	1.777.778	2,01%
5.000.000	2.222.222	2,51%
1.200.000	533.333	0,60%
198.815.065	88.362.251	100,00%
50,09%		

CONTRAPARTIDA		
(R\$)	(US\$)	%
0	0	0,00%
122.500.000	54.444.444	61,85%
115.000.000	51.111.111	58,06%
7.500.000	3.333.333	3,79%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
0	0	0,00%
198.065.658	88.029.182	100,00%
49,91%		

Tabela 1 - PROPOSTA DE ALOCAÇÃO DE RECURSOS PARA A II ETAPA DO LAGOAS DO NORTE, EM MOEDA NACIONAL E DÓLARES

ANEXO 2 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

COMPONENTES	TOTAL	
	(US\$)	%
1. Modernização da Gestão Municipal, Desenvolvimento da Cidade e Gerenciamento do Projeto	15.897.742	9,01%
1.1 - Projetos de reforma e modernização administrativa da PMT	4.466.667	2,53%
1.1.1 - Reforma geral da Prefeitura	2.666.667	1,51%
1.1.2 - Fortalecimento para as áreas de licitações	300.000	0,17%
1.1.3 - Plano de fortalecimento da gestão ambiental	500.000	0,28%
1.1.4 - Fortalecimento institucional na área de Saneamento	1.000.000	0,57%
1.2 - Banco de Projetos	10.931.075	6,20%
1.2.1 - Projetos básico/executivos estratégicos	3.111.111	1,76%
1.2.2 - Macro drenagem - Projetos Executivos	7.819.964	4,43%
1.3 - Fortalecimento da UGP/SEMPLAN	500.000	0,28%
2. Desenvolvimento Urbano ambiental integrado nas Lagoas do Norte	153.849.246	87,22%
2.1 - SANEAMENTO	37.288.434	21,14%
2.1.1 - Abastecimento de água - ÁREA 1	2.584.202	1,47%
2.1.1.1 - Sistema de abastecimento de água das zonas A e B	2.584.202	1,47%
2.1.2 - Esgotamento Sanitário	31.004.421	17,58%
2.1.2.1 - Esgotamento Sanitário - Área 1	3.842.603	2,18%
2.1.2.2 - Esgotamento Sanitário - Área 2	10.863.772	6,16%
2.1.2.3 - Esgotamento Sanitário - Área 3	9.130.734	5,18%
2.1.2.4 - Requalificação e ampliação da ETE	7.167.312	4,06%
2.1.3 - Macro drenagem	3.699.811	2,10%
2.1.3.1 - Macro drenagem - Área 2	3.511.087	1,99%
2.1.3.2 - Macro drenagem - Área 3	188.725	0,11%
2.2 - SETOR VIÁRIO	25.451.791	14,43%
2.2.1 - Sistema Viário - Área 1	4.449.374	2,52%
2.2.1.1 - Rua Almirante Tamandaré	569.896	0,32%
2.2.1.2 - Rua Pedro Brito	494.031	0,28%
2.2.1.3 - Rua Jornalista Jim Borralho	447.537	0,25%
2.2.1.4 - Avenida Boa Esperança	2.937.909	1,67%
2.2.2 - Sistema Viário - Área 2	7.669.084	4,35%
2.2.2.1 - Alameda Domingos Mafrense (rotula)	133.333	0,08%
2.2.2.2 - Rua Rui Barbosa	894.544	0,51%
2.2.2.3 - Rua Manoel Aguiar	2.258.069	1,28%
2.2.2.4 - Avenida Boa Esperança	2.790.869	1,58%
2.2.2.5 - Rua Mario Augusto Freitas	274.208	0,16%
2.2.2.6 - Rua Des. Flávio Furtado	1.318.061	0,75%
2.2.3 - Ponte - Santa Maria da Codipi - 2ª Ponte	13.333.333	7,56%
2.3 - SETOR URBANISTICO	23.417.577	13,28%

ANO 1		ANO 2		ANO 3		ANO 4		ANO 5	
Financiamento	Contrapartida	Financiamento	Contrapartida	Financiamento	Contrapartida	Financiamento	Contrapartida	Financiamento	Contrapartida
766.667	7.819.964	4.416.667	0	1.338.889	0	1.555.556	0	0	0
716.667	0	3.750.000	0	0	0	0	0	0	0
266.667	0	2.400.000	0	0	0	0	0	0	0
150.000	0	150.000	0	0	0	0	0	0	0
100.000	0	400.000	0	0	0	0	0	0	0
200.000	0	800.000	0	0	0	0	0	0	0
0	7.819.964	466.667	0	1.088.889	0	1.555.556	0	0	0
0	0	466.667	0	1.088.889	0	1.555.556	0	0	0
0	7.819.964	0	0	0	0	0	0	0	0
50.000	0	200.000	0	250.000	0	0	0	0	0
4.594.673	25.320.328	17.082.460	27.000.000	34.834.107	17.666.667	16.126.065	10.222.222	1.002.724	0
0	9.182.361	5.014.675	0	16.605.522	0	6.485.876	0	0	0
0	2.584.202	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2.584.202	0	0	0	0	0	0	0	0
0	6.598.159	3.259.132	0	14.755.617	0	6.391.514	0	0	0
0	3.842.603	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3.259.132	0	7.604.640	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2.739.220	0	6.391.514	0	0	0
	2.755.556	0	0	4.411.756	0	0	0	0	0
0	0	1.755.543	0	1.849.906	0	94.362	0	0	0
	0	1.755.543	0	1.755.543	0	0	0	0	0
	0	0	0	94.362	0	94.362	0	0	0
1.287.696	2.666.667	1.802.901	10.666.667	5.017.716	0	4.010.145	0	0	0
1.287.696	0	223.769	0	881.373	0	2.056.537	0	0	0
569.896	0	0	0	0	0	0	0	0	0
494.031	0	0	0	0	0	0	0	0	0
223.769	0	223.769	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	881.373	0	2.056.537	0	0	0
0	0	1.579.132	0	4.136.344	0	1.953.608	0	0	0
	0	133.333	0	0	0	0	0	0	0
	0	268.363	0	626.181	0	0	0	0	0
	0	903.228	0	1.354.841	0	0	0	0	0
	0	0	0	837.261	0	1.953.608	0	0	0
	0	274.208	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1.318.061	0	0	0	0	0
0	2.666.667	0	10.666.667	0	0	0	0	0	0
2.707.673	3.249.079	6.438.816	0	6.772.077	0	3.377.999	0	871.934	0

COMPONENTES	TOTAL	
	(US\$)	%
2.3.1 - Requalificação Urbana	15.514.526	8,80%
2.3.1.1 - Requalificação Urbana - Área 1	1.669.435	0,95%
2.3.1.1.1 - Margens da Lagoa Pantanal	674.217	0,38%
2.3.1.1.2 - Margens da Lagoa do Mazerine	624.050	0,35%
2.3.1.1.3 - Margens do Canal Padre Eduardo (Rabicho)	371.168	0,21%
2.3.1.2 - Requalificação Urbana - Área 2	12.663.759	7,18%
2.3.1.2.1 - Urbanização da Praça - Av. Hiroshima	58.979	0,03%
2.3.1.2.2 - Margens da Lagoa do São Joaquim	744.623	0,42%
2.3.1.2.3 - Margens da Lagoa dos Oleiros	7.429.422	4,21%
2.3.1.2.4 - Margens da Lagoa da Piçarreira	2.086.731	1,18%
2.3.1.2.5 - Margens da Lagoa do Jacaré e Draga II	2.032.892	1,15%
2.3.1.2.6 - Recomposição topográfica e drenagem de água pluviais da Lagoa da Draga II	311.111	0,18%
2.3.1.3 - Requalificação Urbana - Área 3	1.181.332	0,67%
2.3.1.3.1 - Margens da Lagoa dos Cachorros e Cerâmica Poty	1.181.332	0,67%
2.3.2 - Equipamentos Comunitários	3.792.623	2,15%
2.3.2.1 - Feira livre	212.462	0,12%
2.3.2.2 - Espaço Cultural para eventos do Encontro dos Rios	1.230.139	0,70%
2.3.2.3 - Ampliação e melhoria do estacionamento Encontro dos rios	2.350.022	1,33%
2.3.3 - Equipamentos Sociais	3.249.079	1,84%
2.3.3.1 - Construção da UBS Matadouro	237.037	0,13%
2.3.3.2 - Construção da UBS Poti Velho	296.296	0,17%
2.3.3.3 - Reforma da UBS Dr. Evaldo Carvalho	100.009	0,06%
2.3.3.4 - Construção da UBS Aeroporto	343.556	0,19%
2.3.3.5 - Construção da UBS Vila Mocambinho	343.556	0,19%
2.3.3.6 - Reforma da escola municipal Minha Casa	274.627	0,16%
2.3.3.7 - Reforma da escola municipal Antônio Gaio	538.728	0,31%
2.3.3.8 - Construção da quadra escolar coberta da E.M. Moacir Madeira	226.382	0,13%
2.3.3.9 - Construção do Centro Comercial de Artesanato	311.111	0,18%
2.3.3.10 - Reforma do mercado do São Joaquim	577.778	0,33%
2.3.4 - Melhoria Habitacional	861.349	0,49%
2.3.4.1 - Melhoria habitacional - Área 1	32.627	0,02%
2.3.4.2 - Melhoria habitacional - Área 2	665.588	0,38%
2.3.4.3 - Melhoria habitacional - Área 3	163.134	0,09%
2.4 - REASSENTAMENTO INVOLUTÁRIO	58.632.489	33,24%
2.4.1 - Reassentamento Involuntário (área, habitações, pavimentação e urbanização)	51.111.111	28,98%

ANO 1		ANO 2		ANO 3		ANO 4		ANO 5	
Financiamento	Contrapartida	Financiamento	Contrapartida	Financiamento	Contrapartida	Financiamento	Contrapartida	Financiamento	Contrapartida
2.707.673	0	6.193.728	0	5.431.793	0	472.533	0	708.799	0
371.168	0	1.298.267	0	0	0	0	0	0	0
	0	674.217	0		0		0		0
	0	624.050	0		0		0		0
371.168	0	0	0		0		0		0
2.336.504	0	4.895.461	0	5.431.793	0	0	0	0	0
58.979	0	0	0		0		0		0
260.618	0	297.849	0	186.156	0		0		0
1.485.884	0	2.971.769	0	2.971.769	0		0		0
	0	626.019	0	1.460.712	0		0		0
406.578	0	813.157	0	813.157	0		0		0
124.444	0	186.667	0	0	0		0		0
0	0	0	0	0	0	472.533	0	708.799	0
	0		0		0	472.533	0	708.799	0
0	0	212.462	0	1.074.048	0	2.506.113	0	0	0
0	0	212.462	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	369.042	0	861.097	0	0	0
0	0	0	0	705.007	0	1.645.016	0	0	0
0	3.249.079	0	0	0	0	0	0	0	0
0	237.037	0	0	0	0	0	0	0	0
0	296.296	0	0	0	0	0	0	0	0
0	100.009	0	0	0	0	0	0	0	0
0	343.556	0	0	0	0	0	0	0	0
0	343.556	0	0	0	0	0	0	0	0
0	274.627	0	0	0	0	0	0	0	0
0	538.728	0	0	0	0	0	0	0	0
0	226.382	0	0	0	0	0	0	0	0
0	311.111	0	0	0	0	0	0	0	0
0	577.778	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	32.627	0	266.235	0	399.353	0	163.134	0
0	0	32.627	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	266.235	0	399.353	0		0
0	0	0	0		0	0	0	163.134	0
0	10.222.222	1.837.609	16.333.333	2.179.494	17.666.667	170.942	10.222.222	0	0
0	10.222.222	0	15.333.333	0	15.333.333	0	10.222.222	0	0

COMPONENTES	TOTAL	
	(US\$)	%
2.4.2 – Indenizações	6.666.667	3,78%
2.4.3 - Mudança das 1.756 casas	476.832	0,27%
2.4.4 - Demolição de habitações involuntário das lagoas (1.756 casas)	377.879	0,21%
2.5 - SETOR COMPLEMENTARES	9.058.954	5,14%
2.5.1 - Fiscalização e Gerenciamento das Obras 7% (itens: 2.1 / 2.2 / 2.3 do Financiamento)	4.227.512	2,40%
2.5.2 - Eventuais 8% (Itens: 2.1 / 2.2 / 2.3 do Financiamento)	4.831.442	2,74%
3. Desenvolvimento Econômico e Social nas Lagoas do Norte	6.644.444	3,77%
3.1 - Apoio as associações e educação ambiental	1.777.778	1,01%
3.2 - Apoio à geração de trabalho e renda	333.333	0,19%
3.3 - Intervenções de desenvolvimento econômico e social	1.777.778	1,01%
3.4 - Centro de Tradições de Teresina	2.222.222	1,26%
3.5 - Projetos de engenharia	533.333	0,30%
SOMA GERAL (1+2+3)	176.391.433	100,00%
PERCENTUAL	100,00%	

ANO 1		ANO 2		ANO 3		ANO 4		ANO 5	
Financiamento	Contrapartida	Financiamento	Contrapartida	Financiamento	Contrapartida	Financiamento	Contrapartida	Financiamento	Contrapartida
0	0	1.666.667	1.000.000	1.666.667	2.333.333	0	0	0	0
0	0	95.366	0	286.099	0	95.366	0	0	0
0	0	75.576	0	226.728	0	75.576	0	0	0
599.305	0	1.988.459	0	4.259.297	0	2.081.103	0	130.790	0
279.676	0	927.947	0	1.987.672	0	971.181	0	61.035	0
319.629	0	1.060.511	0	2.271.625	0	1.109.922	0	69.755	0
583.333	0	1.025.556	0	2.403.333	0	2.243.333	0	388.889	0
266.667	0	444.444	0	444.444	0	444.444	0	177.778	0
50.000	0	83.333	0	83.333	0	83.333	0	33.333	0
266.667	0	444.444	0	444.444	0	444.444	0	177.778	0
0	0	0	0	1.111.111	0	1.111.111	0	0	0
0	0	53.333	0	320.000	0	160.000	0	0	0
5.944.673	33.140.293	22.524.682	27.000.000	38.576.329	17.666.667	19.924.954	10.222.222	1.391.613	0
15,2%	84,8%	45,5%	54,5%	68,6%	31,4%	66,1%	33,9%	100,0%	0,0%

Tabela 2 - CRONOGRAMA FÍSICO E CINANCEIRO DO PLN II.

ANEXO 3 – REGISTRO FOTOGRÁFICO (ANTES E DEPOIS) DA 1ª FASE DO PLN



IMAGENS ANTES E DEPOIS DO PLN 1ª FASE



2 PROGRAMA LAGOAS DO NORTE – FASE I
O que foi construído ...

✓ Requalificação urbana e ambiental

ANTES

DEPOIS

2 PROGRAMA LAGOAS DO NORTE – FASE I
O que foi construído ...

✓ Melhoria da mobilidade urbana e urbanização de margem de canal da Vila Pe. Eduardo

ANTES

DEPOIS

2 PROGRAMA LAGOAS DO NORTE – FASE I
O que foi construído ...

✓ Limpeza das lagoas do Lourival e do Cabrinha

ANTES

DEPOIS

2 PROGRAMA LAGOAS DO NORTE – FASE I
O que foi construído ...

✓ Abertura, recuperação da rua e melhoria do sistema de drenagem e águas pluviais

ANTES

DEPOIS

2 PROGRAMA LAGOAS DO NORTE – FASE I
O que foi construído ...

✓ Abertura, recuperação da rua e urbanização de margens de lagoas

ANTES

DEPOIS

2 PROGRAMA LAGOAS DO NORTE – FASE I
O que foi construído ...

Construção da estação elevatória de águas pluviais e dos canais do bairro Olarias (08 Bombas)

ANTES

DURANTE

DEPOIS

DEPOIS

2 PROGRAMA LAGOAS DO NORTE – FASE I
O que foi construído ...

✓ Conclusão do complexo cultural do Teatro do Boi (Cap. 150 espectadores)

ANTES

DEPOIS

DEPOIS

DEPOIS

ANEXO 4 - MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DA REGIÃO DE ATUAÇÃO DO PLN

Como ocorrido na primeira etapa, o futuro projeto será elaborado e executado com a efetiva participação das comunidades, mediante consultas e reuniões de acompanhamento com as lideranças comunitárias da área de atuação do Programa, tendo o Comitê Gestor como principal canal de comunicação e de diálogo.

A Estrutura da Administração Pública Municipal

A execução do PLN II está a cargo da Secretaria de Planejamento Municipal, mas será necessária articulação com os demais órgãos municipais dada a concepção e um Programa Integrado de Desenvolvimento que possui o PLN II e torna-se importante identificar a composição do arranjo institucional que caracteriza o poder executivo municipal em Teresina/PI. A estrutura organizacional da Administração Direta está assim constituída:

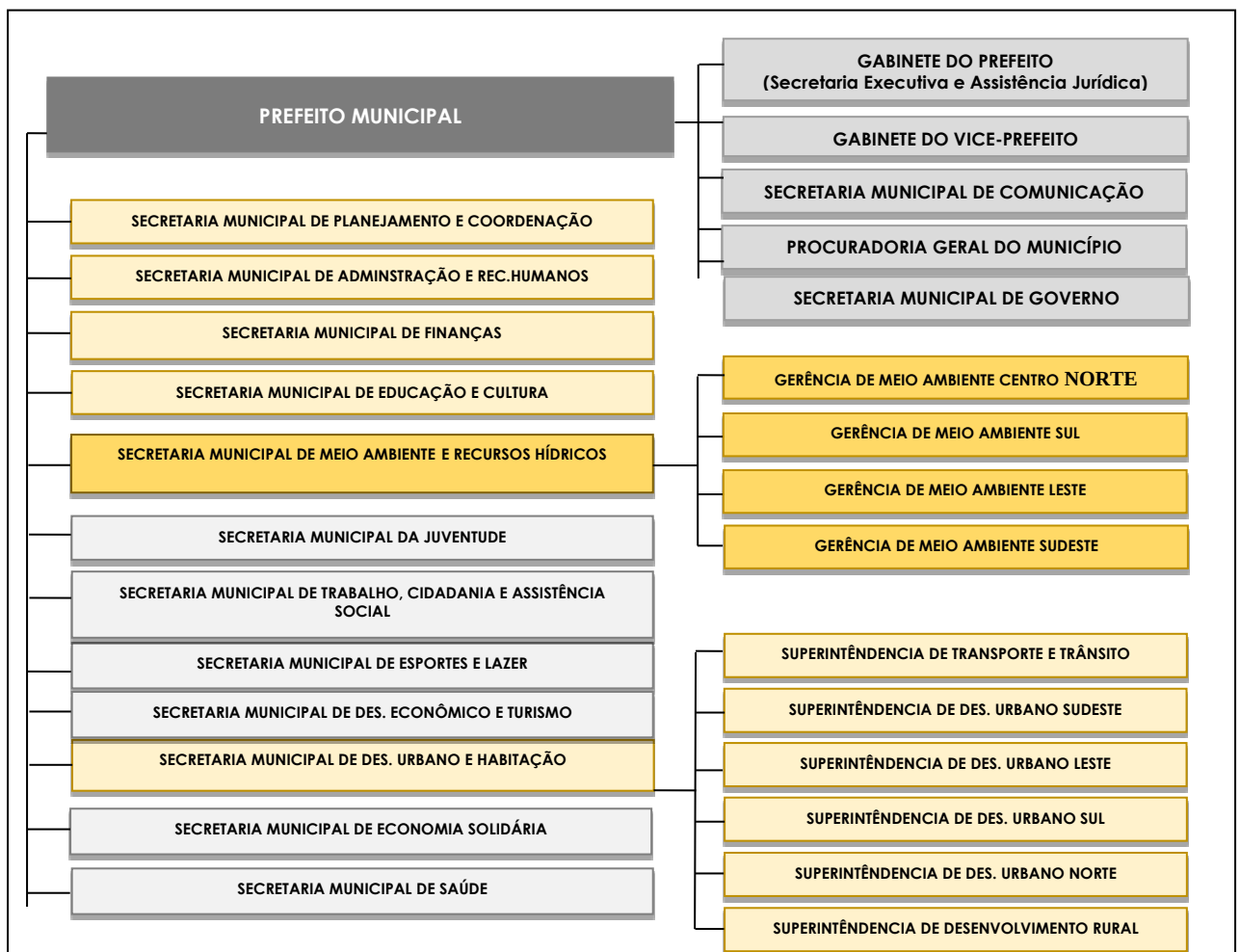


Tabela 3 - ÓRGÃOS DA ADMINISTRAÇÃO DIRETA DO PODER EXECUTIVO MUNICIPAL - TERESINA/PI

Legenda:

	Organismos da Administração Direta com maior interface funcional com o órgão gestor de meio ambiente
	SEMAM e Gerências de Meio Ambiente descentralizadas
	Outras Unidades Organizacionais da Administração Direta do Poder Executivo Municipal

Os órgãos da Administração Indireta que compõem a estrutura da administração municipal de Teresina encontram-se a seguir listados:

SUPERINTENDÊNCIAS DE DESENVOLVIMENTO URBANO (CENTRO/NORTE, SUL, LESTE e SUDESTE)

Criadas por Lei Municipal ao final do ano 2000, as quatro SDU são caracterizadas como entidades descentralizadas de Direito Público e definidas como pessoas jurídicas sem fins lucrativos, patrimônio próprio e autonomia administrativa e financeira, enquadrando-se no mesmo nível de uma Secretaria Municipal. À sua criação, as Superintendências eram vinculadas à Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação – SEMPLAN. Em 2013, por força de Lei Complementar, passaram a vincular-se à então criada Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação – SEMDUH.

Finalidade:

Executar de forma descentralizada as políticas públicas referentes aos serviços urbanos básicos, fiscalização e controle, obras de engenharia, habitação e urbanismo, observado o planejamento municipal.

SUPERINTENDÊNCIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES E TRÂNSITO - STRANS

Finalidades:

Elaborar estudos, planos, pesquisas e programas de transportes públicos, trânsito e sistema viário;
Executar as atividades referentes a permissões, concessões e registros dos serviços delegados;
Executar as ações de fiscalização de trânsito no âmbito municipal;
Coordenar e fiscalizar a operação dos serviços de transportes públicos de passageiros;
Disciplinar os estacionamentos rotativos, públicos e privados.

EMPRESA TERESINENSE DE DESENVOLVIMENTO URBANO - ETURB

Finalidade:

Programar e executar obras em áreas urbanas.

FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE SAÚDE

Finalidades:

Prestar serviços de assistência médica ambulatorial, hospitalar, odontológica e sanitária à população, através de rede própria de assistência à saúde sendo complementada pela rede privada e pública estadual e federal, através de convênios e contratos;
Elaborar e executar programas, projetos e atividades visando ao controle epidemiológico.

FUNDAÇÃO CULTURAL MONSENHOR CHAVES

Finalidades:

Assessorar a administração na formulação das diretrizes da política cultural do município;
Compatibilizar as ações culturais de âmbito municipal com os planos, programas e projetos dos governos federal e estadual;
Preservar o patrimônio histórico e cultural do município.

FUNDAÇÃO WALL FERRAZ

Finalidades:

Planejar, coordenar e executar projetos de ações que objetivam a geração de emprego e renda;
Capacitar, treinar e apoiar gerencial e financeiramente atividades produtivas beneficiando trabalhadores autônomos, microempresas e grupos de produção.

AGÊNCIA MUNICIPAL DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE TERESINA

Finalidades:

Normatizar, planejar, acompanhar, controlar e fiscalizar as concessões, permissões e autorizações submetidas à sua competência.

Quadro 1 - ÓRGÃOS DA ADMINISTRAÇÃO INDIRETA DO MUNICÍPIO DE TERESINA COM INTERFACE COM O PLN II

Como órgãos colegiados de gestão participativa, com funções deliberativas, consultivas, normativas e fiscalizadoras, conforme o caso, e os Conselhos Municipais, instituídos por leis ou decretos, complementam o arranjo de gestão do município de Teresina. A listagem dos

Conselhos implantados e em funcionamento (alguns deles por força de exigência legal dos governos federal ou estadual) é apresentada a seguir.

Conselho Municipal de Assistência Social

Conselho Municipal de Alimentação Escolar

Conselho Municipal de Contribuintes

Conselho Municipal de Cultura

Conselho Municipal de Defesa do Consumidor

Conselho Municipal dos Direitos da Criança e do Adolescente

Conselho Municipal de Desportos

Conselho Municipal de Desenvolvimento Econômico

Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural

Conselho Municipal de Defesa dos Direitos da Mulher

Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano

Conselho Municipal de Entorpecentes

Conselho Municipal de Educação

Conselho Municipal de Habitação

Conselho Municipal de Meio Ambiente

Conselho Municipal de Revitalização do Centro Comercial de Teresina

Conselho Municipal de Saúde

Conselho Municipal de Transportes Públicos

Conselho Municipal de Turismo

Conselho Municipal de Acompanhamento e Controle Social do Fundo de Manutenção e Des. do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério

Conselho Municipal dos Direitos do Idoso

Conselho Municipal de Defesa dos Direitos da Pessoa Portadora de Deficiência

Conselho Municipal da Juventude

Sistema de Meio Ambiente afeto ao Programa

A gestão ambiental no Brasil é regida por um conjunto de leis derivadas da Lei n.º 6.938, de 31/08/1981, que dispõe sobre a **Política Nacional do Meio Ambiente**, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Esta lei cria o **Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA**, composto pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios, bem como as fundações instituídas pelo poder público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.

A Lei n.º 6.938, de 31/08/1981, regulamentada pelo Decreto n.º 99.274, de 06/06/1990 e alterada pela Lei n.º 7.804, de 18/07/1989, instituiu o **Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA**, composto por órgãos federais, estaduais e municipais.

A atuação do SISNAMA se dá mediante articulação coordenada dos órgãos e entidades que o constituem, observado o acesso da opinião pública às informações relativas às agressões ao meio ambiente e às ações de proteção ambiental, na forma estabelecida pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA.

Cabe aos estados e aos municípios a regionalização das medidas emanadas do SISNAMA, elaborando normas e padrões supletivos e complementares.

Constituem o SISNAMA no nível federal de governo:

a) Órgão Consultivo e Deliberativo

Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar sobre normas e padrões.

b) Órgão Central

Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal – MMA, com a finalidade de planejar, coordenar, supervisionar e controlar, como órgão federal, a política nacional e a definição de diretrizes governamentais.

c) Órgão Executor

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, com a finalidade de executar e fazer executar a política e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente.

d) Órgãos Setoriais

Órgãos ou entidades integrantes da Administração Pública Federal Direta ou Indireta, bem como as Fundações instituídas pelo Poder Público associadas à proteção da qualidade ambiental ou ao disciplinamento do uso de recursos ambientais.

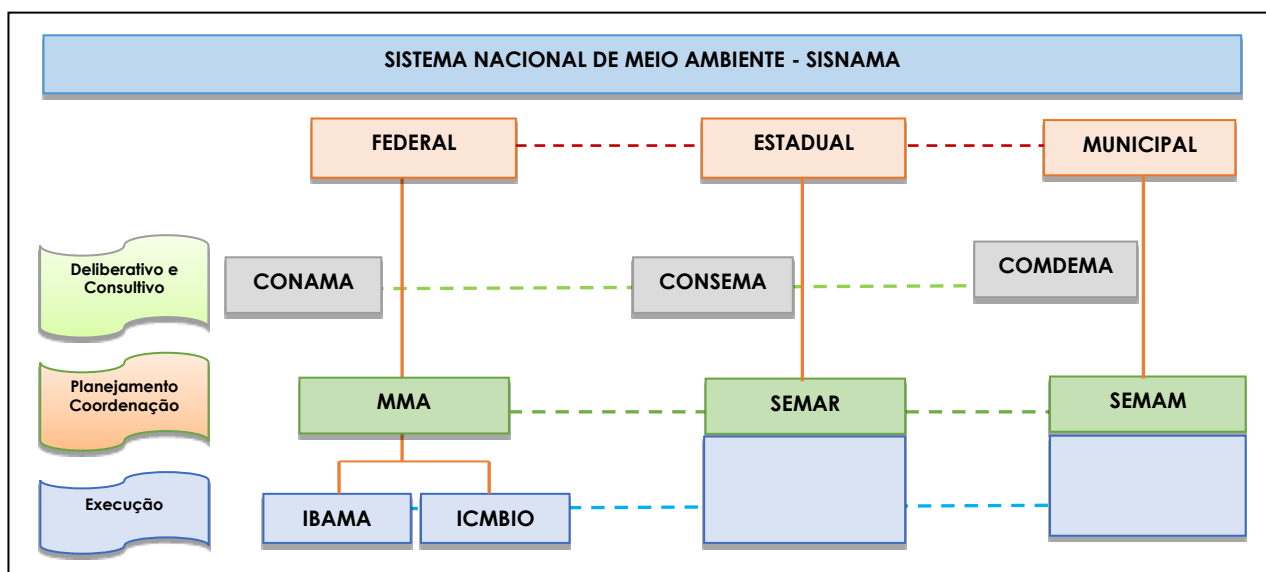
e) Entidades Estaduais ou Órgãos Seccionais

Órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar degradação ambiental.

f) Entidades Municipais ou Órgãos Locais

Órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização do meio ambiente em suas respectivas jurisdições.

Considerando o Estado do Piauí e o município de Teresina, o arranjo institucional representativo do SISNAMA está assim configurado:



Legenda:

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente - Piauí
COMDEMA	Conselho Municipal do Meio Ambiente – Teresina/PI
MMA	Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal
SEMAR	Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado do Piauí
SEMAM	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Figura 1 - O Município de Teresina e o Estado do Piauí no contexto do SISNAMA.

Gestão Estadual do Meio Ambiente

O Estado do Piauí integra o SISNAMA, por meio da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMAR e do Conselho Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano – CONSEMA.

A Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do estado do Piauí – SEMAR foi criada mediante a Lei Estadual n.º 4.797, de 24/10/1995, alterada sua estrutura em 2003, 2004 e finalmente na forma atual pela Lei Complementar n.º 83, de 12/04/2007.

A SEMAR é o órgão executivo central, gestor e coordenador do Sistema Estadual de Recursos Hídricos no Estado do Piauí. A ela compete a formulação e a execução da política de gestão dos recursos hídricos e do meio ambiente, cabendo-lhe desenvolver:

- I – o planejamento, coordenação, supervisão, fiscalização e controle das ações relativas ao meio ambiente e recursos hídricos;
- II – a preservação, conservação e uso racional dos recursos naturais renováveis;

III – as pesquisas, experimentações e fomento, informações técnicas e científicas nas áreas de meio ambiente e recursos hídricos;

IV – a educação ambiental, em articulação com outros órgãos da administração pública;

V – a administração das unidades de conservação estaduais.

O Conselho Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano – CONSEMA

Por meio do Decreto n.º 8.925, de 04/06/1993, e alterado pelo Decreto n.º 9.533, de 24/07/1996, foi aprovado o regulamento do Conselho Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano.

Sua estrutura é formada por 01 (uma) Plenária e 03 (três) Câmaras Técnicas Permanentes instituídas para o desempenho de tarefas específicas.

Integram o Plenário do Conselho Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano o Secretário de Estado do Planejamento e os Conselheiros, representantes de Órgãos e Instituições da Administração Pública Estadual, incluindo dois representantes da Prefeitura Municipal de Teresina e outras empresas e fundações, bem como associações não governamentais voltadas ao meio ambiente e entidades de representação profissional de ensino e pesquisa.

As Câmaras Técnicas Especializadas Permanentes são focadas na temática de: (i) Meio Ambiente, (ii) Desenvolvimento Urbano e (iii) Recursos Hídricos e Saneamento. Cada Câmara Técnica é composta por três membros efetivos e respectivos suplentes, nomeados pelo Governador do Estado do Piauí.

Cabe destacar a Resolução CONSEMA n.º 009, de 04/06/2008, que define as condições segundo as quais os municípios do Estado do Piauí poderão exercer o seu dever de licenciamento dos empreendimentos/atividades causadores de impacto ambiental local. São elas:

- I. Dispor de lei municipal instituindo a política municipal de meio ambiente, aprovada e regulamentada;
- II. Contar com órgão de meio ambiente legalmente instituído, regulamentado e com condições técnicas, materiais e humanas para desenvolvimento do trabalho de análise e fiscalização ambientais;
- III. Ter, em funcionamento regular, o Conselho Municipal de Meio Ambiente, instituído e regulamentado, com atribuições de caráter deliberativo;
- IV. Dispor de equipe técnica multidisciplinar própria ou posta à disposição do órgão ambiental, contando minimamente com técnicos capacitados para análises dos problemas ambientais relacionados: (i) à vegetação natural e lavouras; (ii) ao solo, subsolo e aos recursos hídricos; (iii) à fauna silvestre e aos rebanhos; (iv) às obras civis e ao meio ambiente construído; (v) aos resíduos sólidos e aos efluentes domésticos e industriais;
- V. Dispor de mecanismo legal para estabelecimento dos preços públicos a serem cobrados nos procedimentos de licenciamento e para definição da aplicação dos recursos arrecadados;
- VI. Ter instituídos os instrumentos legais e administrativos que garantam o aporte de recursos necessários ao desenvolvimento das atividades de licenciamento e fiscalização;
- VII. Cobrar os valores quando devidos, a título de compensações ambientais, conforme previsto na Lei n.º 9.985/2000 e Decreto n.º 4.340/2002;

- VIII. Contar com, pelo menos, um fiscal com condições legais de exercer plenamente o poder de polícia ambiental.
- IX. Contar com, pelo menos, um fiscal com condições legais de exercer plenamente o poder de polícia ambiental.

As condições técnicas, materiais e humanas exigidas no Inciso II poderão ser obtidas de forma consorciada por vários municípios, cabendo à SEMAR, quando uma ou mais condições listadas não forem atendidas, exercer, em caráter supletivo, o licenciamento ambiental das atividades/empreendimentos, cujos impactos sejam considerados de natureza local.

Vale lembrar que a existência de Secretaria municipal de meio ambiente e Conselho de meio ambiente se constituem nos requisitos mínimos exigidos pela legislação federal para que o Município possa exercer competência de licenciamento de atividades de impacto local.

A Resolução CONSEMA nº 009/2008 define as atividades sujeitas a licenciamento de impacto ambiental local, e as atividades sujeitas ao licenciamento ambiental estadual, nos itens discriminados a seguir:

LICENCIAMENTO MUNICIPAL	LICENCIAMENTO ESTADUAL
- Atividades agropecuárias e uso de recursos naturais – hortas comunitárias, projetos agrícolas com área total menor que 300 ha, criação de animais na zona rural em área total menos que 300 ha, silvicultura em área total menor que 300 ha, projeto de apicultura, produção e beneficiamento de mel, extração de produtos vegetais quando se tratar de coleta de sementes e de frutas. - Mineração – extração de minerais para uso na construção civil, beneficiamento de minerais classe II por meio de processos físicos, lapidação de pedras preciosas e semipreciosas. - Indústrias Diversas – (listagem de 50 tipos de indústrias). - Comércio – matadouros, abatedouros, açougues, frigoríficos, charqueadas e derivados de origem animal; bares, lanchonetes, pizzarias, casas de show e churrascarias; shoppings e centros de produção; comércio atacadista de artigos para uso na agropecuária e veterinários; depósito de materiais de construção; supermercados; centrais de recebimento de material reciclável. - Serviços – (listagem de 24 tipos de serviços). - Infraestrutura – (listagem de 18 tipos de obras de infraestrutura).	- Empreendimentos localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal. - Empreendimentos localizados ou desenvolvidos nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente. - Empreendimentos cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios do Estado do Piauí e/ou delegados pela União aos Estados, por instrumento legal ou convênio. - Atividades agropecuárias – projetos agrícolas com área total maior que 300 ha. - Uso de Recursos Naturais – exploração econômica da madeira ou lenha e subprodutos florestais; atividade de manejo de flora; manejo de recursos aquáticos vivos; uso da diversidade biológica pela biotecnologia. - Mineração – pesquisa mineral, com guia de utilização; lavra a céu aberto, inclusive aluvião, com ou sem beneficiamento; lavra subterrânea com ou sem beneficiamento; lavra garimpeira; perfuração de poços. - Indústria – (listagem de 35 tipos de indústrias). - Serviços – transporte de cargas perigosas; depósitos de produtos químicos e produtos perigosos; dragagem e derrocamentos em corpos d'água. - Infraestrutura – (listagem de 16 tipos de obras de infraestrutura).

Quadro 2 - ATIVIDADES SUJEITAS A LICENCIAMENTO AMBIENTAL MUNICIPAL E ESTADUAL

Gestão Municipal do Meio Ambiente

Conforme diretrizes do SISNAMA, os órgãos ou entidades municipais são responsáveis pelo controle e fiscalização das atividades consideradas de impacto sobre o meio ambiente, nas suas

respectivas áreas de jurisdição. Os municípios, observadas as normas e os padrões federais e estaduais, também podem elaborar normas locais.

O município de Teresina/PI integra o SISNAMA, por meio da atual SEMAM – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos e do COMDEMA – Conselho Municipal de Meio Ambiente.

O órgão ambiental foi criado enquanto secretaria municipal em pela Lei Municipal n.º 2.184, de 14/01/1993 e sofreu várias alterações e até sua extinção para hoje se constituir Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMAM criada pela Lei Municipal n.º 3.616, de 23/03/2007. Por sua vez o Conselho Municipal de Meio Ambiente – COMDEMA, criado pela Lei Municipal n.º 2.184, de 14/01/93, é uma entidade municipal, vinculada à Prefeitura Municipal de Teresina, e tem como finalidade assessorar, estudar e propor as diretrizes das políticas governamentais para o meio ambiente e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre os recursos e processos administrativos, normas e padrões relativos ao meio ambiente.

A Política Municipal de Meio Ambiente (Lei n.º 2.475/96 – Art. 54) trata das finalidades, competências, composição e organização do COMDEMA conjuntamente com o Regimento Interno COMDEMA (Decreto n.º 7.584, de 29/02/2008).

O Quadro a seguir apresenta as finalidades e competências relativas ao COMDEMA de acordo com a Política Municipal de Meio Ambiente e com o seu Regimento Interno.

POLÍTICA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE (Lei n.º 2.475/96 – Art. 54)	REGIMENTO INTERNO COMDEMA (Decreto n.º 7.584, de 29/02/2008)
- Aprovar a política ambiental do município e acompanhar a sua execução, promovendo orientação quando entender necessária; - Estabelecer normas e padrões de proteção, conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente; - Decidir em terceira instância administrativa, em grau de recurso, sobre multas e outras penalidades impostas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente; - Analisar anualmente o plano de aplicação dos recursos do FUNDEMA; - Opinar sobre a realização de estudos e alternativas das possíveis consequências ambientais referentes aos projetos públicos ou privados apresentados, requisitando das entidades envolvidas as informações necessárias; - Propor ao Executivo áreas prioritárias de ação governamental relativa ao meio ambiente visando a preservação e melhoria das qualidades ambiental e do equilíbrio ecológico; - Analisar e opinar sobre a ocupação e uso dos espaços territoriais de acordo com limitações e condicionantes ecológicos e ambientais específicos da área; - Elaborar anualmente o relatório de qualidade do meio ambiente;	- Propor diretrizes para uma Política Municipal de Meio Ambiente; - Colaborar nos estudos e elaboração dos planos e programas de expansão e desenvolvimento municipal; - Estudar, definir e propor normas e procedimentos visando à proteção ambiental do município; - Promover e colaborar na sua execução de programas intersetoriais de proteção do meio ambiente no município; - Opinar e fornecer subsídios técnicos para esclarecimentos relativos à defesa do meio ambiente; - Manter canais regulares de comunicação com a mídia, bem como promover e/ou participar de reuniões e seminários abertos ao público; - Colaborar com campanhas educacionais relativas a problemas de saúde e saneamento básico, poluição do ar, das águas e do solo, proteção da fauna e da flora; - Promover e colaborar na execução de programas de Educação Ambiental; - Manter intercâmbio com as entidades públicas e privadas de pesquisas e de atividades em defesa do meio ambiente; - Analisar e relatar os possíveis casos de poluição que ocorram no Município.

Quadro 3 - FINALIDADES E COMPETÊNCIAS DO COMDEMA

a) O Fundo Municipal de Meio Ambiente

O Fundo Municipal de Meio Ambiente, criado pela Política Municipal de Meio Ambiente (Lei n.º 2.475/96 – Art. 55), que tem como objetivo concentrar recursos destinados a projetos de interesse ambiental, é constituído por:

- a) Dotações orçamentárias;
- b) Arrecadação de multas previstas em lei;
- c) Contribuições, subvenções e auxílio da União, do Estado, do Município e de suas respectivas Autarquias, Empresas Públicas, Sociedades de Economia Mista e Fundações;
- d) Recursos resultantes de convênios, contratos e consórcios celebrados entre o Município e instituições públicas e privadas, cuja execução seja de competência da Secretaria Municipal de Meio Ambiente observada as obrigações contidas nos respectivos instrumentos;
- e) Recursos resultantes de doações que venha a receber de pessoas físicas e jurídicas ou de organismos públicos e privados, nacionais e internacionais;
- f) Rendimentos de qualquer natureza que venha auferir como remuneração decorrente de aplicação de seu patrimônio;
- g) Outros recursos que, por sua natureza, possam ser destinados ao Fundo Municipal de Meio Ambiente.

Vale lembrar que a existência de Secretaria e Conselho de Meio Ambiente se encontram entre os requisitos mínimos exigidos pela legislação federal para que o município possa exercer a competência do licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras e impacto local.

b) Caracterização da capacidade de gestão da SEMAM – Órgão Municipal de Gestão Ambiental

A Lei nº 3.616, de 23/03/2007 definiu uma estrutura básica para a SEMAM mas o organograma que pratica da gestão possui a sua disposição é o seguinte:

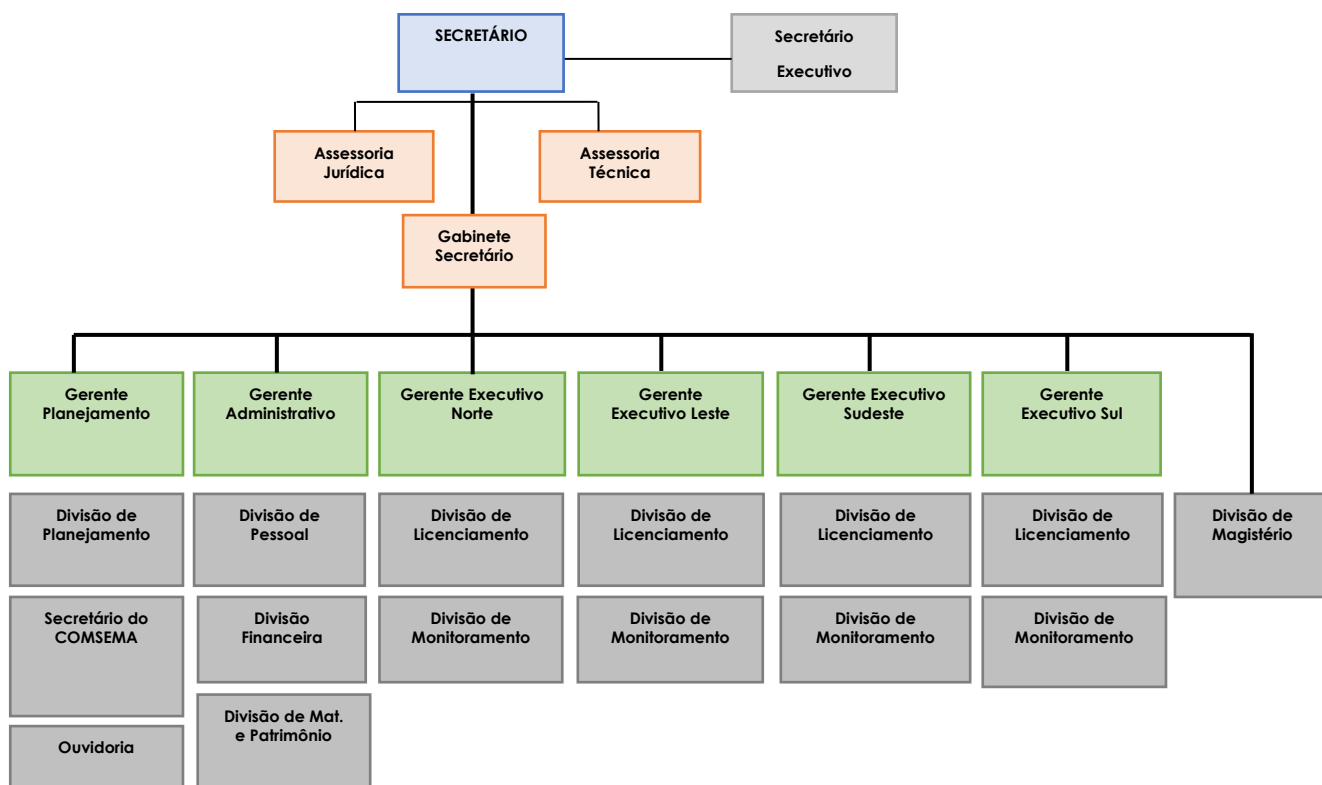


Figura 2 - ORGANOGAMA DA SEMAM – REALIDADE ATUAL

A Secretaria de Planejamento por meio da UGP do PLN I contratou consultoria especializada em estruturação e capacitação de órgãos institucionais com especialidade em meio ambiente que elaborou diagnóstico e proposta de reestruturação da SEMAM para que ela possa desempenhar suas funções de forma adequada no suporte do PLN II além, é claro, de sua missão de zelar pela qualidade ambiental da cidade de Teresina.

A seguir é destacado o diagnóstico realizado pela consultoria no que se refere ao licenciamento, monitoramento e fiscalização ambiental, áreas com maior interface com a gestão do Programa.

Avaliação do funcionamento das Gerências de Meio Ambiente, Licenciamento, Monitoramento e Fiscalização Ambiental

O Funcionamento das Gerências de Meio Ambiente, o Licenciamento, o Monitoramento e a Fiscalização Ambiental.

As quatro Gerências de Meio Ambiente apresentam, via de regra, o mesmo perfil, a mesma estrutura, os mesmos processos de trabalho e as mesmas carências.

O principal gargalo enfrentado para funcionamento das GMA diz respeito às carências de pessoal, em todos os níveis seguida por problemas provocados pela falta de clareza de funções, de registro e de normatização dos processos, procedimentos e instrumentos de trabalho, fazendo com que cada Gerência, embora teoricamente com as mesmas diretrizes adotam regras divergentes entre elas para tratamento de uma mesma situação problema. Como exemplo, tem-se que as exigências de documentação para licenciamento de um mesmo tipo de categoria de empreendimento diferindo de uma Gerência para a outra. Um Gerente assim se manifestou: “Existe no Protocolo da GMA uma lista de documentos impressa, atualizada segundo critérios do

Gerente, que serve como base para orientação dos usuários dos serviços de licenciamento. Não é uma lista oficial e nem todas as Gerências dispõem dela; cada um orienta o serviço do seu jeito”.

Hoje os conteúdos normativos inexistem ou estão dispersos em diversos instrumentos legais, desde os Códigos Municipais de Posturas e de Obras, a Lei da Política Municipal de Meio Ambiente, a Lei Municipal do Silêncio (1996), a Resolução CONAMA n.º237/1997, o Código de Mineração, a Lei de Crimes Ambientais, a Lei Federal sobre Resíduos Sólidos e outros diplomas legais do Estado do Piauí e da Federação. Esta dispersão de informações afeta negativamente a atuação da SEMAM e, também de forma importante, dificulta ou impede a orientação dos cidadãos interessados.

Os processos de licenciamento são gerados pelo interessado e abertos, em papel, pela SDU respectiva. Sem passar por um filtro para analisar seu objeto, tramita pela Gerência de Urbanismo – GEURB, chega à GMA (e depois de instruído, é assinado pelo Secretário), vai para a Vigilância Sanitária –GEVISA (e Corpo de Bombeiros, caso necessário), chega à Secretaria de Finanças – SEMF para, afinal, ser expedido o documento final. Em cada processo cabe à GMA analisar as informações, realizar a vistoria, elaborar o parecer (o que nem todos os funcionários da Gerência fazem, e por vezes, só o gerente está apto). A realização das vistorias constitui o principal gargalo, por falta de pessoal capacitado, de equipamentos e veículos.

A falta de informações sistematizadas e a não utilização de recursos de geoprocessamento fazem com que as Gerências não detenham, com precisão, dados básicos, como, por exemplo, a poligonal da área atendida por cada uma delas e de informações atualizadas sobre os reais proprietários dos terrenos vistoriados, o que provoca imprecisão e atraso no trabalho. Os processos que tramitam na GMA têm a sua entrada e a sua tramitação controlada manualmente. Apesar de diversos outros setores da Administração Municipal já contarem com um sistema informatizado de tramitação de processos, sob coordenação da PRODATER, essa ferramenta ainda não foi implantada na SEMAM. Também a localização dos empreendimentos a serem licenciados ou monitorados por vezes é realizada nas GMA apenas a partir das informações constantes do processo – não existem informações georreferenciadas e, em alguns casos, nem mesmo um aparelho de GPS. Todos os controles realizados pelas Gerências, inclusive os relatórios mensais com dados estatísticos são feitos manualmente.

O acúmulo de processos em tramitação em uma GMA tem sido problema, em alguns casos. No início de abril de 2014 a GMA Leste possuía 464 processos (datados de 2011, 2012 e, a maioria de 2013) em tramitação para serem vistoriados por quatro profissionais. Não se tem clareza sobre o objeto específico desses processos e nem sobre a pertinência de estarem aguardando parecer de natureza ambiental, pois não é feita uma análise prévia desse objeto quando dá entrada na GMA. Desta forma, a pertinência da análise ambiental de cada processo é confirmada apenas após a respectiva vistoria.

Em diálogo com os gerentes, ficou a constatação (a ser comprovada) que um número significativo de processos dá entrada nas Gerências de Meio Ambiente, mas não são pertinentes a elas e sim a outros organismos municipais. A falta de clareza da função e dos limites de atuação de cada organismo envolvido com o processo de licenciamento de empreendimentos provocaria esse problema.

A cada ano é feito um “arquivo morto” de processos com a documentação expirada, deixando ativos os que deram entrada no último ano. Muitos desses processos são abertos pelo interessado, mas não têm continuidade – o cidadão desiste no meio do caminho, a documentação expira.

Os registros a seguir dizem respeito à expressão de profissionais da SEMAM como contribuição a este diagnóstico: “Na gestão ambiental e na administração pública como um todo, em Teresina, o tratamento dos processos constituem problemas estruturais de longa data. Dentre os processos, 30% têm origem e são finalizados no âmbito da SEMAM; os outros 70% têm origem em outros órgãos, tramitam pela SEMAM e retornam à sua origem. Muitos deles não são afetos à Secretaria e sim a outras esferas como, por exemplo, as questões de engenharia sanitária, em nível nacional, estadual ou municipal. Há uma interface não resolvida entre o licenciamento ambiental e a licença para construir ou a concessão de Habite-se, esta pertinente à legislação urbanística e não à legislação ambiental, mas essas situações se confundem. E, com este problema interno à Administração Municipal, a população também é prejudicada, se confunde e não sabe a quem se dirigir”.

Quanto ao monitoramento e à fiscalização ambiental, tem-se que nas Gerências que “Todos fiscalizam, inclusive o Gerente. Não há capacitação específica”. As Gerências, neste caso, atuam a partir de denúncias, seja por meio do serviço “Fala Teresina”, por meio da Ouvidoria da SEMAM ou diretamente na linha telefônica da própria Gerência, ou mesmo diretamente pelo Ministério Público. Os autos de infração são assinados, por vezes, pelos fiscais que não têm credenciamento. Fiscais de outras Gerências das SDU podem ser chamados, tendo em vista a validade da notificação. Assim se expressa um Gerente: “Muitas vezes as denúncias são motivadas por brigas de vizinhos, e o processo é aberto mesmo sem a certeza de que o problema é realmente de natureza ambiental, e não social. Temos vários exemplos disso”.

Outro ponto de destaque do diagnóstico realizado com vistas ao fortalecimento da gestão de meio ambiente municipal foi no que se refere aos Cadastros e Estudos Ambientais. Os insumos técnicos, a partir de estudos, pesquisas, cadastros e banco de dados gerenciais sobre o município de Teresina não se encontram disponíveis e não são, via de regra, consultados no dia a dia do trabalho gerencial e técnico/operacional da SEMAM. Alguns temas mais prementes são, por vezes, tratados pela reduzida equipe técnica disponível, como foi o caso recente do Levantamento para Caracterização dos Parques Municipais afetos à Secretaria.

Tal realidade não significa, necessariamente, a ausência de tais insumos (numa cidade como Teresina, onde estão instaladas Entidades de Pesquisa e Universidades públicas e privadas), mas denota a falta de acesso à informação e a sua dispersão. Também a já citada ausência de uma equipe multidisciplinar qualificada para a gestão ambiental, o acúmulo de tarefas do dia a dia (o apagar de incêndios), as dedicações de grande tempo para atividades burocráticas, dentre outros fatores, aumentam a carência e a utilização de informações técnicas essenciais.

Alguns cadastros são exigidos por força de instrumentos legais em vigor como básicos para a gestão ambiental não se encontram elaborados, dentre eles: 1. Cadastro Técnico Municipal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais; 2. Cadastro Técnico Municipal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental; 3. Cadastro de Profissionais e Empresas Prestadoras de Serviços de Consultoria Ambiental

Sob esse mesmo prisma, a SEMAM carece também de orientações técnicas a serem repassadas aos cidadãos interessados e às empresas consultoras encarregadas da elaboração de estudos ambientais, principalmente os estudos prévios e os Estudos de Impacto Ambiental e respectivos relatórios (EIA/RIMA) exigidos para licenciamento de empreendimentos diversos, como definido na Resolução CONAMA n.º 237/1997 e a política municipal de meio ambiente. Sem descrição e especificação das exigências para o estudo e, mais uma vez, com carência de uma equipe técnica qualificada, a SEMAM se vê prejudicada tanto na orientação para realização dos estudos, quanto da competência técnica para analisar e aceitar os estudos elaborados e a ela apresentados para

validação. Neste sentido, também o Cadastro de Profissionais e Empresas de Consultoria Ambiental viria possibilitar um processo de pré-seleção e pré-qualificação, tendo em vista a qualidade e adequação dos estudos ambientais a desenvolver.

a) Principais Pontos Críticos Levantados

O diagnóstico da atual situação da gestão ambiental no município de Teresina apontou problemas e carências de naturezas diversas, cuja solução constitui desafio para o poder público local, em sintonia com as instâncias estadual e federal de governo e com os segmentos sociais teresinenses. Considerando a abertura proporcionada no âmbito do Programa Lagoas do Norte, tais desafios têm o Programa de Fortalecimento da Gestão Ambiental – PFGA como oportunidade ímpar para a promoção de investimentos na direção apontada.

Os principais pontos críticos apontados pelo diagnóstico citado encontram-se itemizados a seguir.

a.1) Política Municipal de Meio Ambiente e o Arcabouço Legal para a Gestão Ambiental

- Política Municipal do Meio Ambiente - Lei n.º 2.475/1996 – desatualizada, não condizente com o cenário atual do setor;
- Legislação decorrente necessitando ajustes e atualização.

a.2) Conselho Municipal de Meio Ambiente – COMDEMA como Instrumento da Política de Meio Ambiente

- O COMDEMA, em sua configuração atual, encontra-se fragilizado, apresentando lacunas e incoerências entre os instrumentos legais que o regulam, desarticulação entre os membros, falta de quórum nas Reuniões, em que pese as suas competências relevantes como instrumento da Política Municipal de Meio Ambiente e como mecanismo de participação social;
- Critérios de composição do Conselho desatualizados, diante das mudanças na configuração da rede de agentes ambientais e organizações e entidades públicas e privadas hoje atuantes no município de Teresina;
- Condições vigentes – estrutura, organização, local de instalação, assessoria administrativa, dentre outras – insuficientes para o funcionamento eficaz do Conselho.

a.3) SEMAM Enquanto Organização Municipal da Administração Direta

- Mudanças sucessivas na configuração do órgão gestor do meio ambiente e nos órgãos municipais correlatos, fragilizando a SEMAM e instalando clima de instabilidade e desempenho insuficiente;
- Descentralização da gestão ambiental por meio das Gerências Regionais de Meio Ambiente implantada sem as condições organizacionais e estruturais necessárias, gerando problemas funcionais, principalmente para atendimento das funções de fiscalização e licenciamento ambiental;
- Falta de clareza e objetividade, imprecisão e incompletude do texto legal da Lei n.º 3.616/2007, que recria a SEMAM, no que se refere às finalidades, competências e princípios de organização e funcionamento do órgão gestor ambiental; falta de coerência entre o texto legal e outras leis correlatas;

- Lei de criação não regulamentada após sete anos de sua promulgação; ausência de Regimento Interno, que estabeleça com clareza a estrutura e as bases de funcionamento da SEMAM, bem como as atribuições e quadro de pessoal de suas unidades;
- Desenho organizacional da SEMAM impreciso e inadequado para atendimento às necessidades atuais e futuras.

a.4) Funcionamento das Gerências de Meio Ambiente, o Licenciamento, o Monitoramento e a Fiscalização Ambiental

- Carências comuns às quatro Gerências Regionais de Meio Ambiente, evidenciando:
 - Inexistência, imprecisão e dispersão dos conteúdos normativos pertinentes às GMA em diferentes instrumentos legais, repercutindo com intensidade na qualidade e eficácia dos serviços de licenciamento e fiscalização ambiental;
 - Adoção de critérios para licenciamento ambiental e exigência de documentação díspar entre as GMA;
 - Falta de informações sistematizadas e não utilização de recursos de geoprocessamento;
 - Tramitação manual de processos nas GMA, gerando acúmulo de trabalho e dificuldades na sua localização;
 - Relatórios estatísticos periódicos elaborados sem auxílio de sistema informatizado;
 - Acúmulo de processos em tramitação, com objeto nem sempre pertinente à GMA;
 - Processos arquivados por desistência do interessado;
 - Não há capacitação específica para exercício da fiscalização e do licenciamento;
 - Instalações físicas, equipamentos de escritório e de campo e composição das equipes como grandes entraves à qualidade dos serviços prestados pelas GMA.

a.5) Gestão do Meio Ambiente no Território Rural do Município

- Gerência de Meio Ambiente voltada para a área rural do município extinta quando da recriação da SEMAM, em 2007;
- Dispersão dos serviços de licenciamento de empreendimentos e fiscalização do meio ambiente rural entre as Gerências Regionais de Meio Ambiente existentes;
- Aumento crescente da demanda de licenciamento e fiscalização rural, em função da implantação de loteamentos residenciais em áreas que se consolidam como urbanas, da demanda significativa para empreendimentos agropecuários, da utilização de águas subterrâneas, e das iniciativas de tratamento e reciclagem de resíduos sólidos;
- Falta de definição de parâmetros e normas para licenciamento e fiscalização ambiental em áreas rurais.

a.6) Sistema de Informações Geográficas

- Pouca ou nenhuma demanda ou utilização pela SEMAM de recursos de informações geográficas, dada a pequena disponibilidade, da falta de hábito ou de preparo técnico das equipes para tanto;

- Ausência das condições necessárias para análise dos estudos ambientais apresentados pelos interessados em licenciamento ambiental por falta de informações técnicas confiáveis, inclusive de informações georreferenciadas, necessárias para aferição da fidedignidade dos dados apresentados.

a.7) Educação Ambiental

- Necessidade de definição de uma política e de diretrizes atualizadas e de orientações, princípios e normas técnicas relativas à prática da educação ambiental continuada, que reflita resultados duradouros;
- Existência de esforços isolados por parte de diferentes organismos públicos e não governamentais voltados para ações de educação ambiental, carecendo da construção de uma rede de agentes que atuem de forma integrada e colaborativa, sob a coordenação da SEMAM;
- Ausência de um plano de educação ambiental continuada, revisto e atualizado anualmente, elaborado e executado em parceria com agentes internos e externos à administração municipal, acompanhado e avaliado periodicamente.

a.8) Comunicação, Transparência e Acessibilidade

- Falta de canais de comunicação via Internet para uso institucional e operacional, incluindo a divulgação de informações, interação com os cidadãos interessados e outros, com destaque para o marketing e para a educação ambiental;
- Serviço de Ouvidoria da SEMAM sem capacidade operacional para acolher sugestões, reclamações e solicitações, bem como dar retorno aos cidadãos;
- Inexistência de meios de comunicação eletrônica com os cidadãos para as situações de licenciamento e fiscalização;
- Inexistência de um Plano de Comunicação Social para a Gestão Ambiental.

a.9) Gestão dos Parques Municipais

- A gestão ambiental dos parques urbanos é tema recente na SEMAM, alvo de planejamento e de previsão de recursos no PPA;
- Uma política municipal setorial, os instrumentos legais e normativos pertinentes, os respectivos planos de manejo, os equipamentos e outros insumos materiais, a força de trabalho, dentre outros quesitos, são condições necessárias mas ainda incipientes para a efetiva atuação da SEMAM, em rede com outros órgãos municipais, na gestão ambiental dos parques urbanos municipais.

a.10) Cadastros e Estudos Ambientais

- Os insumos técnicos, a partir de estudos, pesquisas, cadastros e banco de dados gerenciais sobre o município de Teresina não se encontram disponíveis e não são, via de regra, consultados no dia a dia do trabalho gerencial e técnico/operacional da SEMAM;
- A carência de uma equipe multidisciplinar em número e qualificação para a gestão ambiental, o acúmulo de tarefas do dia a dia (o apagar de incêndios), a dedicação de grande tempo para atividades burocráticas, dentre outros fatores, aumenta a carência e a utilização de informações técnicas essenciais;

- Inexistência de Cadastros essenciais à gestão ambiental exigidos por força de instrumentos legais em vigor, dentre os quais:
 - Cadastro Técnico Municipal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais;
 - Cadastro Técnico Municipal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
 - Cadastro de Profissionais e Empresas Prestadoras de Serviços de Consultoria Ambiental.
- Carência de orientações técnicas a serem repassadas aos cidadãos interessados e às empresas consultoras encarregadas da elaboração de estudos ambientais, principalmente os estudos prévios e os Estudos de Impacto Ambiental e respectivos relatórios (EIA/RIMA) exigidos para licenciamento de empreendimentos diversos.

a.11) Gestão de Pessoas – Ponto Crítico Relevante para Fortalecimento da SEMAM

- A composição da força de trabalho que hoje atua na gestão do meio ambiente no município de Teresina nos níveis gerencial, técnico, operacional e administrativo e, em especial, as características do quadro de pessoal da SEMAM, em termos quantitativos e qualitativos, constitui ponto crítico relevante a ser enfrentado para o fortalecimento institucional do setor, consideradas as necessidades atuais e futuras;
- A composição das equipes de trabalho e o seu posicionamento perante suas responsabilidades funcionais são fortemente resultantes da indefinição e inadequação da atual estrutura da SEMAM e da falta de definição das atribuições específicas das unidades organizacionais;
- Não cumprimento de diversas competências legais da SEMAM consideradas essenciais em função da ausência de pessoal qualificado para tanto, principalmente para cargos de natureza técnica;
- Indefinição dos cargos e dos perfis requeridos dos ocupantes dos diferentes postos de trabalho;
- A função de fiscalização do meio ambiente é exercida, via de regra, por servidores não qualificados e sem credencial específica para tanto;
- O quadro de pessoal da SEMAM atualmente é composto integralmente por ocupantes de cargos de confiança e funções gratificadas; os poucos funcionários efetivos da Administração Municipal são cedidos por outros órgãos, o que provoca rotatividade excessiva;
- Para complementação da força de trabalho, pratica-se, na SEMAM, a contratação de estagiários e de terceiros, principalmente para funções administrativas junto à sede e às Gerências de Meio Ambiente, com pessoal nem sempre qualificado ou capacitado para as atividades que exercem;
- Os salários praticados na SEMAM não são atrativos e tendem a ser inferiores aos de outras Secretarias Municipais, consideradas funções semelhantes;
- As oportunidades de capacitação e aperfeiçoamento do quadro de pessoal da SEMAM têm sido ínfimas ao longo do tempo, seja para o nível gerencial, técnico, operacional ou administrativo.

a.12) Equipamentos, Mobiliários e Ferramentas Disponíveis na SEMAM

- Insuficiência, em número e estado de conservação dos equipamentos disponíveis para as funções técnicas, administrativas e operacionais - de escritório e de campo;
- Mobiliário via de regra em mau estado de conservação, não padronizado e qualidade insuficiente, tanto para atendimento à situação atual quanto futuras, de fortalecimento da SEMAM e de expansão do quadro de pessoal.

a.13) Instalações Físicas

- As instalações físicas atuais da SEMAM deixam a desejar quanto à adequação, ao estado de conservação, à localização e à funcionalidade;
- A Sede da SEMAM, ainda que se localize em meio ao ambiente natural do Parque da Cidade, não se adequa às atividades ali desenvolvidas pelos gestores, técnicos e pessoal administrativo da Secretaria;
- A divisão dos ambientes permanece como originalmente concebida, levando ao desperdício de espaços e à concentração de equipes em áreas diminutas. A edificação principal encontra-se em mau estado de conservação, apresentando desgaste de materiais e sujeira; são precárias as instalações elétricas e hidráulicas;
- O entorno da Sede apresenta-se mal cuidado e inadequado, como é o caso do acesso principal e das áreas utilizadas aleatoriamente como estacionamento;
- A Casa de Pedra, patrimônio sob a guarda da SEMAM, hoje quase integralmente utilizada pela equipe da Agenda 2030 – Teresina, necessita providências para sua conservação e, principalmente, revisão da distribuição dos espaços disponíveis;
- As instalações prediais onde hoje funcionam as Gerências de Meio Ambiente constituem ponto crítico a ser enfrentado com urgência pela SEMAM.

Sobre a equipe da SEMAM de acordo com dados de abril de 2014 fornecidos pela Divisão de Pessoal a força de trabalho atual da Secretaria, constante no quadro abaixo, envolve desde o secretário, técnicos de nível superior e pessoal administrativo, zeladores e motoristas um efetivo de não mais do que 50 funcionários.

UNIDADE / CARGO	Nº	OBSERVAÇÕES
Secretário Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos	1	
Secretária do Secretário Municipal	1	Atua também na recepção da SEMAM
Secretário Executivo de Meio Ambiente e Recursos Hídricos	1	
Chefe de Gabinete	1	Atendendo o Secretário e o Secretário Executivo
Gerente Administrativo	1	
Técnicos de apoio administrativo	3	
Chefe da Divisão de Finanças	1	Ocupante de cargo em comissão vinculado ao Gerente Administrativo. Trabalha no setor de almoxarifado.
Chefe da Divisão de Recursos Humanos	1	Ocupante de cargo em comissão que trabalha no apoio técnico, vinculado ao Gerente Administrativo
Chefe de Patrimônio	1	Ocupante de cargo em comissão. Trabalha na área de recursos humanos e nos setores de protocolo e recepção, vinculado ao Gerente Administrativo.

UNIDADE / CARGO	Nº	OBSERVAÇÕES
Gerente de Planejamento	1	
Chefe de Divisão de Planejamento	1	Funcionário efetivo da Administração Municipal lotado em outro órgão.
Atendente de ouvidoria	1	Ocupante de cargo em comissão. Acumula, além do atendimento em ouvidoria, responsabilidades quanto ao secretariado do Secretário da SEMAM.
Secretário do COMDEMA	1	
Coordenador em educação ambiental	1	
Chefes de Divisão (Educação Ambiental)	4	
Vigias	6	Funcionários efetivos da Administração Municipal
FUNCIONÁRIOS LOTADOS NAS GERÊNCIAS DE MEIO AMBIENTE		
GERÊNCIA DE MEIO AMBIENTE CENTRO-NORTE		
Gerente Executivo	1	
Chefe de Licenciamento Ambiental	1	
Chefe de Monitoramento Ambiental	1	
Apoio Técnico Administrativo	4	1 afastado por motivo de saúde e outro em vias de aposentadoria
Fiscalização Ambiental	2	Trabalham em conjunto com os chefes de licenciamento e de monitoramento ambiental
GERÊNCIA DE MEIO AMBIENTE SUL		
Gerente Executivo	1	
Chefe de Licenciamento Ambiental	1	
Chefe de Monitoramento Ambiental	1	
Apoio Técnico Administrativo	1	Cedida por outro órgão da Administração Municipal
Fiscalização Ambiental	3	Trabalham em conjunto com os chefes de licenciamento e de monitoramento ambiental, sendo um em vias de aposentadoria
GERÊNCIA DE MEIO AMBIENTE LESTE		
Gerente Executivo	1	
Chefe de Licenciamento Ambiental	1	
Chefe de Monitoramento Ambiental	1	
Fiscalização Ambiental	2	Cedidos de outro órgão da Administração Municipal. Trabalham em conjunto com os chefes de licenciamento e de monitoramento ambiental,
GERÊNCIA DE MEIO AMBIENTE SUDESTE		
Gerente Executivo	1	Não conta com pessoal para apoio técnico administrativo ou para fiscalização ambiental.
Chefe de Licenciamento Ambiental	1	
Chefe de Monitoramento Ambiental	1	

Quadro 4 - QUADRO DE PESSOAL DA SEMAM - MARÇO DE 2014.

* O Núcleo Financeiro da SEMAM, vinculado à Secretaria Municipal de Finanças – SEMF, conta com uma funcionária que trabalha sob a coordenação do Gerente Administrativo.

Conclui-se que um dos objetivos do PLN II é reverter a situação da gestão ambiental contribuindo para melhoria técnica e operacional da SEMAM e assim fortalecendo a gestão do próprio Programa com reflexos positivos sobre a gestão territorial e ambiental da cidade.

ANEXO 5 – MANUAL AMBIENTAL DE CONSTRUÇÃO

As recomendações constantes deste manual deverão integrar os editais de contratação de obras que integram o Programa Lagoas do Norte II.

1. Planejamento para execução das obras

Contratação de Pessoal

- Durante o cadastro e seleção de pessoal, deverá ser dada prioridade aos trabalhadores da região da área de influência do empreendimento;
- As informações quanto ao cadastramento de pessoal, deverão ser claras, quanto ao tipo de serviço oferecido, número de vagas por categoria, grau de instrução e temporalidade das obras, o que evitará que um grande número de interessados se desloquem para o local, sem que preencha os requisitos necessários.
- Os responsáveis pela obra deverão passar aos trabalhadores informações corretas sobre o empreendimento, em especial no que se refere a temporalidade dos serviços.
- Quanto às adversidades diretas aos trabalhadores na obra, recomenda-se o cumprimento das normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho, especificamente quanto a proteção do trabalhador e do ambiente de trabalho.

Adoção de Normas de Segurança no Trabalho

A empreiteira deverá dar palestras ilustrativas, educando os operários a seguirem regras rigorosas de segurança, esclarecendo-os sobre os riscos a que estão sujeitos e estimulando o interesse destes pelas questões de prevenção de acidentes. Tal medida visa evitar não só prejuízos econômicos, como também a perda de vidas humanas. Cuidados a serem adotados:

- Munir os operários de ferramentas e equipamentos apropriados a cada tipo de serviço, os quais devem estar em perfeitas condições de manutenção de acordo com as recomendações dos fabricantes;
- Dotar os operários de proteção apropriada (capacetes, cintos de segurança, óculos, luvas, botas, capas, abafadores de ruídos, etc.), e tornar obrigatório o seu uso;
- Instruir os operários a não deixarem ferramentas em lugares ou posições inconvenientes, advertindo-os que o local correto é o almoxarifado, até mesmo durante a hora do almoço;
- Evitar o mau hábito de deixar tábuas abandonadas sem lhes tirar os pregos. São comuns os registros de problemas de saúde, devido infecção por tétano;
- Zelar pela correta maneira de transportar materiais e ferramentas;
- Evitar o uso de viaturas com os freios em más condições ou com pneus gastos além do limite de segurança;
- Atentar para a segurança com os pedestres nas áreas em que a obra se desenvolver próximo a residências, cercar todas as valas em que a situação local exigir, utilizando passarelas para as residências e sinalização noturna adequada;

- Alertar sobre os riscos de fechamento do escoramento das valas escavadas na área podendo ocorrer soterramento, com perdas de vidas humanas;
- Advertir quanto ao possível solapamento dos taludes em valas cheias d'água, podendo ocorrer danos ao trabalhador;
- Sinalização noturna a ser feita nas cabeceiras das valas e ao longo destas;
- Colocar placas e cavaletes de aviso a fim de evitar acidentes com veículos;
- Efetuar a estocagem de material e de ferramentas nos depósitos de tal maneira que permita a perfeita circulação no almoxarifado, sem se contundir. Deve-se evitar ferramentas sobrando das prateleiras e quando isso for impossível, deve-se adotar uma precaução mínima de segurança através de placas, bandeiras ou qualquer outro sinal indicativo;
- Estabelecimento de sinalização de trânsito nas áreas de aproximação das obras, nas vias de acesso e nos pontos de intersecção com outras vias.

A empreiteira deve manter os operários sempre vacinados contra doenças infecciosas, tais como tétano e febre tifoide. E alertá-los a efetuarem, após o serviço, a higiene pessoal com água e sabão em abundância, como forma de combater as dermatoses. Deve, também, efetuar um levantamento prévio das condições da infraestrutura local do setor saúde, de modo a agilizar o atendimento médico dos operários, no caso de ocorrerem acidentes. Deve, ainda, promover treinamentos sobre o uso e o manuseio de explosivos quando forem utilizados em obras, além de adotar os procedimentos preconizados pelo Ministério do Exército para armazenamento e manipulação desses materiais. Além disso, por ocasião da detonação de explosivos devem ser respeitados os horários de silêncio, avisar a população através do uso de sirenes e bandeirolas, interditar estradas e estabelecer um perímetro de segurança mínimo entre o local dos desmontes e pontos vulneráveis.

Aquisição de Materiais e Equipamentos

Para esta ação são propostas medidas de caráter preventivo e corretivo sendo de responsabilidade da empresa executora da obra.

- Procurar adquirir substância minerais (pedras, areias e argilas) de mineradores que possuam áreas legalizadas quanto aos aspectos minerário e ambiental, e que desenvolvam planos de controle ambiental em seus empreendimentos, evitando adquirir materiais pétreos provenientes de lavras clandestinas.
- Utilizar sempre que possível material de construção civil procedente do município de Teresina, assegurando o retorno econômico para a região.
- Recuperar as superfícies degradadas, durante a mobilização de equipamentos pesados para a área de influência direta do projeto. Considerando-se que alguns equipamentos provocam instabilidade das superfícies das vias públicas, principalmente daquelas que se encontram em leito natural, deve-se fazer investigações para identificar a ocorrência de processos degradantes, visando a tomada de decisões em tempo hábil.
- Fazer o controle de erosão e assoreamento, nas vias de acesso em leito natural utilizadas durante a ação.

Sinalização de Vias Públicas e Desvios de Tráfego

A fase de implantação das obras de sistemas de saneamento, sobretudo da rede de distribuição e da rede coletora, requer a abertura de valas nas calçadas e ao longo das ruas, provocando a interrupção total ou parcial do trânsito de veículos. Visando causar, o mínimo possível de inconvenientes à população local, inclusive às atividades comerciais e de serviços, recomenda-se a implementação de sinalização adequada e de desvios temporários de tráfego. A presente medida deverá ser efetivada pela empreiteira, sempre levando em conta as orientações do DETRAN – Departamento de Trânsito.

- A sinalização deve advertir o usuário da via pública quanto a existência da obra, delimitar seu contorno, bem como ordenar o tráfego de veículos e pedestres.
- A sinalização deverá compreender dois grupos de sinais, quais sejam: sinalização anterior à obra e sinalização no local da obra.
- A sinalização anterior à obra deverá advertir aos usuários da via sobre a existência das obras, desvios de tráfego e ainda canalizar o fluxo de veículos e pedestres de forma ordenada.
- A sinalização no local da obra deverá caracterizar a obra e isolá-la com segurança do tráfego de veículos e pedestres. Para tanto deverão ser utilizados tapumes para o fechamento total da obra, barreiras para o fechamento parcial da obra, grades de proteção, e sinalização para orientação e proteção dos pedestres.
- Sinalização complementar deverá ser colocada, visando auxiliar o conjunto de sinais convencionais, destacando-se placas de desvio de tráfego, placas de fechamento de vias, indicação de obras nas vias transversais, atenção à mão dupla, devendo todas estas placas indicarem a distância em metros até a obra.
- Colocar dispositivos, sempre boas condições de uso, em pontos estratégicos de grande visibilidade destinados a proteger operários, transeuntes e veículos durante a execução das obras.
- Ao final das implantações de trechos da obra ou da obra total, todos os dispositivos de sinalização utilizados deverão ser recolhidos do local.

Limpeza da Área

A ação de limpeza do terreno é de curta duração, sendo as medidas mitigadoras de caráter preventivo, cuja duração é equivalente a execução da referida ação. A adoção das medidas deverá ficar a cargo da empresa executora da obra.

- Realizar esta operação somente quando forem ser iniciadas as obras de construção civil, uma vez que o terreno se constitui de materiais arenosos, susceptíveis a erosão.
- A limpeza do terreno deverá ser executada somente dentro da área do projeto.
- As reservas que constituem áreas de interesse ambiental, localizadas no entorno da área do empreendimento devem ter seus componentes bióticos e abióticos preservados.
- Sempre que possível conservar a cobertura vegetal de médio a grande porte que ocorre nas margens das lagoas e vias públicas.
- Durante os trabalhos evitar acidentes que possam comprometer a cobertura vegetal das áreas de entorno, como incêndios, derramamento de óleos e disposição de

materiais incompatíveis (entulhos de construção).

- Com relação a incêndios, o responsável pela obra deverá manter os operários preparados para o combate a incêndios, no sentido de evitar perdas da cobertura vegetal da área de entorno (quando próxima a reservas).
- É recomendável, sempre que possível, a execução desta ação de limpeza da área, de forma manual, entretanto, se for realizada de forma mecanizada, deverá ser feita previamente manutenção e regulação dos equipamentos, visando evitar emissão abusiva de ruídos e gases, bem como o derramamento de óleos e graxas.
- Evitar a incineração dos restos vegetais.
- Os trabalhadores envolvidos com a operação deverão utilizar equipamentos de proteção individual compatíveis com os trabalhos a serem executados.

Escavações e Movimentação de Terra

- Dispor ordenadamente as pilhas dos materiais escavados nas valas e reutilizar ao máximo o material escavado como re-aterro.
- Fazer o lançamento das águas escoadas das valas pelo sistema de rebaixamento do lençol, através de tubulações até a caixa coletora de drenagem pluvial mais próxima, não deixando escoar água pela via pública.
- Quando da utilização de materiais carregáveis pelos ventos ou águas pluviais (se a obra ocorrer durante o período chuvoso), deve-se sempre que possível fazer a umectação do material ou preparar as misturas em ambientes fechados.
- Não armazenar tubulações no local da obra, devendo as mesmas somente ser deslocadas para o local, quando de sua utilização efetiva e tamponar cada extremidade de trecho de tubulação instalado, para evitar a entrada de materiais ao interior dos tubos.
- Nos locais onde ocorrerão escavações e movimentações de terra, a população deverá ser informada antecipadamente, o que poderá ser feito através de placas colocadas no local, informando sobre o início e a conclusão da ação.
- Os equipamentos utilizados durante a ação deverão ser regulados frequentemente para evitar a emissão abusiva de ruídos e poeiras.
- Os trabalhos que possam gerar ruídos devem ser executados em período diurno, devendo-se evitar domingos e feriados, como forma de minimizar os incômodos à população.
- Os materiais terrosos extraídos das escavações deverão ficar expostos nas adjacências do local escavado, entretanto, atenção especial deverá ser dada quanto a disposição deste material no sentido de facilitar a operacionalização da obra, bem como de obstruir o mínimo possível as vias públicas, visando facilitar a movimentação de moradores locais.
- Todo o material resultante das escavações deverá ser mantido na área, para manejo após a locação das tubulações, contudo, após regularizar topograficamente dos locais escavados, o excedente deverá ser transportado para áreas de aterro.
- Sempre que os terrenos a serem escavados se mostrarem instáveis, deverá ser feita a proteção do local com a colocação de escoras.
- As áreas em atividade deverão ser vigiadas no período noturno e nas horas de descanso com o objetivo de evitar acidentes com estranhos, principalmente crianças.

- Os serviços de escavação deverão ser acompanhados e orientados por nivelamento topográfico, o que deverá prevenir a retirada de material além do necessário.
- A área de bota-fora deverá ser autorizada pelo município, ressalvando-se o uso de áreas já utilizadas anteriormente para recebimento desses rejeitos.

Montagem das Tubulações

- A disposição dos canos e manilhas nos setores que serão trabalhados, deverá ser feita em período imediatamente precedente a montagem da tubulação, pois a exposição destes materiais por muito tempo na área poderá causar depreciação do próprio material, bem como poluição visual ou ainda acidentes com pessoas.
- Durante a ação os trabalhadores deverão utilizar equipamentos de proteção individual, o que deverá mitigar os acidentes de trabalho.
- Esta ação deverá ter acompanhamento técnico permanente, posto que, estas obras ficarão em sub-superfície, o que dificultará a correção de falhas e reparos no arranjo instalado.

2. Durante a execução das Obras

Canteiro de Obras

A escolha do local para implantação do canteiro de obras e dos alojamentos deverá ser feita considerando alguns aspectos: (i) o local deve ser de fácil acesso, livre de inundações, ventilado e com insolação adequada; (ii) o desmatamento deverá ser mínimo, procurando-se preservar as árvores de grande porte; (iii) dever-se-á escolher locais onde não serão necessários grandes movimentos de terra (aplainamento) (iv) na instalação da usina de concreto e da central de britagem, se for o caso, levar em conta a direção dos ventos dominantes no caso do canteiro de obras se situar próximo a núcleos habitacionais; (v) adotar as normas do Exército na localização de paióis de armazenamento de explosivos.

As edificações do Canteiro deverão dispor das condições mínimas de trabalho e habitação, tais como: (i) ventilação e temperatura adequadas; (ii) abastecimento de água potável, sendo que devem ser utilizados filtros e a cloração da água com hipoclorito; (iii) instalações sanitárias adequadas, com a destinação dos dejetos para fossas; (iv) destinação adequada para lixo (enterramento); (v) medicamento para primeiros socorros.

Após o término das obras, a área ocupada pelo mesmo deverá ser alvo de tratamento paisagístico, através da regularização do terreno e do reflorestamento com gramíneas e espécies vegetais nativas.

Na infraestrutura de esgotamento sanitário do canteiro de obras, caso não se disponha de rede coletora próxima, deve ser adotado o uso de fossas sépticas, as quais devem ser localizadas distantes dos cursos d'água e de poços de abastecimento de água, a fim de se evitar a poluição dos mesmos. É permitida o uso de banheiros químicos desde que realizada a devida manutenção.

Áreas de Empréstimo

As obras de empréstimo a serem porventura exploradas para a construção de unidades do sistema devem ser feitas de forma gradativa, à medida que se necessitar do material. Com isso evitam-se desmatamentos, com a consequente exposição do solo a processos erosivos, de extensas áreas às vezes desnecessárias.

É preciso normatizar e orientar a utilização e a recuperação das áreas de exploração de material de empréstimo e promover a recuperação das áreas que se encontram degradadas ou que forem devastadas pela realização das obras.

Com o intuito de reduzir ao mínimo o carreamento de sedimentos para as áreas circunvizinhas às jazidas, evitando assim turbidez e assoreamento dos cursos d'água, deve ser implementado um sistema de drenagem, antes da operação das mesmas, que possibilite a retenção destes sedimentos dentro da área das jazidas.

Todos os sistemas de encostas tais como taludes das frentes de lavras, das encostas marginais, dos locais de deposição de rejeitos e dos cortes de estradas, devem ser protegidos, desviando-se as águas por meio de canaletas.

Devem também ser abertas canaletas circundando as áreas a serem mineradas, evitando com isso que águas pluviais de áreas vizinhas venham atingir as jazidas, carregando mais sedimentos.

Em relação a áreas mineradas, recomenda-se após o abandono das mesmas, através da regularização da superfície topográfica, o espalhamento do solo vegetal correspondente aos expurgos das jazidas e posterior reflorestamento com gramíneas e plantas nativas. Esse procedimento é sugerido como medida de proteção ambiental, o que cria condições bastante favoráveis para uma invasão da vegetação circunvizinha nativa, trazida pelos pássaros e animais.

Deverá ser promovida a recuperação de áreas que foram devastadas com a execução das obras.

Durante a realização das obras, as áreas desmatadas devem ser temporariamente cobertas com palhas, folhas, lascas de madeira, ou similares, de forma a protegê-las contra a erosão do solo.

Sempre que possível deve-se preservar os caminhos naturais de água. Se não, devem ser executadas obras corretivas, temporárias ou permanentes, de drenagem e acumulação da água, tais como: valetas, canais de escoamento, diques, terraços, bacias de retenção, etc. Essas obras objetivam evitar os estragos causados pelo escoamento descontrolado da água.

Estradas de Serviço

As estradas de serviço são abertas para uso provisório durante as obras, seja para permitir uma operação mais eficiente das máquinas e equipamentos de construção, seja para garantir o acesso a áreas de exploração de materiais de construção (água, cascalho, areia, pedra, etc.).

Uma vez que são feitas para uso provisório, é usual implantá-las com o menor dispêndio possível de recursos, economizando-se na largura da faixa, no movimento da terra, nas obras de transposição de talvegues, etc., o que também minimiza a extensão das alterações no ambiente.

O abandono dos caminhos de serviço, a partir do momento em que se tornam desnecessários, causa problemas que chegam a comprometer ou ameaçar até mesmo a obra que ajudaram a construir. Esses trechos de terra, desprovidos de cobertura vegetal e com relativa compactação, tornam-se caminhos preferenciais para o escoamento de águas superficiais, dando origem a erosões e voçorocas. As travessias de talvegues, sempre dimensionadas para cheias de baixos períodos de retorno, tornam-se impedimentos ao fluxo natural das águas superficiais. Em decorrência, as poças de água que ocorrem permitem e favorecem a proliferação de insetos e caramujos, veiculadores e/ou hospedeiros de doenças como a malária, dengue, esquistossomose, etc.

Para que sejam evitados esses problemas, duas diretrizes básicas devem ser seguidas. A primeira refere-se à localização e dimensão dessas obras de apoio, que devem ser projetadas com: o traçado evitando interferências com áreas de interesse ambiental e a fragmentação de habitats naturais; utilizando materiais de construção provenientes de jazidas que serão recuperadas ou locadas no interior da área de inundação (como as das obras principais); dispositivos de drenagem e de controle da erosão adequados. A segunda diretriz consiste na recuperação das condições originais de todos os trechos de terreno afetados pela construção de estradas de serviços, permitindo que as águas superficiais percorram seus trajetos naturais, sem impedimentos ou desvios.

No caso dessas estradas de serviço passarem a integrar a rede de estradas vicinais locais, devem ser tratadas como se fossem parte das obras principais, ou seja, re-planejadas e dotadas de todas as características que seriam exigidas normalmente para a implantação e manutenção de rodovias vicinais.

Bota-Foras Foras

De modo geral a formação ordenada de depósitos de estéril deve compreender os seguintes pontos básicos: (i) limpeza dos terrenos de fundação; (ii) colocação de uma camada de material drenante entre o terreno de fundação e a pilha; (iii) deposição do material em camadas com compactação pelos próprios equipamentos de transporte ou então convencionais de compactação; (iv) drenagem superficial das bermas e plataformas; (v) abertura de canais periféricos para evitar que águas de superfície drenem para o depósito; (vi) obedecer a geometria definida através de análises de estabilidade; (vii) no caso de materiais erodíveis, proteger os taludes com grama ou película de material impermeável.

A deposição dos rejeitos em locais adequados deve ser efetuada em curtos períodos de tempo, de forma a não atrapalhar o desenvolvimento dos trabalhos na exploração da jazida.

Controle de Ruído

O ruído e vibrações provenientes da operação de máquinas e equipamentos poderão ser minimizados com o controle à emissão de ruídos por motores mal regulados ou com manutenção deficiente. Os silenciadores dos equipamentos deverão receber manutenção rotineira para permanecer funcionando a contento. Deve ser evitado o trabalho no horário noturno (das 22 até as 7 horas).

Pátio de Equipamentos

Deverão ser estabelecidos critérios de filtração e recuperação de óleos e graxas de forma que os refugos ou perdas de equipamentos não escoem, poluindo o solo e sendo levados, principalmente na época de chuva aos cursos d'água.

Manejo de Resíduos Sólidos

No transporte de entulho e lixo, para evitar a perda do material transportado deve ser evitado o excesso de carregamento dos veículos, além de ser mantida uma fiscalização dos cuidados necessários no transporte, como em relação à cobertura das caçambas ou carrocerias dos caminhões com lona.

O tráfego de caminhões provoca a geração de poeira e ruídos, além de contribuir para deterioração das vias de acesso. Estes impactos deverão ser minimizados durante a operacionalização das tarefas de mineração e construção dos sistemas. O dimensionamento da carga ideal, a redução da velocidade de manobra e transporte de materiais definidos de acordo com as normas técnicas e respeitadas pelos motoristas, e ainda associadas a manutenção dos caminhões e uma sinalização de tráfego adequada, minimizarão estes impactos.

Existem formas de se reaproveitar o entulho como matéria-prima (agregado, ferragens) para novas construções e reformas. Dependendo de sua qualidade, o entulho pode ser usado como material de cobertura do aterro sanitário ou controlado da própria obra, como base ou sub-base de estradas ou na recuperação de áreas degradadas.

Deve haver um perfeito controle sobre o lixo gerado nos acampamentos de obras, sob pena de permitir a proliferação de vetores indesejáveis (ratos, répteis, mosquitos, etc.). O lixo dos acampamentos deve ser recolhido separadamente (orgânico/úmido e inorgânico/seco) para que possam ter destino final diferenciado. O lixo úmido deve ser enterrado em valas, intercalado com camadas de terra compactadas, sendo que a camada de recobrimento deve ser de no mínimo 60 cm. O lixo seco (papel, papelão, vidro, plástico, etc) deve ser encaminhado ao serviço de limpeza urbana do município mais próximo ou negociado com terceiros para a sua posterior reciclagem.

Sinalização das ETES, Elevatórias de Esgotos

A finalidade da presente medida é transmitir a população das áreas de entorno destes equipamentos normas específicas mediante legendas, com o objetivo de regulamentar e

advertir quanto aos perigos que estas infraestruturas representam, para evitar usos indevidos pela população.

Assim sendo, deverá ser adotado o uso de sinais de regulamentação com objetivo de notificar a população acerca das proibições que incidem sobre as áreas com a finalidade de advertir a existência de um perigo eminente e a natureza deste.

Tendo em vista a inexistência de um manual com normas padrão para sinalização de áreas com infraestrutura de saneamento, a exemplo do que ocorre com a sinalização de trânsito, pode-se adotar alguns padrões vigentes da NR-26 – Sinalização de Segurança, bem como no Manual de Sinalização Rodoviária do DNER. Tais padrões versam sobre tipos de cores e dimensionamentos dos sinais, caracteres tipográficos e materiais para confecção de placas e de postes de sustentação, entre outros.

Quanto a padronização das cores, todas as placas de regulamentação deverão ter fundo branco, letras pretas e tarja vermelha, enquanto que as placas de advertência deverão apresentar fundo amarelo, letras pretas e tarja preta. Todas as placas deverão ter verso preto.

As legendas a serem postas nas placas previstas variam de acordo com a classificação dos sinais quanto as suas funções de regulamentação e advertência.

Desmobilização do Canteiro de Obras

Todas as infraestruturas apresentadas para ser utilizada durante a construção das unidades dos sistemas deverão se relocados e removidos ao final da obra.

Para esta atividade deverão ser instrumentalizadas as etapas de remoção de acampamento de operários e equipamentos associados com depósitos de combustível (incluindo a camada de solo contaminada), equipamentos de oficinas e garagem de caminhões e tratores.

Durante e após a duração das obras pode ocorrer a degradação de uso do solo causados pela exploração de ocorrências de materiais de construção, abandono de áreas utilizadas em instalações provisórias, disposição inadequada de bota-fora de materiais removidos, falta de limpeza das áreas exploradas e/ou utilizadas em instalações. Diante disso não será permitido o abandono da área de acampamento sem recuperação do uso original; bem como o abandono de sobras de materiais de construção, de equipamentos ou partes de equipamentos inutilizados. Os resíduos de concreto devem ser acondicionados em locais apropriados, os quais devem receber tratamento adequado.

O tratamento paisagístico a ser dados às áreas dos caminhos de serviços, após a conclusão das obras, consiste em espalhar o solo vegetal estocado durante a construção dos mesmos, regularizar o terreno e reflorestar com gramíneas e espécies nativas.

3. Plano de Controle e Recuperação das Áreas das Jazidas de Empréstimo

Processos de Desmate, Decapeamento, Escavação, Etc.

As atividades de extração deverão ser acompanhadas de um plano de controle ambiental visando a manutenção da qualidade ambiental da área e a compensação e atenuação das adversidades geradas. É importante ainda considerar na concepção do plano de controle ambiental para as jazidas de empréstimo, que as cavas a serem formadas ficarão, em média, com 1,5 m de profundidade.

Desmatamento das áreas a serem exploradas (limpeza do terreno)

- A cobertura vegetal deverá ser removida somente na faixa prevista para a execução do decapeamento do estéril e em período precedente a esta operação, de forma que logo após o desmatamento ocorra o decapeamento. A retirada da vegetação deverá ocorrer a medida que for havendo necessidade de se explorar cada jazida;
- Evitar o desmatamento de todas as jazidas em um mesmo período;
- Delimitar previamente a área a ser desmatada, podendo-se utilizar piquetes de madeira ou outro tipo de marco que possa servir como elemento de demarcação;
- Respeitar as áreas de interesse ecológico (Área de Controle Ambiental e de Preservação Permanente);
- Evitar a queima da cobertura vegetal, encontrando destino para os troncos vegetais que forem cortados e estocar quando possível os restolhos vegetais juntamente com o solo para utilização na reabilitação de setores degradados fora da bacia hidráulica;
- Compensar o desmatamento com o plantio de uma cortina de proteção de contato às margens de acesso principal à área da barragem e promover a densidade florística da faixa de preservação permanente do açude.

Decapeamento do estéril

- Orientar os trabalhos de decapeamento em função da espessura do decapeamento de solo orgânico, que servirá para recobrimento das superfícies a serem recuperadas;
- Definir previamente a espessura do horizonte considerado como solo fértil, quando este existir, e fazer o manejo para as áreas delimitadas para a estocagem;
- O solo fértil removido, quando estocado, deverá ser conservado para uso nos setores degradados a serem reabilitados, podendo ser utilizado também na cobertura da superfície final do bota-fora;
- Nas jazidas de rocha deve-se evitar depositar materiais nos limites exteriores dos taludes, como também o estacionamento de máquinas, sem obedecer uma distância mínima no sentido de evitar acidentes.

Estocamento do solo

- Para a estocagem do solo, é recomendável fazer o depósito em local plano, formando pilhas regulares não superior a 2 metros de altura. No sentido de prevenir a erosão e o

carreamento de partículas mais finas, a base da pilha poderá ser protegida com troncos vegetais (do desmatamento da própria área) e toda sua superfície deverá ser recoberta com restolhos vegetais;

- Procurar não alterar as características do solo removido, evitando a compactação do material. O revolvimento periódico do solo irá facilitar o processo de aeração promovendo uma melhor atividade biológica, o que aumenta a sua fertilidade.

Deposição do estéril (Bota-fora)

- Promover as escavações das áreas das jazidas de solo como forma de recuperar a conformação do relevo, facilitando os trabalhos de recuperação das áreas degradadas;
- A superfície final das áreas de bota-fora deverão ficar com topografia suavemente inclinada em direção a bacia hidráulica.
- Implantar drenagem na superfície das áreas de bota-fora;
- Depositar o material em camadas compactando com o próprio equipamento de transporte, devendo-se alternar camadas de rejeito dos materiais terrosos com camadas de rejeitos do material rochoso;
- Colocar uma camada de material drenante (rejeito duas pedreiras) na superfície de fundação para evitar futuros problemas geotécnicos; e
- Compactar a superfície de forma a atenuar os processos de intemperismo e erosão.

Escavação

As escavações nas jazidas de solo e areia ficarão com uma profundidade média de 1,5m. Os materiais serão removidos mecanicamente, com uso de pá carregadeira.

- evitar o derramamento de materiais combustíveis na área da bacia hidráulica;
- fazer manutenção dos equipamentos evitando emissões de ruídos, gases e poeiras;
- sinalizar as áreas em operação;
- cercar as áreas em exploração para evitar acidentes com pessoas ou animais.
- a área da mineração deverá permanecer cercada com estacas de madeira e arame farpado, recomendando-se que para melhor definição de limites a extremidade das estacas sejam pintadas na cor vermelha ou azul, e que sejam feitas manutenção periódica do cercamento.
- colocar na área da extração de material uma placa indicativa informando a situação legal da atividade junto aos órgãos licenciadores;
- durante a operação da lavra, os trabalhadores deverão usar equipamentos de proteção individual (luvas, botas, capacetes e óculos de proteção);
- cabe a empresa executora da obra fazer cumprir as determinações contidas no Código de Mineração, na Consolidação das Leis Trabalhistas e nos demais dispositivos vigentes no País, no que se refere às condições insalubres de trabalho dos operários durante a utilização de equipamentos pesados;
- a manutenção periódica dos equipamentos utilizados nesta operação deverá atenuar os gases e ruídos emitidos abusivamente;

- as áreas e as instalações de risco potencial, assim como as frentes de lavra devem permanecer adequadamente protegidas e sinalizadas;
- para minimizar a poluição do ar e o impacto visual decorrente dos trabalhos de lavra é importante manter a vegetação no entorno da área de lavra e das faixas de controle ambiental;

Transporte do produto

- Durante o transporte dos materiais até a área da obra ou até os depósitos de estocagem de estéril, atenção especial deverá ser dada as estradas de acesso contínuo, procurando controlar a velocidade dos veículos;
- Não ultrapassar a carga máxima permitida por carrada;
- Recuperar os trechos deteriorados da estrada.
- Fazer o controle da manutenção e regulação periódica dos caminhões como forma de evitar emissões abusivas de ruídos e gases.
- Controlar a poeira durante a estiagem através da aspersão de água ou umectação no acesso dentro da área do projeto;
- Os ventos dissipam parcialmente as poeiras e gases, minimizando estes impactos;
- As estradas de acesso dentro da área do projeto devem receber sinalização adequada, compatível com a sinalização convencional de trânsito;
- Os veículos utilizados para manuseio do estéril e transporte do minério deverão ter velocidade controlada e sua manutenção deverá ser periódica.

Drenagem superficial

- Os trabalhos de drenagem superficial das áreas a serem exploradas se farão necessários somente se a operação ocorrer durante o período chuvoso, de forma que, o objetivo principal da drenagem superficial nesse caso será o de facilitar os trabalhos de exploração, uma vez que as áreas a serem exploradas ficarão submersas;
- Nas jazidas de solo, durante o período chuvoso, deverão ser abertas valetas de drenagem no entorno da área de exploração visando controlar o fluxo superficial para dentro da escavação;
- Na área de exploração de solo, o piso deverá ficar com superfície inclinada possibilitando a acumulação d'água e, apenas um setor;
- Valetas longitudinais devem construídas para condução das águas pluviais;
- As pilhas de bota-fora e de estoque de solo acumulado, devem ser protegidas, tanto em suas bases como na superfície. Deve colocar na base das pilhas troncos de madeiras e recobri-las com restolhos vegetais, evitando-se dessa forma o carregamento e transporte de sedimentos.

4. Recuperação das Áreas Degradadas

Para recuperação das áreas degradadas recomenda-se a aplicação de métodos físicos e biológicos, sendo que os métodos físicos deverão ser executados tão logo as áreas sejam exploradas, e, os métodos biológicos, deverão ser executados no início do período chuvoso.

Métodos físicos

- recomposição topográfica das áreas exploradas com a utilização do material de bota-fora estocado;
- modelagem dos terrenos, que deverão ficar com inclinação suavizada em direção a bacia hidráulica,
- compactação dos terrenos;
- recobrimento com camada superficial de solo orgânico, devendo a espessura da camada ser definida em função do volume estocado.

Métodos biológicos

Os métodos biológicos contam das operações de revegetação das áreas recuperadas topograficamente, quais sejam:

- Aquisição de mudas de espécies vegetais em estabelecimentos especializados. A encomenda destas mudas deverá ser feita, em período de no mínimo 60 dias antes do plantio, para que o produtor possa prepará-las adequadamente na quantidade desejada. A quantidade de mudas deve ser calculada em função da área superficial a ser reflorestada, considerando-se um espaçamento de 6,0 m de equidistância entre as plantas.
- A composição de espécies para o reflorestamento deverá incluir espécies pioneiras (de crescimento rápido), espécies leguminosas e frutíferas. Esta consorciação otimizará o plantio, pois as espécies pioneiras vão produzir sombra para as demais, as leguminosas possuem a propriedade de fixar o nitrogênio no solo e as espécies frutíferas atrairão a fauna mais rapidamente, principalmente as aves que por sua vez agilizarão a disseminação e o intercâmbio de sementes entre a mata da região e as áreas em recuperação;

As mudas devem ser transportadas para a área na idade ideal para o plantio;

O terreno deve ser preparado antecipadamente para receber as mudas. Devem-se preparar as covas e o adubo para enchimento das covas;

O transplante das mudas deve ser feito de forma cuidadosa para que estas não sofram traumatismos;

- durante o transporte até a área, deve-se evitar a ação direta do sol e dos ventos;
- colocar tutores nas plantas para evitar a quebra dos galhos;
- após o plantio fazer o acompanhamento do crescimento das plantas, aplicando-se tratamentos culturais como eliminação de ervas daninhas, combate a formigas e etc.

ANEXO 6 – DOCUMENTOS DA CONSULTA PÚBLICA

Edital de convocação da Consulta Pública

PROGRAMA LAGOAS DO NORTE – 2ª ETAPA AVALIAÇÃO AMBIENTAL E SOCIAL CONSULTA PUBLICA
--

A Prefeitura Municipal de Teresina, por meio da Secretaria de Planejamento – SEMPLAN, está realizando negociações de empréstimo – financiamento adicional com o Banco Mundial – com o objetivo de realizar investimentos em Teresina, e particularmente, na área de abrangência do Programa Lagoas do Norte.

Os recursos da ordem de R\$ 396.8 milhões serão aplicados durante cinco anos em ações integradas de cunho social, econômico, habitacional, de infraestrutura e de requalificação urbana e ambiental, visando o desenvolvimento sustentável da Região das Lagoas do Norte. Desse montante, o Banco Mundial participa com 50.1% e a Prefeitura Municipal de Teresina – PMT com 49,9%.

No âmbito da preparação do Programa Lagoas Norte e da negociação do financiamento adicional foi elaborada uma Avaliação Ambiental e Social resultando nos seguintes documentos técnicos-ambientais-sociais:

- Sumário Executivo da Avaliação Ambiental e Social;
- Relatório de Avaliação Ambiental e Social incluindo Plano de Gestão Ambiental e Social;
- Marco de Reassentamento Involuntário;

Visando a divulgação e discussão técnica destes documentos e de acordo com os procedimentos do Banco Mundial, a SEMPLAN irá realizar Consulta Pública no seguinte dia, horário e local:

- Dia 04/11/2014, às 19 horas, no Teatro do Boi, localizado a R. Rui Barbosa, 339, Matadouro, Teresina - Piauí, 64004-285.

Para tanto, convida entidades e população interessada para participar do referido evento. Os documentos acima referidos estão disponíveis para cópia (download) nos seguintes links:

- www.teresina.pi.gov.br
- www.semplan.teresina.pi.gov.br

Adicionalmente quaisquer comentários, observações e sugestões sobre estes documentos podem ser endereçados a:

- Endereço de email: www.lagoasdonorte@gmail.com

Relação das entidades convidadas

ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DO BAIRRO ÁGUA MINERAL RUA TENENTE JOSÉ VIEIRA, 446 BAIRRO:ÁGUA MINERAL CEP:64006-400 ASSOCIAÇÃO DOS AMIGOS DO BAIRRO ITAPERU E ADJASCENCIAS AVENIDA CENTENÁRIO, 3514 BAIRRO: ITAPERU CEP: 64008-700 ASSOCIAÇÃO DOS HORTICULTORES DO BAIRRO SÃO JOAQUIM AVENIDA BOA ESPERANÇA, 4032 BAIRRO: SÃO JOAQUIM CEP:64004-065	ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO PARQUE WALL FERRAZ QUADRA I / CASA 25 - VILA PARQUE WALL FERRAZ BAIRRO: SANTA ROSA CEP:64012-645 GRUPO DE MÃES DA VILA CARLOS FEITOSA RUA 03, 314 - VL. CORONEL CARLOS FEITOSA BAIRRO: SÃO JOAQUIM CEP: 64005-405 CLUBE DOS IDOSOS DO ALTO ALEGRE RUA ALTO LONGÁ, 5495 BAIRRO: PRIMAVERA CEP: 64006-140 SINDICATOS DOS TRABALHADORES RURAIS DE TERESINA RUA ALCIDES FREITAS, 2400 BAIRRO: MARQUÊS CEP: 64003-150	CLUBE DE MÃES E APOIO AO MENOR CARENTE DA SANTA MARIA DA CODIPI RUA FRANCISCO MAGNÓLIA, 2499 – SANTA MARIA BAIRRO: SANTA ROSA CONSELHO COMUNITÁRIO DE ASSISTÊNCIA SOCIAL DA VILA PADRE EDUARDO RUA NOVE, 433 BAIRRO: SÃO JOÃO CEP:64005-450 ASSOCIAÇÃO COMUNITÁRIA DO BAIRRO MAFRENSE RUA DELEGADO JOÃO BRAZ, 4831 BAIRRO: -MAFRENSE CEP:64005-670 ASSOCIACAO DE MORADORES DA VILA FERROVIARIA AVENIDA FERROVIÁRIA, 2021 BAIRRO: ILHOTAS CEP:64014-080
ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DA VILA MOCAMBINHO I RUA MARIA AMÉLIA MENDES, 7451 BAIRRO: MOCAMBINHO CEP:64010-470 ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DA SANTA MARIA DA CODIPI III RUA RAIMUNDO DOROTEIA, 3143 BAIRRO: SANTA MARIA DA CODIPI CEP:64012-450	ASSOCIACAO COMUNITARIA DOS MORADORES DO BAIRRO AFONSO MAFRENSE RUA NELSON CRUZ, 1108 BAIRRO: MAFRENSE CEP:64004-150 CLUBE DE MÃES DA SANTA MARIA DAS VASSOURAS RUA POTY VELHO, 5206 BAIRRO: SANTA ROSA CEP:64012-760	ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO BAIRRO SANTA MARIA DAS VASSOURAS RUA MONTE VERDE, 1737 BAIRRO: SANTA ROSA CEP:64012-820 UNIÃO DOS MORADORES DO BAIRRO ILHOTAS RUA JARBAS MARTINS, 3413 BAIRRO: ILHOTAS CEP:64014-045
ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES E AMIGOS DO BAIRRO ÁGUA MINERAL RUA PAULO CARNEIRO DA CUNHA, 2183 BAIRRO: TANCREDO NEVES CEP:64076-030 UNIÃO DOS LÍDERES COMUNITÁRIOS DA ZONA NORTE DE TERESINA RUA TELEGRAFISTA FRANCISCO MEDEIROS, 1115 – PARQUE ALVORADA BAIRRO: NOVA BRASÍLIA CEP:64005-280 ASSOCIAÇÃO DE MORADORES E AMIGOS DO BAIRRO MATINHA RUA PARÁ, 566 BAIRRO: MATINHA CEP: 64003-220	CENTRO ESPORTIVO COMUNITÁRIO DO BAIRRO ÁGUA MINERAL RUA JOÃO FRANCISCO FERRY, 1088 BAIRRO: ÁGUA MINERAL CEP:64007-550 ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO MATADOURO RUA CÍNTIA PORTELA, S/N – VILA STO AFONSO BAIRRO: MATADOURO CEP: 64003-320	ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO BAIRRO BUENOS AIRES RUA ENGENHEIRO MIGUEL FURTADO BACELAR, 3503 BAIRRO: BUENOS AIRES CEP:64009-280 PROJETO COMUNITARIO LOUVOR E VIDA DA AGUA MINERAL RUA MOTORISTA AREOLINO CARVALHO, 660 BAIRRO: ÁGUA MINERAL CEP:64009-450
ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DA VILA PADRE EDUARDO RUA NELSON CRUZ, 1108 BAIRRO: MAFRENSE CEP:64004-150	CLUBE DE MÃES HORMESINA ALVES DE CARVALHO MENDES RUA RUI BARBOSA, 5872 BAIRRO: MAFRENSE CEP:64002-180	ASSOCIAÇÃO BENEFICIENTE DOS MORADORES DO BAIRRO SÃO JOAQUIM RUA RADIALISTA JIM BORRALHO, 325 BAIRRO: SÃO JOAQUIM CEP:64005-400
ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DO BAIRRO REAL COPAGRE RUA ANGOLA, 2772 BAIRRO: REAL COPAGRE CEP:64007-420	ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DAS VILAS TANCREDO E RISOLETA NEVES RUA JAMAICA, 346 BAIRRO: ÁGUA MINERAL CEP:64007-420	ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DO BAIRRO SANTA MARIA DA CODIPI RUA FRANCISCO MAGNOLIA, 2720 BAIRRO: SANTA MARIA DA CODIPI CEP:64012-470
ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO PARQUE FIRMINO FILHO RUA CINCO, QUADRA 15 BAIRRO: SANTA MARIA DA CODIPI CEP:64012-100	ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DO MOCAMBINHO SETOR C, QD 10 CASA 21 BAIRRO: MOCAMBINHO CEP:64010-120	ASSOCIAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO COMUNITÁRIO DOS PROD. RURAIS DA ST MARIA DA CODIPI RUA FRANCISCO MAGNÓLIA, 1048 BAIRRO: SANTA ROSA CEP: 64012-470
ASSOCIAÇÃO COMUNITÁRIA DOS MORADORES DO BAIRRO ALTO ALEGRE RUA RAIMUNDO NONATO MESQUITA, 2749 BAIRRO: ALTO ALEGRE CEP:64009-560	ASSOC. DE PAIS E MESTRES AMIGOS DA EDUCAÇÃO DA STª Mª DAS VASSOURAS RUA PADRE ACELINO PORTELA, 135 BAIRRO: MATINHA CEP:64002-000	ASSOCIAÇÃO DA JUVENTUDE DO ESTADO DO PIAUI RUA BARTOLOMEU VASCONCELOS, 3396 BAIRRO: ILHOTAS CEP:64015-030
ASSOCIACAO DE MÃES DA SANTA MARIA DA CODIPI III RUA RAIMUNDO DOROTÉIA, 3431 BAIRRO: SANTA ROSA CEP:64012-450	ASSOCIACAO DE MORADORES DO PARQUE WALL FERRAZ II RUA 24 - QD 112 - CASA 19 BAIRRO: SANTA ROSA CEP:64012-800	ASSOCIAÇÃO DAS MULHERES DO PARQUE ALVORADA RUA PROFESSOR LUDOVICO SCHGWENN HAGEN, 2300 BAIRRO: PARQUE ALVORADA CEP:64004-410
ASSOCIACAO DE MORADORES DO PARQUE BRASIL II RUA TRANVANVAN FEITOSA QD F1, LOTE 01 BAIRRO: SANTA ROSA CEP:64012-100	GRUPO DE IDOSOS DO BAIRRO ÁGUA MINERAL RUA GONÇALVES LEDO, 266 BAIRRO: ÁGUA MINERAL CEP:64007-350	CONSELHO DO BAIRRO NOVA BRASÍLIA RUA ANISIO PIRES, 1593 BAIRRO: NOVA BRASÍLIA CEP:64004-550

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO RESIDENCIAL LEONEL BRIZOLA
QUADRA 02 - LOTE 16
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP: 64012-020

CENTRO DE AÇÕES INTEGRADAS DAS FAMÍLIAS DO BAIRRO PORENQUANTO
RUA JONATAS BATISTA, 2705
BAIRRO: PORENQUANTO
CEP:64003-077

ASSOCIAÇÃO COMUNITÁRIA DOS MORADORES DO PARQUE STAEI FREIRE
AVENIDA MINISTRO SÉRGIO MOTTA, 3591
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP:64012-010

CONSELHO COMUNITARIO DOS MORADORES DO PARQUE BRASIL III
RUA AFONSO GIL, 1511
BAIRRO: PARQUE WALL FERRAZ
CEP:64012-025

ASSOCIAÇÃO DE PAIS E AMIGOS DO REAL COPAGRE
RUA AMARANTE, 3811
BAIRRO: REAL COPAGRE
CEP: 64006-180

CENTRO DE INTEGRAÇÃO FAMILIAR – CIFAM
QUADRA 04 - SETOR C - CASA 19
BAIRRO: MOCAMBINHO I
CEP:64010-270

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO BAIRRO PARQUE BRASIL IV
RUA 18- QUADRA V9 – CASA 40
BAIRRO: SANTA MARIA DA CODIPI
CEP:64012-020

CONSELHO COMUNITÁRIO DO RESIDENCIAL FRANCISCA TRINDADE
QUADRA M - CASA 22
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP:64000-000

ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DA VILA APOLÔNIA CARVALHO
RUA CALIFÓRNIA, 274
BAIRRO: SÃO JOAQUIM
CEP: 64005-432

ASSOCIAÇÃO DAS MULHERES PRODUTORAS DA VILA MONTE ALEGRE
RUA AMADEU PAULO, 2751
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP:64012-660

ASSOCIAÇÃO DOS VAZENTEIROS E HORTICULTORES DO PARQUE BRASIL III
AV. POTY VELHO, 3340
BAIRRO:SANTA ROSA
CEP:64012-760

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES E AMIGOS DO MAFUÁ
RUA DOUTOR AREA LEÃO, 1084
BAIRRO: VILA OPERÁRIA
CEP:64002-410

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO PORTAL DA ESPERANÇA
QUADRA 01 - CASA 05
BAIRRO: AROEIRAS
CEP:64067-700

CENTRO ESPORTIVO DA VILA CRISTALINA
RUA FLORESTAL, 180
BAIRRO: ÁGUA MINERAL
CEP:64006-520

GRUPO DE MULHERES ACOLHEDORAS DO PARQUE BRASIL III
RUA SÃO PEDRO DO PIAUI, 1335
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP:64012-760

CONSELHO COMUNITÁRIO DO RESIDENCIAL SÃO JOSÉ
RUA BISSAU QD B CS 24 - RESID. SÃO JOSE
BAIRRO: MOCAMBINHO
CEP: 64010-475

ASSOCIAÇÃO BENEFICENTE DOS MORADORES DO LOTEAMENTO CIDADE 2000
QUADRA S1, 24
BAIRRO: AROEIRAS
CEP:64067-700

ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DO BAIRRO MONTE VERDE
RUA BARI, 4495
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP:64000-000

PAROQUIA NOSSA SENHORA DO PERPETUO SOCORRO
RUA ALTO LONGÁ, 4816
BAIRRO: PRIMAVERA
CEP: 64008-140

ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DO BAIRRO MARQUÊS
RUA COELHO DE RESENDE, 1905
BAIRRO: MARQUÊS DE PARANAGUÁ
CEP: 64002-470

CLUBE DE MÃES DO RESIDENCIAL DEPUTADA FRANCISCA TRINDADE
QUADRA Z - CASA 07
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP:64012-100

ASSOCIAÇÃO DO IDOSO DO MONTE ALEGRE - GRUPO ESPERANÇA
RUA AMADEU PAULO, 2943
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP:64012-020

CONSELHO COMUNITÁRIO DO MONTE ALEGRE E MONTE VERDE
RUA 02, 1741
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP:64012-020

ASSOCIAÇÃO DE MÃES DO PARQUE BRASIL
AV. POTY VELHO QUADRA A - CASA 02
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP: 64012-760

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO RESIDENCIAL PARQUE BRASIL III
RUA ALAGOAS -QUADRA 09 - CASA 11
BAIRRO: PARQUE BRASIL I
CEP:64003-580

ASSOCIAÇÃO COMUNITÁRIA DOS MORADORES DA VILA SÃO FRANCISCO I- NORTE
RUA ALBERTINA, 2870
BAIRRO: SÃO FRANCISCO
CEP:64008-070RANCISCO I- NORTE

ASSOCIACAO DE MORADORES DA VILA CRISTALINA
RUA SEVERO EULÁLIO, 1755
BAIRRO: ÁGUA MINERAL
CEP: 64007-450

ASSOCIAÇÃO COMUNITÁRIA DOS MORADORES DA VILA SÃO FRANCISCO II
RUA ESCRAVA ANASTACIA, 5929
BAIRRO: SÃO FRANCISCO
CEP: 64009-756

CENTRO DE PRODUÇÃO DE FOMENTO A ECONOMIA SOLIDARIA DO ESTADO DO PIAUÍ
QUADRA 28 - CASA 22
BAIRRO: SANTA MARIA DA CODIPI
CEP:64013-455

ASSOCIAÇÃO DE MULHERES E MÃES DO BAIRRO ÁGUA MINERAL
RUA DEZ, 822
BAIRRO: ÁGUA MINERAL
CEP:64006-430

ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DO LOTEAMENTO SANTA MARIA DA CODIPE
RUA 02 - CASA 25 - QUADRA I
BAIRRO: SANTA MARIA DA CODIPI
CEP:64000-000

ASSOCIAÇÃO DOS HORTICULTORES DO PARQUE WALL FERRAZ
RUA CHICO CONRADO, 1287
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP:64012-590

CONSELHO COMUNITARIO DO GRANDE PARQUE BRASIL
RUA POTY VELHO – QUADRA A1 LOTE 05
BAIRRO: PARQUE BRASIL
CEP:64012-760

ASSOCIAÇÃO DAS MULHERES DO MOCAMBINHO
QUADRA 37 MOCAMBINHO - SETOR A - CASA 01 – MOCAMBINHO I
BAIRRO: MOCAMBINHO
CEP:64010-130

CONSELHO COMUNITÁRIO DO BAIRRO NOVA TERESINA
QUADRA 68 - CASA 07
BAIRRO: AROEIRAS
CEP:64067-700

CENTRO DAS ENTIDADES COMUNITÁRIAS DO BAIRRO AFONSO MAFRENSE
RUA MÁRIO AUGUSTO FREITAS, 1098
BAIRRO: POTI VELHO
CEP:64005-830

LIGA DE DESPORTOS DO BAIRRO AFONSO MAFRENSE
RUA MANDACARÚ, 903-A
BAIRRO: MAFRENSE
CEP:64005-600

GRUPO DE TEATRO RIBALTA
RUA PROFESSOR LEOPOLDO CUNHA, 691
BAIRRO: MAFRENSE
CEP:64005-630

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DA VILA MONTE ALEGRE
RUA 01, 1727
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP:64012-020

ASSOCIAÇÃO COMUNITARIA DA VILA CORINA DO BAIRRO PRIMAVERA
QUADRA 28 - CASA 11
BAIRRO: SANTA MARIA DA CODIPI
CEP:64013-481

ASSOCIACAO DE MORADORES DO BAIRRO AROEIRAS
QUADRA 40 - CASA 05
BAIRRO: AROEIRAS
CEP:64011-630

ASSOCIACAO COMUNITÁRIA DOS MORADORES DA VILA MOCAMBINHO III
AVENIDA FREITAS NETO, 3785
BAIRRO: MOCAMBINHO
CEP:64009-700

ASSOC. DOS VAZENT. E HORTICULTORES DO PQ BRASIL I E II E STA MARIA DAS VASSOURAS
RUA TRANVANVAN - QUADRA N - CASA 19
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP:64000-000

ASSOCIACAO DE MORADORES DO CONJUNTO RESIDENCIAL SANTA SOFIA
RUA 19 - QUADRA 16 - CASA 27
BAIRRO: MOCAMBINHO
CEP:64011-010

ASSOCIAÇÃO DAS MULHERES DA VILA CRISTALINA DO BAIRRO AGUA MINERAL
RUA 19 DE NOVEMBRO, 1735
BAIRRO: PRIMAVERA
CEP:64000-000

CLUBE DE MÃES E AMIGAS DO LOTEAMENTO PORTAL DA ESPERANÇA
RUA 15 - QUADRA G - CASA 12,
BAIRRO: AROEIRAS
CEP: 64065-500

CONSELHO COMUNITÁRIO DO BAIRRO ÁGUA MINERAL
RUA MOTORISTA GENÉSIO CARVALHO, 1167
BAIRRO: ÁGUA MINERAL
CEP: 64007-650

UNIÃO DAS ASSOCIAÇÕES DOS PEQUENOS PRODUTORES DO ESTADO DO PIAUÍ
QUADRA 01 - CASA 26 - SETOR B
BAIRRO: MOCAMBINHO
CEP: 64009-170

ASSOC. BENEFICENTE DOS BARRAQUEIROS DO ARRAIAL TICO TICO BEIJA BEIJA DO AGUA MINERAL
RUA AMINTHAS FLORIANO, 603
BAIRRO: BUENOS AIRES
CEP: 64007-390

ASSOCIAÇÃO DOS COORDENADORES DE ESCOLINHAS DE FUTEBOL AMADOR DE TERESINA – ACEFAT
RUA MOTORISTA GENÉSIO CARVALHO, 739
BAIRRO: ÁGUA MINERAL
CEP: 64007-650

GRUPO PES I
RUA ISAAC IRINEU, 3438
BAIRRO: BUENOS AIRES
CEP: 64009-180

CONSELHO COMUNITÁRIO DE SEGURANÇA PÚBLICA DA GRANDE SANTA MARIA DA CODIPI E ADJASCÊNCIAS
RUA 24, QUADRA 112 - CASA 19 – PQ .WALL FERRAZ
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP: 64012-800

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DA VILA OPERÁRIA
RUA GABRIEL FERREIRA, 1674
BAIRRO: VILA OPERÁRIA
CEP: 64002-350

ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DO RESIDENCIAL JACINTA ANDRADE
QUADRA 12 - CASA 14
BAIRRO: SANTA MARIA DA CODIPI
CEP: 64013-455

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES UNIDOS DO BAIRRO CABRAL E PORENQUANTO
AV. JACOB ALMENDRA, 326
BAIRRO: PORENQUANTO
CEP: 64003-000

ASSOCIAÇÃO DE FIÉIS DE NOSSA SENHORA DA ROSA MÍSTICA
RUA GONÇALVES LEDO, 69
BAIRRO: ÁGUA MINERAL
CEP: 64007-350

FEDERAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES DE MORADORES DO ESTADO DO PIAUI
QUADRA 253 - CASA 17
BAIRRO: DIRCEU ARCOVERDE
CEP: 64078-290

ASSOCIAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DO RESIDENCIAL JACINTA ANDRADE
QUADRA 28 - CASA 22
BAIRRO: SANTA MARIA DA CODIPI
CEP: 64013-455

ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DO CONJUNTO SÃO JOAQUIM
QUADRA 02 - CASA 36
BAIRRO: SÃO JOAQUIM
CEP: 64004-215

GRUPO ANJOS LGBT (LÉSBICAS, GAYS, BISSEXUAIS, TRAVESTIS E TRANSGÊNEROS)
AV. SANTOS DUMONT, 228
BAIRRO: VILA OPERÁRIA
CEP: 64002-200

CONSELHO COMUNITÁRIO DE SEGURANÇA PÚBLICA DA ZONA NORTE DE TERESINA
RUA RAIMUNDO NONATO MESQUITA, 2749
BAIRRO: ALTO ALEGRE
CEP: 64009-560

ASSOC. DE FIEIS DA PARÓQUIA DE SANTA JOANA D' ARC
QUADRA 13 - CASA 5 - SETOR B
BAIRRO: MOCAMBINHO
CEP: 64010-210

ASSOCIAÇÃO DE MULHERES DO BAIRRO PARQUE BRASIL II
RUA DAS ACÁCIAS, QUADRA E2 - LOTE 12
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP: 64001-760

CONSELHO COMUNITARIO DO PARQUE BRASIL II
RUA FORTALEZA, QUADRA E2 - LOTE 14
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP: 64012-760

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO RESIDENCIAL DEPUTADA FRANCISCA TRINDADE
QUADRA U - CASA 04
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP: 64012-840

CONSELHO COMUNITÁRIO DA GRANDE SANTA MARIA DA CODIPI
RUA FRANCISCO MAGNOLIA, 2720
BAIRRO: SANTA MARIA DA CODIPI
CEP: 64012-470

ASSOCIAÇÃO COMUNITÁRIA DOS MORADORES DO CENTRO NORTE DE TERESINA
RUA FIRMINO PIRES, 740
BAIRRO: CENTRO
CEP: 64000-070

CASA DO ESTUDANTE DO PIAUI
RUA RUI BARBOSA, 961
BAIRRO: CENTRO
CEP: 64000-090

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES E MORADORAS DO RESIDENCIAL PAULO DE TARSO MORAIS – AMOROATAM
QUADRA R - CASA 07
BAIRRO: SANTA MARIA DA CODIPI
CEP: 64012-829

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO CONJUNTO RESIDENCIAL PRADO JUNIOR
RUA JANGO, QUADRA 05 - CASA 18
BAIRRO: AROEIRAS
CEP: 64011-770

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO CONJUNTO NOVA TERESINA II
RUA FRANCISCO MONTEIRO ROSA, QUADRA 23 - CASA 10
BAIRRO: AROEIRAS
CEP: 64011-730

CONSELHO COMUNITÁRIO DO BAIRRO BUENOS AIRES
RUA PROFESSORA SINHÁ BORGES, 3381
BAIRRO: BUENOS AIRES
CEP: 64009-480

CLUBE DE MÃES DO BAIRRO ÁGUA MINERAL
RUA JOSÉ FRANCISCO FERRY, 1248
BAIRRO: BUENOS AIRES
CEP: 64007-550

ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DO RESIDENCIAL POTY
RUA DANIEL GOMES FILHO, 8109
BAIRRO: MOCAMBINHO
CEP: 64010-520

COMISSÃO ORGANIZADORA DOS FESTEJOS E EVENTOS CULTURAIS E SOCIAIS DO BAIRRO MAFRENSE-COFEBAM
RUA ROLAND JACOB, 1014
BAIRRO: MAFRENSE
CEP: 64005-760

INSTITUTO MUSART DE TERESINA
RUA LUCRÉCIO DANTAS AVELINO, 214
BAIRRO: ÁGUA MINERAL
CEP: 64007-500

ORGANIZAÇÃO PREPARANDO CIDADÃO
RUA B, 610
BAIRRO: ÁGUA MINERAL
CEP: 64006-440

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO RESIDENCIAL NOVA TERESINA
QUADRA 18 - CASA 13
BAIRRO: PEDRA MOLE
CEP: 64000-000

ASSOCIAÇÃO DE MULHERES E CLUBE DE MÃES PARQUE BRASIL III
RUA SANTO AFONSO, QUADRA E9 - CASA 17
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP: 64012-120

ASSOCIAÇÃO DE MULHERES DO PQ WALL FERRAZ I E GRANDE REGIÃO DA SANTA MARIA DA CODIPI
RUA ANIL, 3133
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP: 64012-100

ASSOCIAÇÃO CENTRO SOCIAL E CULTURAL SÃO BENTO
QUADRA C – CASA 131
BAIRRO: AEROPORTO
CEP: 64006-050

ASSOCIAÇÃO COMUNITÁRIA E AMIGOS DAS MÃES DA GRANDE REGIÃO DA SANTA MARIA DA CODIPI
RUA ANIL, 2571
BAIRRO: SANTA MARIA DA CODIPI
CEP: 64012-000

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO RESIDENCIAL PAULO DE TARSO
QUADRA F – CASA 20
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP: 64012-010

ASSOCIAÇÃO DAS MÃES DO BAIRRO POTY VELHO
RUA URUGUAIANA, 5846
BAIRRO: POTI VELHO
CEP: 64009-830

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DO RESIDENCIAL DILMA ROUSSEF
RUA LOURIVAL MESQUITA, 3108
BAIRRO: SANTA MARIA DA CODIPI
CEP: 64012-430

ASSOCIAÇÃO DE MORADORES DA VILA LEONEL BRIZOLA
QUADRA H - LOTE 04
BAIRRO: PARQUE BRASIL I
CEP: 64012-760

CLUBE DE MÃES DO BAIRRO NOVA BRASÍLIA
RUA ANÍSIO PIRES, 1435
BAIRRO: NOVA BRASÍLIA
CEP: 64004-550

ASSOCIAÇÃO DOS CONDUTORES DE VEÍCULOS A TRACÇÃO ANIMAL DA ZONA NORTE DE TERESINA
AV. PESCADOR RAIMUNDO SALVINO, S/N
BAIRRO: MOCAMBINHO
CEP: 64008-030

ASSOCIAÇÃO ATLÉTICA DE TIMES DO BAIRRO MONTE ALEGRE E ADJASCÊNCIAS
RUA PORTO FELIZ (RUA 25)
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP: 64120-020

FEDERAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES DE MORADORES E CONSELHOS COMUNITÁRIOS DO PIAUÍ- FAMCC
RUA RIACHUELO, 583
BAIRRO: CENTRO
CEP: 64000-050

ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES UNIDOS DO RECANTO DOS COCAIS
QUADRA G - CASA 46
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP:64012-835

FRATERNIDADE TERAPÊUTICA O AMOR É A RESPOSTA
QUADRA A - CASA 07
BAIRRO: ILHOTAS
CEP:64014-450

ASSOCIAÇÃO DE MULHERES DO RESIDENCIAL PAULO DE TARSO E SUAS ADJASCENCIAS
QUADRA F - CASA 20
BAIRRO: PARQUE STAEL
CEP:64013-250

ASSOCIAÇÃO DE MULHERES ACOLHEDORAS DO RESIDENCIAL DEPUTADA FRANCISCA TRINDADE
QUADRA L - CASA 06
BAIRRO: SANTA ROSA
CEP:64012-321

ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DO LOTEAMENTO MOCAMBINHO
RUA JOSE LOIOLA SANTOS, 4670
BAIRRO: MOCAMBINHO
CEP:64010-670

Ata de Reunião do Fórum de Acompanhamento do PLN

Ata de Reunião da Apresentação do Relatório de Avaliação Ambiental e Social - RAAS - Versão Preliminar ao Fórum Lagoas do Norte.

No quarto dia do mês de Novembro de 2014, às 11 horas e quinze minutos, reuniram-se no Salão Nobre da Prefeitura Municipal de Teresina, situada na Praça Marechal Deodoro da Fonseca, número 860, Palácio da cidade, 2º Pavimento, Centro, Teresina, Piauí, CEP 64.000-160, o Coordenador o Programa Lagoas do Norte Erick Elísio abriu a reunião com a apresentação da pauta do encontro que é a Apresentação do Relatório Socioambiental - RAAS (versão preliminar) a ser apresentado ao Banco Mundial aos membros do Fórum Lagoas do Norte. A presidente do Comitê Lagoas do Norte, Maria de Fátima da Silva fez considerações sobre a necessidade de leitura da ata da reunião anterior. Seguiu-se a fala do Secretário Municipal de Planejamento e Coordenação - SEMPLAN, Sr. Washington Pontim fez uma breve retrospectiva histórica do processo de Requalificação Urbana e Socioambiental decorrentes da implantação da Fase 01 do Programa Lagoas do Norte - PLN. Na sequência, o Sr. Secretário de Planejamento e Coordenação iniciou a apresentação propriamente dita da proposta de concepção da Fase 02 do Programa Lagoas do Norte, fazendo uma explanação

a área do atual estágio do processo de financiamento-3
mento junto ao Banco Mundial, com ênfase em cada um
dos três componentes do Programa, qual sejam: Moderni-
zação da Gestão Municipal, Desenvolvimento da Cidade e
Gerenciamento do Porto; Desenvolvimento Urbano-Ambiental
integrado nas lagoas do Norte; e Desenvolvimento Econô-
mico e Social nas lagoas do Norte. O Secretário continuou
fazendo um detalhamento das ações previstas para implemen-
tação na Fase I relacionadas: Área de Preservação Perma-
nente; Sistema Viário; Segurança do Aeroporto, Reassentame-
nto Total e Parcial; Cota de Inundação; dentre outros. Segu-
entizando as possibilidades de reassentamento das duas
mil, cento e oitenta (2.180) famílias a serem afetadas di-
reta e/ou indiretamente. Na perspectiva do reassentamento,
o Secretário apresentou os três residenciais previstos para
construção na Fase 02, bem como os equipamentos sociais

a serem implantados, como sendo: creches, escolas, lavanderia comunitária, áreas de lazer, dentre outros. Seguiu-se então, a apresentação de um vídeo-documentário com depoimentos de moradores da área de intervenção correspondente a Fase 01 discorrendo sobre os ganhos urbanísticos e sócioambientais advindos do Programa Lagoas do Norte, seguido de informações técnicas de membros da Unidade de Gerenciamento do Programa, seguido de uma animação eletrônica discorrendo sobre as ações previstas para a Fase 02. Ao término da apresentação do vídeo, o membro do Comitê Lagoas do Norte, Sr. Elias Barbera perguntou sobre um buraco na rua - São Sebastião e se o mesmo seria aterrado. Posteriormente, o membro do Fórum Cláudio Roberto fez uma abordagem a cerca das intervenções previstas para a região das Olarias antigas, que estimulam os setores econômico e turísticos daquela região. Seguiu-se a fala da Sra. Maria de Fátima, a cerca das demandas por segurança pública da região do Programa Lagoas do Norte, que têm dado uma constatação negativa da região em detrimento as ações positivas promovidas pelo Programa, fazendo ressaltar a articulação necessária entre a equipe técnica do Programa e o Comitê Lagoas do Norte, na sensibilização das famílias afetadas total ou parcialmente pelo Programa. O Senhor Alberto Borges fez considerações sobre a importância da lagoa da Picazeira na preservação da fauna, principalmente dos peixes, que povoam aquela lagoa e segundo ele funciona como barreira natural para as demais lagoas, seguido de comentários a cerca da importância do resgate à memória cultural da região das lagoas. Fez menção ainda a necessidade de um apoio mais consistente aos horticultores da região do Lagoas do Norte, disponibilizando mais estrutura para os mesmos. Foi feito pelo Sr. Alberto, uma ressalva acerca da participação de representantes comunitários do bairro Poti Velho, que segundo ele não estava ocorrendo a contento. Foi apontado pela Sra. Maria de Fátima da Silva, que apresentou a representante do bairro Poti Velho no Comitê Lagoas do Norte a Sra. Maria Gótti Pinheiro da Silva. Na sequência o Secretário de Planejamento apresentou pontualmente as

respostas a cada das questões apresentadas anteriormente pelos demandantes. Na sequência, o consultor Otto Ribas discorreu sobre o objetivo do Relatório Sócioambiental-RAPS como exigência para consolidação do financiamento junto ao Banco Mundial para a segunda Fase do Programa, enfatizando a estrutura e a avaliação do Programa na Fase 01, considerado como satisfatório por ter atendido as salvaguardas sócioambientais do Banco Mundial, concluindo com o detalhamento dos impactos positivos e negativos identificados no decorrer do Programa, apresentando as medidas mitigadoras frente aos impactos sócioambientais, como: manutenção dos espaços de vizinhança, de preservação cultural e ambiental, procurando minimizar ao máximo 4 o número de reassentamento ou remoção das famílias. O consultor continuou discorrendo sobre as recomendações sócioambientais, como: coleta de esgotos; macrodrenagem; sítima viário; equipamentos sociais e comunitários; reassentamento; dentre outras. O Sr. Otto relatou também detalhes sobre os Programas do PGRAS (Programa de Gestão Ambiental e Social). Após a apresentação do Relatório RAPS, abriu-se para manifestação dos presentes com perguntas. O Sr. Fábio de Sousa, membro do Comitê Lagoas do Norte que demonstrou sua preocupação com as recuperações recorrentes das áreas de ocupação cadastradas pelo Programa, visto que diariamente são verificadas novas construções no entorno. O Sr. Antônio Luiz, diretor, Sr. Elton Barbosa falou sobre as condições de financiamento exigidas no reassentamento de famílias. Em seguida, o Sr. Albertino Ribeiro solicitou um reforço na Ponte do Poti Velho e reter conexões na lagoa dos Olhos com as demais lagoas, quando esta sofrer nível muito de água. Posteriormente, o Sr. Secretário Washington Proença respondeu as questões individualmente. Em complemento, a resposta do Sr. Secretário relativa ao sistema de bombeamento das lagoas, o Sr. Alexandre Fortes, representante do Banco Mundial, enfatizou que será feito um bombeamento do rio Parnaíba para a lagoa dos Olhos com a finalidade de manter o espelho d'água da lagoa e garantir a beleza cênica do Parque. A Sra. Maria de Fátima da Silva finalizou com um reforço ao processo de comunicação social na

região das lagoas, enalteando os pontos positivos de residir naquela região. A representante do Bairro Poti Velho, Maria Glete da Silva, manifestou-se enfatizando as demandas importantes para o bairro, como o Centro de Produção e o antigo Mercado do Bairro e a praça, além da necessidade de análise da situação das famílias residentes no trecho da rua São Miguel. Em seguida,

o coordenador do Programa, Erick Eurio, solicitou que a finalização da reunião. A Sra Maria de Fátima demonstrou expectativa com relação à nova Fase e ao comportamento do Comitê Lagoas do Norte, enquanto liderança comunitária frente às propostas a serem apresentadas em reuniões de apresentação da Fase 2 para a comunidade. Seguido do Sr Albertino que reforçou a ansiedade da comunidade a qual representa, na reunião de logo mais à noite, no Teatro do Bói. Finalizando, o Sr. Secretário concluiu o encontro enfatizando a importância da consulta pública para a construção de uma proposta conjunta de concepção articulada em parceria com os atores envolvidos. E para constar, eu, Leticia de Moura Santos Pontella Lima Paiva, lavrei a presente ata que, depois de lida e aprovada será assinada por mim e anexada lista de participantes.

Ata da Consulta Pública realizada em 04 de novembro de 2014.

ATA DA REUNIÃO REFERENTE À CONSULTA PÚBLICA DO RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL E SOCIAL - RAAS DO PROGRAMA LAGOAS DO NORTE REFERENTE À SEGUNDA ETAPA. TERESINA, DIA QUATRO DE NOVEMBRO DO ANO DE DOIS MIL E QUATORZE.

Aos quatro dias do mês de novembro do ano de dois mil e quatorze, às dezenove horas e trinta minutos no Teatro do Boi, localizado à Rua Rui Barbosa, número 339 - Matadouro, nesta cidade de Teresina – PI, reuniram-se o Secretário Municipal de Planejamento e Coordenação Washington Luís de Sousa Bonfim; representante do Banco Mundial - BIRD, José Alexandre Monteiro Fortes e o Consultor Otto Ribas; o Coordenador do Programa Lagoas do Norte e Técnicos da Unidade de Gerenciamento do Programa – UGP e da Unidade de Projeto Socioambiental - UPS; Membros do Comitê Lagoas do Norte; Associação Amigos do Parque; Lideranças Comunitárias e comunidade em geral com o **objetivo** de apresentar a Consulta Pública do Relatório de Avaliação Sociambiental – RAAS à comunidade em Geral e Lideranças da Zona Norte de Teresina, referente a segunda fase do Programa Lagoas do Norte. O Secretário de Planejamento e Ricardo Douglas, cerimonialista da Prefeitura Municipal de Teresina, deram início aos trabalhos agradecendo a presença de todos, logo depois discorreu do objetivo da reunião, que é entender as vulnerabilidades e problemas socioambientais referentes ao Programa Lagoas do Norte. O mesmo informou aos presentes que a reunião será registrada através de fotos, lista de presença e ata. Logo depois passou a palavra ao secretário de Planejamento, Washington Luís de Sousa Bonfim, onde o mesmo agradeceu a presença de todos e voltou a falar do objetivo da reunião. Logo depois o secretário discorreu do contexto histórico do Programa Lagoas do Norte, como também do início da parceria com o Banco Mundial. O Secretário explicou o motivo da consulta pública e falou sobre os impactos do projeto, como também a continuidade da parceria com o Banco Mundial, e prosseguiu discorrendo da importância da participação da comunidade na consulta pública, ressaltando que é uma maneira da comunidade participar do processo de negociação com o Banco e da estrutura do programa. Logo depois discorreu da pauta da reunião e de como será a participação dos presentes que tiverem interesse de se manifestarem. Logo depois o secretário prosseguiu apresentando a primeira fase do Programa e como a área era antes das obras, foi apresentado o Residencial Zilda Arn's, mostrando sempre o antes e depois do projeto. O Secretário ressaltou sobre a reforma e ampliação da casa de bombas e da importância da mesma para o funcionamento do

(Fl. 02 da Ata da reunião do dia 04/11/2014)

percurso da água das lagoas para desaguar no rio Parnaíba. Logo depois discorreu que na primeira fase já é visível o benefício da área para a população. O secretário ressaltou como foi feita a indenização das pessoas residentes da área. O mesmo discorreu da avaliação, como é feita e que nesse momento está sendo apresentada ao Banco Mundial, logo depois continuou a apresentação, ressaltando os desafios que irão ocorrer. O Secretário discorreu dos dois objetivos do Programa referente a melhoria, habitação, saneamento e infraestrutura da qualidade de vida das pessoas que residem na área. O secretário apresentou a obra que será realizada na segunda fase do programa, e também da dimensão da mesma, pois se trata de um trabalho maior do que ocorreu na primeira fase do Programa, o mesmo discorreu do recurso que foi investido na primeira fase do Programa, como também do que será investido na segunda fase. O secretário apresentou as lagoas que serão recuperadas e melhoradas na segunda fase, ressaltando a Lagoa dos Oleiros, do São Joaquim, Pantanal, Mocambinho, dentre outras, e prosseguiu a reunião falando sobre as obras que serão realizadas no entorno dessas lagoas. O Secretário apresentou também as áreas que serão trabalhadas, e das avenidas que serão construídas para o sistema viário. Logo depois apresentou o planejamento que será realizado na segunda fase do

programa e das intervenções, como também das mudanças que serão realizadas na área. Logo depois foi apresentado o projeto de reassentamento das famílias que residem em área de risco e também dos casos para dar continuidade ao projeto. O Secretário falou sobre as alternativas para minimizar os impactos do processo. O mesmo ressaltou que as famílias que serão removidas devem ser reassentadas em um local não muito distante da área que antes residiam. Foi apresentado também a idéia urbanística de como será a estrutura das residências, e de todo o apoio como comércio, creches, escolas, hospitais que serão construídos na área desses residenciais. O mesmo apresentou as obras que já foram realizadas, como as UBS e as escolas municipais. Logo depois o Secretário deu continuidade a reunião com a apresentação de um vídeo para que todos os presentes pudessem conhecer um pouco das obras concluídas pelo Programa Lagoas do Norte. Após a apresentação do vídeo o Cerimonialista prosseguiu a reunião discorrendo de como será a participação dos presentes na consulta pública, explicando que terá uma equipe do Programa para distribuição de fichas para formulação de perguntas. O mesmo passou a palavra ao

(Fl. 03 da Ata da reunião do dia 04/11/2014)

consultor do Programa Otto, onde o mesmo parabenizou a elaboração do relatório de avaliação e agradeceu a presença de todos, como também da equipe de trabalho, logo depois discorreu do objetivo do relatório, ressaltando que é uma solicitação do Banco Mundial para dar continuidade a parceria. O mesmo explicou que a primeira fase do programa para o Banco Mundial foi classificada como categoria A, e prosseguiu discorrendo da estrutura do relatório e dos pontos levantados para a realização dos mesmos. O Consultor ressaltou os impactos que ocorrem em um programa como esse, explicando que sempre haverá pontos negativos, como também positivos que no caso do Programa Lagoas do Norte é o que prevalece, o mesmo voltou a apresentar a área de intervenção do programa. Logo depois apresentou as lagoas, mostrando sempre o antes e depois das obras, ressaltou os cuidados para minimizar os impactos negativos e melhorar os impactos positivos. Logo depois foi apresentado as salvaguardas do Programa, explicando o objetivo de todas elas, e explicou que é uma das exigências do Banco mundial. O Consultor prosseguiu a reunião discorrendo de todos os cuidados tomados para não afetar a população como também a área ambiental, o mesmo discorreu que a idéia do projeto é que todas as pessoas possam ver as Lagoas e que também cuide das mesmas. Logo depois apresentou a estação de tratamento dos esgotos e das opções que foram escolhidas para evitar alguns impactos ambientais. Foi apresentado também o sistema viário, ressaltando que será um novo projeto de desenvolvimento da cidade de Teresina. Logo depois o Consultor discorreu das mudanças que irão ocorrer com as vias, explicando cada obra que será realizada no local. O mesmo apresentou alguns problemas que fazem com que os rios fiquem poluídos, e das drenagens que serão realizadas nos mesmos, como também do resgate da fauna, pois se trata de uma determinação do IBAMA. O Consultor ressaltou o sistema viário e das obras que serão realizadas. discorrendo que a maior importância é a conscientização e participação das pessoas no processo. Logo depois da apresentação sobre a implantação da ouvidoria, das capacitações de conscientização das pessoas para preservação das lagoas e dos programas dos resíduos sólidos da saúde, serão implantadas as UBS's na região e deve ter um lugar adequado para abrigar esses resíduos. O Consultor Otto discorreu do projeto que irá minimizar os índices de doenças ocorridas pela situação que se encontra hoje, o mesmo agradeceu a todos e passou a palavra ao Secretário de planejamento, onde o

(Fl. 04 da Ata da reunião do dia 04/11/2014)

mesmo deu início ao debate e participação dos presentes. Foi estabelecido o tempo de três minutos para cada pergunta. O Professor Washington Bomfim explicou como será feita a ordem de cada

resposta. O Coordenador do Programa Lagoas do Norte, Erick Elísio, leu as perguntas para depois responder todas elas como foi proposto pelo secretário. O secretário iniciou as perguntas por ordem, dando início a obra da galeria, onde o mesmo discorreu do processo que será realizado para a construção dessas galerias e destacou alguns problemas técnicos que ocorrem na área. O mesmo falou também sobre o sistema de bombeamento que serão ligados nos rios e da recuperação de todo o sistema; Sobre o início das obras, o secretário explicou que está em negociação com o Banco Mundial e que haverá no período licitações, explicando que as primeiras obras serão iniciadas em dois mil e quinze. O mesmo discorreu de onde serão iniciadas essas obras, explicando que iniciarão na Santa Maria da Codipi, pois o processo será iniciado do maior para o menor. Explicou que as famílias que serão reassentadas ficarão isentas de qualquer pagamento e que essas casas e apartamentos serão obras realizadas pela Caixa Econômica Federal. Logo depois discorreu sobre as obras das redes de esgotos, explicando onde serão iniciadas e ressaltando as áreas que serão atingidas e dos recursos que serão realizados. O Coordenador Erick deu continuidade as outras perguntas e passou a palavra ao secretário, onde o mesmo discorreu das intervenções e áreas que serão realizadas as construções das pontes para melhorar o sistema viário da região. O secretário explicou todas as mudanças que serão realizadas. Logo depois explicou sobre a piscicultura e passou a palavra ao Coordenador do programa, onde o mesmo discorreu que isso é um projeto a ser desenvolvido no futuro para gerar emprego e renda. O consultor Otto deu continuidade a reunião explicando todo o processo de piscicultura, ressaltando que não é um projeto de compra e venda, pois não é uma proposta do Programa. O secretário respondeu a resposta sobre o que vai ser feito para minimizar o lixo, o mesmo respondeu que será um processo, onde será feita uma limpeza e depois palestras educacionais de conscientização das pessoas para a redução da quantidade de lixo. O secretário deu continuidade as respostas, ressaltando que as pessoas são peças fundamentais ao processo de conscientização, explicando o trabalho que é realizado na UPS e destacando que a Coordenadora Denise está presente na reunião e poderá responder as perguntas. O Coordenador Erick discorreu sobre o

(Fl. 05 da Ata da reunião do dia 04/11/2014)

processo de cadastros das pessoas da segunda fase do programa e que ainda será feito um estudo da área para saber quais imóveis serão removidos do local de intervenção. O Secretário discorreu dos motivos que as pessoas seriam reassentadas e passou a palavra ao Consultor Otto para que o mesmo explicasse o motivo para que os imóveis sejam removidos, ressaltando que não é apenas pelas lagoas, mas de todo o projeto, incluindo o sistema viário. A próxima pergunta foi em relação as casas do recanto e quando essas pessoas iriam sair. O secretário respondeu que a previsão é agora no mês de novembro e explicou também dos próximos residenciais que serão construídos em 2015. A pergunta seguinte foi em relação as construções dos residenciais e quando eles irão ser construídos. O Secretário disse já ter falado anteriormente, e voltou a explicar todo o processo. Logo depois a pergunta foi referente a remoção das famílias e como as mesmas seriam removidas. O secretário respondeu que serão negociações realizadas na UPS, e discorreu de todo o trâmite para o processo. Um dos presentes na reunião ressaltou os problemas que vão ocorrer para a comunidade que irão ocupar outra comunidade, e os prejuízos que irão ocorrer para as pessoas que habitam o local. O secretário respondeu que será realizada a construção de locais como creches, hospitais e outros para atender a comunidade do Programa Lagoas do Norte. O Coordenador do programa prosseguiu discorrendo sobre as perguntas respondidas, ressaltando a preocupação do senhor Ribamar referente ao massará nas obras. Logo depois o Arquiteto Ferraz prosseguiu falando sobre o tráfego da Rua Flávio Furtado e da Avenida Boa esperança e de todas as vias que serão trabalhadas. Logo depois houve a pergunta sobre as obras que serão realizadas em torno Lagoas. Os presentes deram continuidade a reunião, onde o senhor Fábio, perguntou quando começa a obra no Bairro Mocambinho, explicando que a água da

lagoa continua suja, e que há varios questionamentos referente a saída das famílias na área; o senhor Jeová fez a pergunta sobre o recurso para obra do Mocambinho, quando vai iniciar, e como será a planta do projeto e que os moradores querem dar sugestões; O senhor José Trindade, fez pergunta em relação a construção dos quiosques, da galeria e se a assossiação será considerada; o Senhor Martinho, fez perguntas sobre a piscicultura, e como vai ser feito, tendo em vista que é uma geração de emprego e renda; Logo depois o senhor Chico, morador da Santa Maria da Codipi discorreu sobre a segurança das pessoas no local e das famílias que não

(Fl. 06 da Ata da reunião do dia 04/11/2014)

poderão desfrutar do que está sendo construído, logo depois parabenizou a prefeitura; a senhora Fátima, prosseguiu falando sobre o programa, a criação do Comitê Lagoas do Norte e a solicitação da participação das pessoas no local. A mesma discorreu sobre a sala cedida no prédio da administração do Parque Lagoas do Norte para funcionamento do comitê e da importância do mesmo. Logo depois explicou como é feita a participação das pessoas no fórum, falou sobre a fala do consultor Otto e discorreu que a sala do comitê é aberta e como é realizado o trabalho e os relatórios. A Fátima falou da importância dos projetos para serem discutidos no fórum para andamento dos mesmos. Foi perguntado como é feita a eleição dos membros do comitê e se é revesada. A Fátima respondeu como as pessoas podem participar dos foruns através de ofícios. O Ribamar deu continuidade a reunião parabenizando todas as lideranças, logo depois falou sobre o trecho que fica na Rua Rui Barbosa e dos problemas sobre a Rua Joaquim Neto pois faz 15 anos que aguardam que esta rua seja aberta, tenha saneamento e se está inclusa no Programa Lagoas do Norte. O Secretário deu continuidade as respostas falando sobre a obra no Mocambinho, ressaltando que a prioridade é menor, pois se trata de uma região mais estruturada, e explicou todo o trabalho que será realizado no local e que não tem como dá resposta exata a pergunta, pois ainda não foi elaborado o projeto e que de primeiro momento não terá intervenções diretas. Logo depois foi respondida a pergunta do senhor Ribamar, pois está sendo estudado o local; foi respondido ao senhor Trindade que não é uma prioridade no momento; o senhor Trindade perguntou se em 2015 não será feito o trabalho no Bairro; o secretário respondeu que no inicio do ano não, pois a prioridade no momento é do Bairro São Joaquim; o Senhor Trindade falou sobre o esgoto na área. O Professor Washington, respondeu que entende a preocupação e que poderá escutar o mesmo em outro momento, e que essa obra poderá ser feita em outro programa, e ressaltou que o dinheiro emprestado é de outro país e a prefeitura não pode fazer um empréstimo imenso e depois não ter como pagar. Logo depois foi feita uma pergunta sobre o Jardim Botânico; o secretário respondeu que é um trabalho da SEMAN e recursos federais; ao senhor Chico foi respondido que há um recurso para 2015 para a guarda municipal e segurança, um projeto feito pelo Prefeito e pela Vereadora Graça Amorim. O Secretário discorreu sobre o recanto e do tráfico de drogas, ressaltando que

(Fl. 07 da Ata da reunião do dia 04/11/2014)

90% das mortes é culpa do tráfico de drogas e que o trabalho de urbanização tem o objetivo de restringir o tráfico. Logo depois respondeu sobre a piscicultura, ressaltando que muitas oportunidades são ligadas a esse trabalho, e disse que são áreas públicas e não podem ser usadas para fins privados. No momento não tem uma resposta para a questão da piscicultura e que as demais decisões serão a qualificações da área pública que sejam geradoras de emprego e renda e que não podem ser interferidas por questões privadas. O Secretário finalizou a reunião às 22h30min e agradeceu a

participação de todos. Eu Luciana Martins Ferreira, Técnica da UPS e secretária nessa reunião lavrei a presente Ata que após lida e achada conforme por todos, será assinada por mim e pelos presentes acima referenciados. Segue em anexo a lista dos presentes e fotos da reunião. Teresina, quatro de novembro do ano de 2014.

LUCIANA MARTINS FERREIRA

Secretário Municipal de Planejamento WASHINGTON LUIS DE SOUSA BOMFIM.

Consultor JOSÉ ALEXANDRE MONTEIRO FORTES.

Consultor OTTO RIBAS.

Coordenadora da UPS DENISE MARIA DA SILVA BATISTA LEAL.

ANEXO 7 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO PARNAÍBA SISTEMA LAGOAS DO NORTE

Carlos E. M. Tucci

1. INTRODUÇÃO

1.1 ANTECEDENTES

O PROGRAMA Lagoas do Norte de Teresina prevê a coleta e tratamento de esgoto desta área da cidade. O Tratamento do esgoto está sendo transferido para tratamento na ETE Pirajá e a mesma está sendo ampliada para receber esta carga adicional.

O efluente da ETE Pirajá está atualmente sendo lançado na margem do rio Parnaíba junto a Teresina. Com ampliação e a modernização da ETE está sendo previsto o lançamento do efluente por emissário de rio no referido rio.

A qualidade da água das lagoas atualmente está bastante deteriorada devido a carga de esgoto que ainda não foi coletado para ser transferido para ETE que se soma a poluição pluvial devido a lavagem das ruas. Quando estiver completo com coleta e tratamento de esgoto, somente haverá poluição pluvial para as lagoas e o bombeamento para o rio Parnaíba.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo são:

- Determinar as condições de qualidade da água no rio Parnaíba com o novo efluente da ETE Pirajá, disposto com um emissário;
- Avaliar a qualidade da água das lagoas depois de retiradas as cargas de esgoto;

RESUMO

No capítulo seguinte são apresentadas as características de projeto da ETE e as cargas afluentes e defluentes do esgoto, de acordo com o seu projeto.

No terceiro capítulo é apresentada a avaliação da qualidade da água das Lagoas e no capítulo 4 é apresentada a avaliação da capacidade de diluição da carga poluente no rio Parnaíba e avaliação de acordo com a classe do rio.

No quinto capítulo são apresentadas as conclusões e recomendações deste estudo.

2. CARACTERÍSTICAS DA ETE PIRAJÁS

2.1 POPULAÇÃO E VAZÃO AFLUENTE A ETE

A Região da Lagoas do Norte em Teresina corresponde a aproximadamente 13 km² de área urbanizada, incluindo os lagos e canais. O Programa Lagoas do Norte está sendo desenvolvido de acordo em quatro macro áreas de atuação. A Etapa 1 entrará em operação ainda no ano de 2014; a etapa 2 e 3 em 2015 e a etapa 4 em 2016. Na tabela 1 é apresentada as etapas, bairros e populações e as vazões produzidas.

*Tabela 4 População e vazão para tratamento de esgoto por bairro no programa Lagoas do Norte
(Martins, 2014)*

Contribuições do Lagoas do Norte					
ETAPA	BAIRROS	Pop (hab)		Qméd (l/s)	
		2014	2034	2014	2034
1	Alvorada	5.650	5.718	7,5	7,6
	Matadouro	6.104	8.501	8,3	11,6
	São Joaquim	10.558	11.458	14,4	15,6
Subtotal 1		22.312	25.677	30,20	34,80
2	Bom Jesus	3.914	4.757	5,2	6,3
	Buenos Aires	8.067	11.162	10,4	14,5
	Embrapa	1.091	1.113	1,4	1,4
Subtotal 2		13.072	17.032	17,0	22,2
3	Poti Velho	4.049	4.920	5,4	6,5
	Aeroporto	8.213	10.006	10,9	13,2
	Mafrense	7.047	8.564	9,3	11,3
	Alto Alegre	5.948	8.231	8,1	11,2
	Nova Brasília	7.359	8.943	10,0	12,2
	Itaperu	2.351	3.239	3,0	4,2
	Olarias	2.640	4.477	3,4	5,8
Subtotal 3		37.607	48.380	50,1	64,4
4	Mocambinho	30.809	37.442	40,8	49,5
	São Francisco	5.453	5.453	7,2	7,2
Subtotal 4		36.262	42.895	48,0	56,7
TOTAL		109.253	133.984	145,3	178,1

Foram previstas outras contribuições para a ETE nos próximos anos, veja tabela 2. Desta forma a previsão de carga de acordo com os horizontes de planejamento é sintetizada na tabela 3. No estágio final a ETE estará tratando o esgoto de 189 mil pessoas com vazão da ordem de 300 l/s.

Tabela 5 Outras contribuições a ETE Pirajá (Martins, 2014)

Novas Contribuições a ETE Pirajá				
BAIRROS	Pop (hab)		Qméd (l/s)	
	2014	2034	2014	2034
Cabral	3.343	4.628	5,6	7,80
Porenquanto	2.378	2.956	4,0	5,00
Morro da Esperança	3.084	2.520	4,5	3,70
Primavera	9.880	13.700	13,4	18,60
Real Copagri	6.300	8.737	8,2	11,30
Memorare	6.151	7.475	8,1	9,90
Água Mineral	13.140	15.968	17,4	21,10
Cristo Rei	8.914	11.806	19,3	25,6
PE 8/2; PE 8/3; PE 8/4 (ZONAL SUL)				35,17
TOTAL	44.276	55.984	61,2	138,17

Tabela 6 Valores totais de população e vazão

Horizonte	Lagoas do	Norte	Outros	Total		
	População	Vazão l/s	População	Vazão l/s	População	Vazão l/s
2014	109.253	145,3	44.276	61,2	153.529	206,5
2034	133.984	178,1	55.984	138,17	189.968	306,27

2.2 CARACTERÍSTICAS DA ETE

2.2.1. Melhoria na ETE

Segundo Martins (2014) A reforma da ETE Pirajá para melhorar a sua capacidade e eficiência foi planejado três fases.

FASE 0: Esta etapa consiste na implantação de um novo tratamento preliminar, por se tratar de uma obra emergencial do tipo investimento e a princípio é a etapa do tratamento que mais se adequa a disponibilidade financeira. As obras envolvem o seguinte:

- Dois canais de pré-tratamento com uma unidade equipada com grade automática e outra mediante grade manual;
- Câmara de bombeamento composta por quatro moto-bombas existentes na estação;
- Duas unidades de desarenadores com vazão unitária de 170 l/s, além da instalação de duas bombas verticais de areia com vazão unitária de 25 m³/h e um classificador de areias.

FASE 1: Limpeza das lagoas de aeração e maturação que também se encontram com sua operação comprometida devido ao grande acúmulo de lodo sedimentado; além da implantação de um novo tratamento primário. Ainda nesta fase serão instalados alguns equipamentos no sistema de tratamento preliminar, conforme a seguir:

- A grade manual instalada na fase 0 será substituída por uma grade automática semelhante ao outro canal;
- Algumas bombas da câmara de bombeamento existentes na fase 0 serão substituídas por outras unidades de maior vazão unitária;
- Será instalado uma terceira peneira rotativa para a retenção de finos;
- Também será construído um terceiro desarenador com a mesma vazão unitária (170 l/s) das unidades previamente instaladas.
- Para o tratamento primário serão instalados 12 reatores UASB para tratar a vazão média de 100 l/s. Cada unidade possuirá um volume unitário de 240 m³. O lodo proveniente desta operação será enviado para 3 leitos de secagem mediante 7 (6+1) bombas helicoidais de 10 m³/h de vazão unitária;
- Recuperação das lagoas existentes através do seu esvaziamento e o lodo acumulado será retirado mediante pá carregadeira e meios manuais sendo direcionado para 6 unidades de leitos de secagem.

FASE 2: melhoria do sistema de tratamento, combinando os UASBs já instalados e as lagoas recuperadas na fase 1, para elevar a capacidade da unidade para atendimento da demanda futura de 500 l/s e dotando de eficiência aproximada de 99% de remoção de coliformes, 85 % de DBO e 80 % de sólidos. Na sequência alguns benefícios da solução adotada:

2.2.2 Vazões

As vazões de partida do projeto Fase 0 são apresentadas na tabela 4. A vazão no qual a ETE está trabalhando é de 92 l/s, mas a ETE tem capacidade para 292,20 l/s. A vazão projetada para a fase é de 340 l/s.

Tabela 7 Capacidade atual e vazão sendo tratada (Martins, 2014)

Vazão de tratamento atual	92 l/s
Capacidade da ETE em l/s	292,20 l/s (vazão média de 267,87 l/s mais a vazão de infiltração de 24,33 l/s)
Vazão de projeto	340 l/s

Na tabela 5 são apresentados os cenários de vazão considerando a carga atualmente tratada pela ETE a carga da Lagoa do Norte e carga potencial que poderá ser transferida para a AETE. Resultam o cenário atual que o projeto atende no limite a carga total e no cenário futuro que terá um déficit de 158 L/s, portanto exigindo uma expansão da capacidade de tratamento da ETE.

Tabela 8 Cenários

Afluências	2014	2034
Vazão atual afluindo	90,94	102,3
Outros	61,2	138,17
Lagoas do Norte	145,3	178,10
Totais	297,44	418,57
Projeto atual	340	
Saldo	42,56	-158,57

2.2.3 Concentrações residuais de Projeto

Na tabela 5 são apresentadas as cargas previstas de acordo com o projeto da ETE para a fase 0.

Tabela 9 Cargas (Martins, 2014)

Parâmetros	Efluente bruto	Efluente tratado
DBO _{5,20}	350 mg/L O ₂	≤ 120 mg/L
Coliformes Termotolerantes	1,6 x 10 ⁷ NMP/100 ml	≤ 1000 NMP/100 ml
Fósforo Total	7,5 mg/L P	≤ 0,1 mg/L P
Nitrogênio Amoniacal	26,8 mg/L	≤ 20 mg/L
Nitrato	8 mg/L	≤ 10 mg/L
Oxigênio Dissolvido	2 mg/L O ₂	≥ 5 mg/L O ₂
Óleos e Gorduras	30 mg/L	≤ 100 mg/L
Sólidos Totais Dissolvidos	260 mg/L	≤ 500 mg/L
Cloretos	60 mg/L	≤ 250 mg/L

3. QUALIDADE DA ÁGUA DAS LAGOAS

3.1 ESTUDO PRÉVIO E CRITÉRIOS ADOTADOS

Este capítulo reproduz parte dos resultados obtidos por Tucci e Cruz (2005) nos cenários em que a área de contribuição para as Lagoas do Norte possui o sistema de coleta e tratamento atualmente previsto.

Neste estudo foram considerados os seguintes aspectos nos resultados a seguir apresentados:

- A. Precipitação mensal para o balanço do lago para o período de 1914 a 2004;
- B. Cenários: (a) *cenário atual* –urbanização com impermeabilização de 2005; (b) *cenário futuro* –urbanização com impermeabilização de 2025 ;
- C. A vazão média de saída do sistema (vazão média mensal de bombeamento) foi calculada como 0,205 m³/s. Este valor foi obtido a partir da análise do número médio de dias com eventos por mês, para toda a série histórica com um valor máximo de 12 horas de funcionamento contínuo das bombas;
- D. Este cenário considera a coleta e tratamento de todos os efluentes sanitários gerados nas bacias hidrográficas contribuintes às lagoas. A carga de aporte ao sistema restringe-se portando ao escoamento pluvial. Este cenário supõe que os efluentes das estações de tratamento serão despejados no rio Parnaíba à partir da ETE Pirajá e não no sistema de lagoas.

Os resultados do relatório de Tucci e Cruz, (2005) são sintetizados no item a seguir de qualidade da água das Lagoas. A metodologias e os dados específicos usados de concentração podem ser obtidos em Tucci e Cruz (2005).

3.2 QUALIDADE DA ÁGUA DAS LAGOAS

3.2.1 Cenário atual

DBO: O impacto do tratamento total dos efluentes sanitário é notório, principalmente no período de estiagem. No período chuvoso ainda se verifica a existência de DBO no sistema, principalmente nas Lagoas Cer. Poti, Jacaré e Acarape. As concentrações situaram-se entre 3,19 mg/l e 0,02 mg/l (figura 1). Observa-se que a qualidade da água de estiagem se recupera e as concentrações são maiores no período chuvoso devido as cargas pluviais, mas com valores bem menores que os anteriores do período seco. Mesmo no período chuvoso a carga de DBO é muito pequena devido a capacidade diluidora e de deposição das Lagoas;

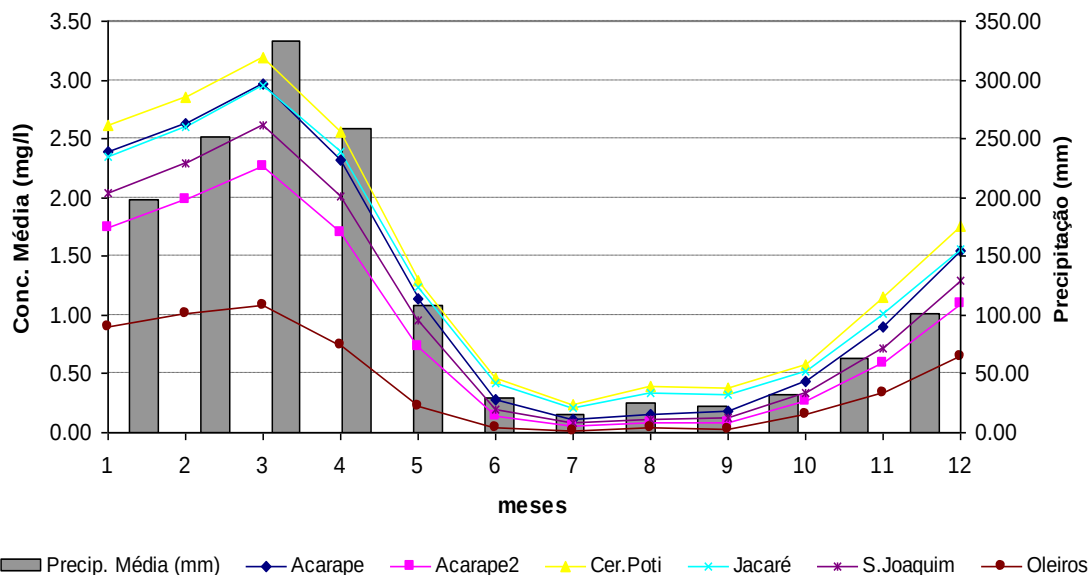


Figura 3 Distribuição da concentração média mensal de DBO nas lagoas para o cenário atual com tratamento.

Fósforo: O valor de concentração de Fósforo situou-se muito abaixo do limite de eutrofização (0,07 mg/l, CEPIS, 1990) (figura 2) no período de estiagem, no entanto no período úmido verifica-se que este limite é excedido em alguns meses em função da carga pluvial.

Nitrogênio: Os valores de concentração de Nitrogênio situaram-se entre 0,41 mg/l e 0,001 mg/l (figura 3). Os valores apresentam a mesma tendência de elevação nos períodos úmidos.

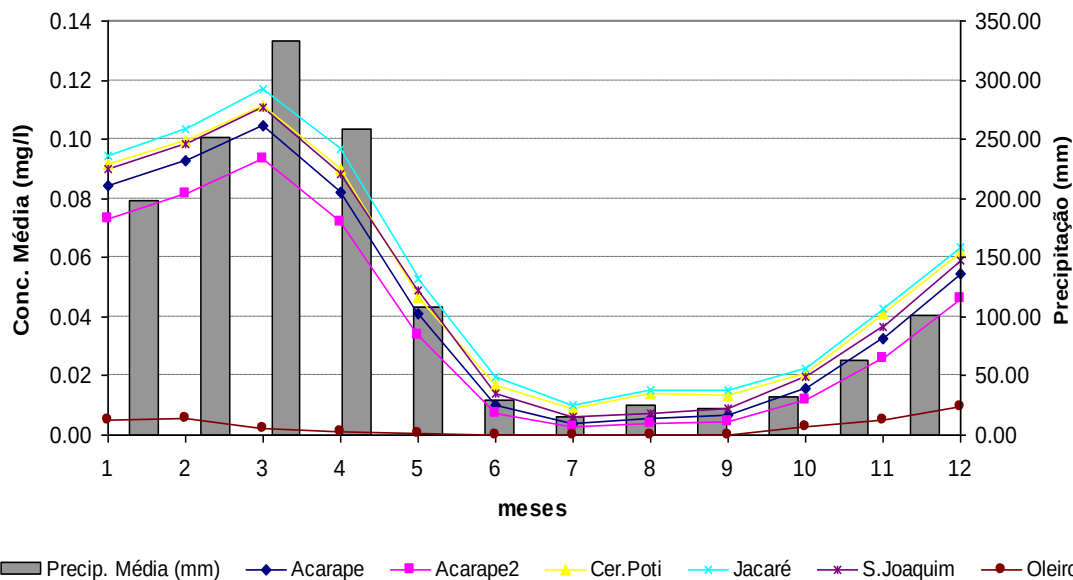


Figura 4 Distribuição da concentração média mensal de Fósforo nas lagoas para o cenário atual com tratamento

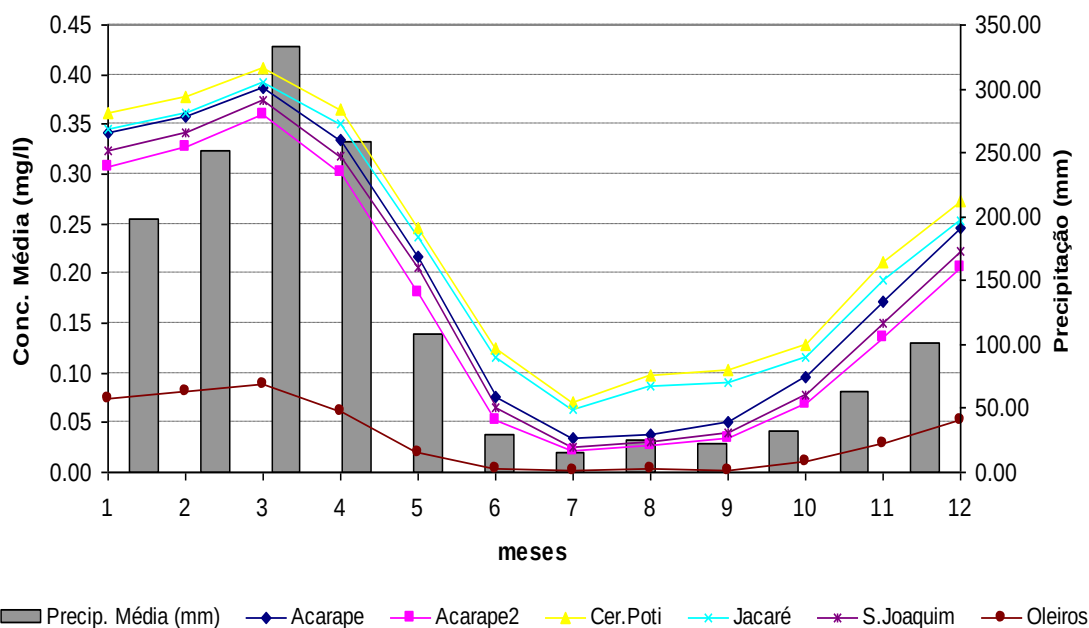


Figura 5 Distribuição da concentração média mensal de Nitrogênio nas lagoas para o cenário atual com tratamento.

Coliformes: As concentrações de Coliformes mostraram grande abatimento, com valores variando de 95,6 num/100ml a $2,49 \times 10^5$ num/100ml (Figura 4). Verifica-se ainda que no período úmido os valores de Coliformes podem superar os limites admissíveis (CONAMA 357/2005). No entanto, estes limites se referem a cargas pontuais.

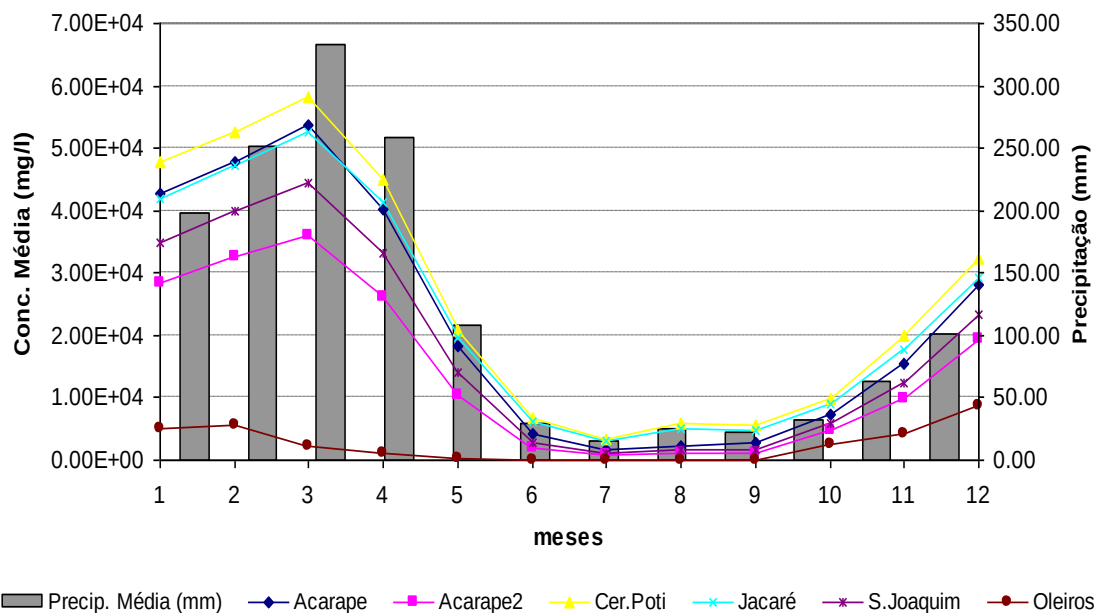


Figura 6 Distribuição da concentração média mensal de Coliforme nas lagoas para o cenário atual com tratamento

OD: Verifica-se um aumento significativo nas concentrações de OD em todas as lagoas, principalmente no período de estiagem. No período chuvoso verifica-se uma queda nas concentrações de OD principalmente na lagoa Acarape, devido ao aporte de DBO nesta lagoa e a seu reduzido volume. Os valores situaram-se entre 3,89 mg/l e 7,58 mg/l (figura 5).

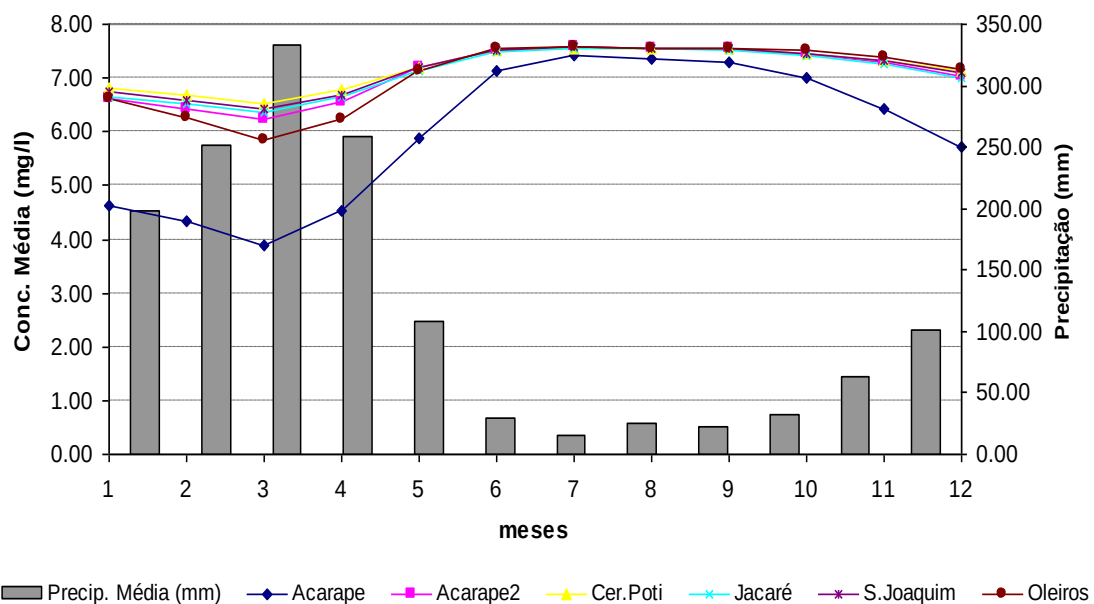


Figura 7 Distribuição da concentração média mensal de OD nas lagoas para o cenário atual com tratamento

3.2.2.Futuro:

Neste cenário são computadas as cargas futuras do pluvial, projetadas para o ano 2025, considerando também o volume pluvial escoado para a ocupação futura.

DBO: Os valores de DBO situaram-se entre 3,38 mg/l e 0,05 mg/l (figura 6). Verifica-se que o limite estabelecido (5 mg/l) não é superado para este cenário de ocupação.

Fósforo: A concentração de Fósforo situou-se muito abaixo do limite de eutrofização (0,07 mg/l) no período de estiagem, no entanto no período úmido verifica-se que este limite é excedido em alguns meses, excetuando-se a lagoa Oleiros. Os valores variaram entre 0,13 mg/l e 0,00003 mg/l (figura 7);

Nitrogênio: Os valores de concentração de Nitrogênio variaram de 0,43 mg/l a 0,002 mg/l (figura 8). Os valores apresentam a mesma tendência de elevação nos períodos úmidos devido a carga dos pluviais e redução no período seco.

Coliformes: O valor máximo registrado foi de $3,19 \times 10^5$ num/100ml no período úmido e o mínimo foi de 195 num/100ml (figura 9).

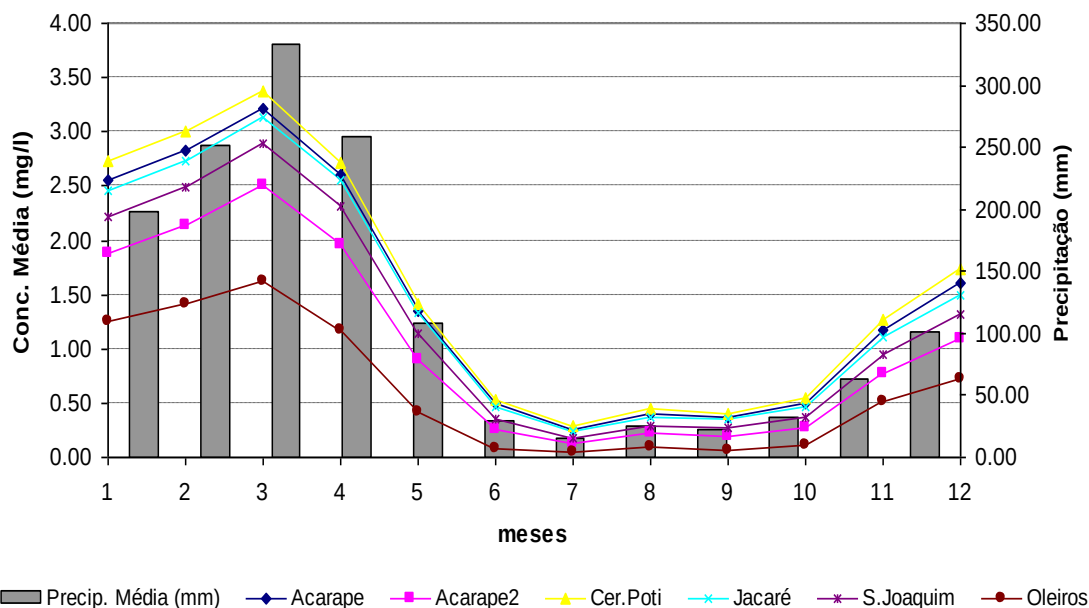


Figura 8 Distribuição da concentração média mensal de DBO nas lagoas para o cenário futuro com tratamento

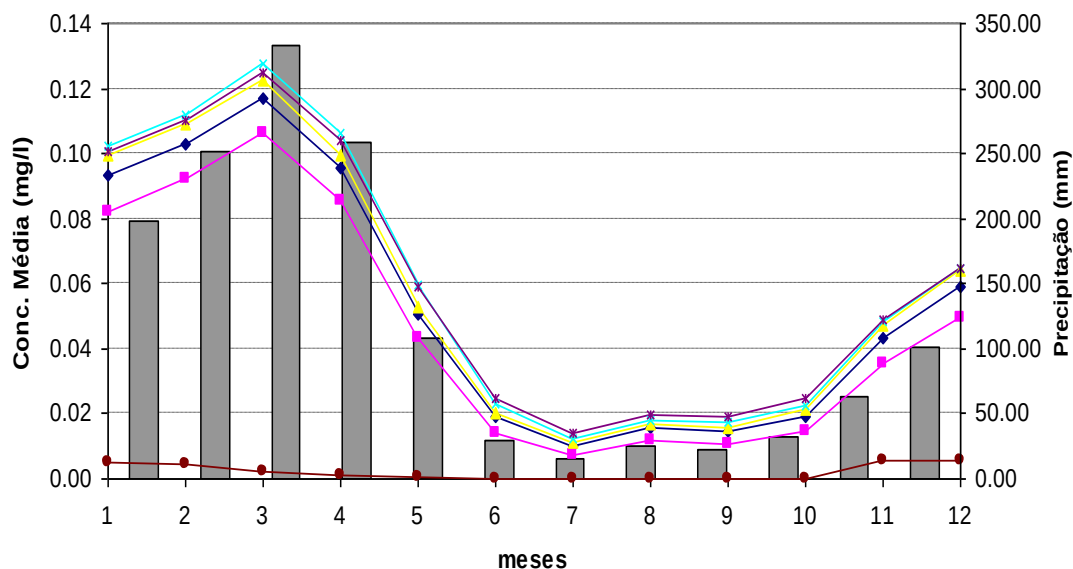


Figura 9 Distribuição da concentração média mensal de fósforo nas lagoas para o cenário futuro com tratamento

OD :Verificou-se também neste cenário a elevação nas concentrações de OD, com valores variando de 4,98 mg/l a 7,58 mg/l (figura 10).

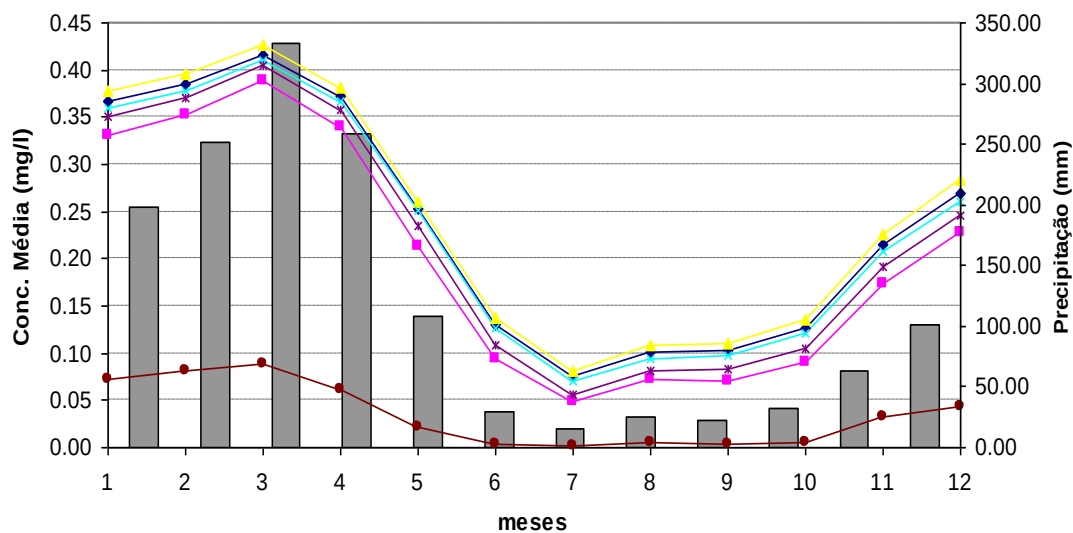


Figura 10 Distribuição da concentração média mensal de Nitrogênio nas lagoas para o cenário futuro com tratamento

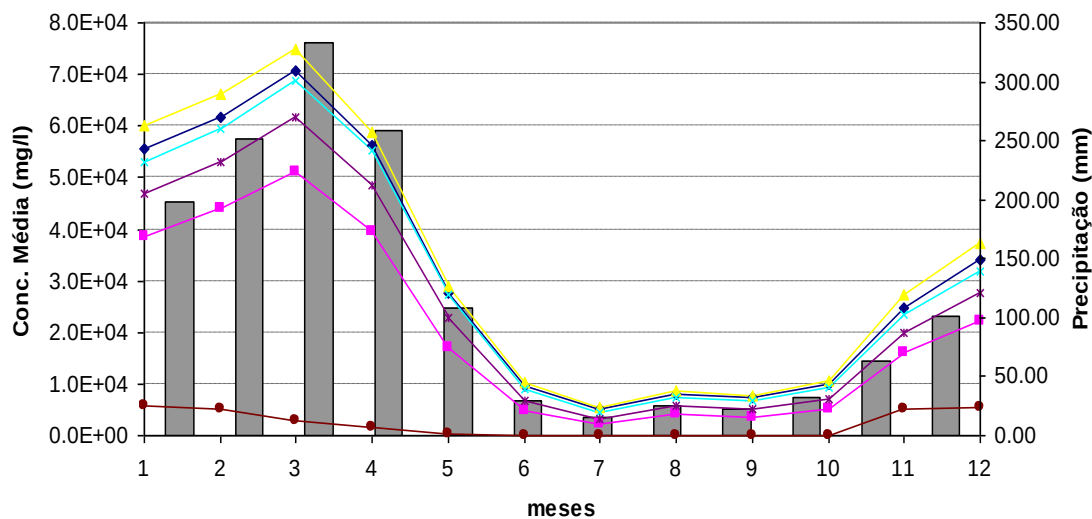


Figura 11 Distribuição da concentração média mensal de Coliforme nas lagoas para o cenário futuro com tratamento

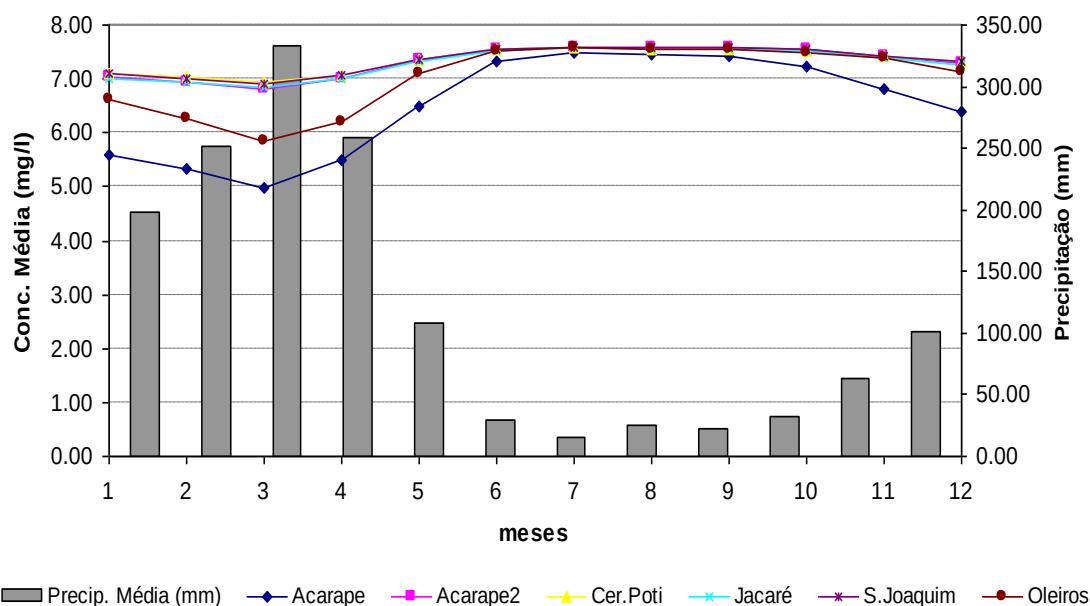


Figura 12 Distribuição da concentração média mensal de OD nas lagoas para o cenário futuro com tratamento.

4. CONCLUSÕES

Com a retirada do esgoto sanitário que atualmente entra nas lagoas sem tratamento e sua transferência para a ETE Pirajá, as lagoas apresentarão recuperação da qualidade da água a níveis bons. A carga difusa resultante é devida às águas pluviais que podem impactar principalmente meses mais chuvosos.

A qualidade da água nas lagoas simuladas considerando as cargas pluviais, tanto para o cenário atual de urbanização como para o futuro mostram valores de concentração dentro limites de sustentabilidades principalmente devido às condições de grande volume nas lagoas o que permite uma diluição e recuperação da qualidade da água pluvial. O único parâmetro que é superado em meses chuvosos (Janeiro a abril) é o fosforo, mas se recupera rapidamente nos meses seguintes. Além disso, a concentração média é pouco superior a limite de eutrofização. O Lagos dos Oleiros que é o maior deve-se manter oligotrófico todo o período.

As concentrações nos Oleiros são adequadas (dentro dos padrões do CONAMA) em todos os cenários para todos os parâmetros de qualidade da água. Portanto, o efluente bombeado para o rio Parnaíba não contribui para sua contaminação.

4.1. AVALIAÇÃO DA DILUIÇÃO DO RIO PARNAÍBA

Neste capítulo são apresentados os resultados sobre a avaliação da capacidade de diluição do efluente da ETE sobre o rio Parnaíba. No item seguinte são apresentadas as informações e características sobre o rio Parnaíba. No segundo item é avaliada a capacidade de diluição do rio frente a este efluente.

4.1.1 Efluentes

A cidade de Teresina localiza-se na margem direita do rio Parnaíba. O rio Parnaíba nesta confluência tem uma bacia de 330.000 km² (figura 11, seção A). Na figura 11 é apresentada a localização da ETE e seu lançamento no rio Parnaíba.

A jusante da ETE existe a estação de bombeamento as vazões da Lagoa dos Oleiros para o rio Paranaíba. O bombeamento da vazão das lagoas para o rio ocorrerá apenas durante eventos extremos nos meses chuvosos. Logo após a entrada destes efluentes deverá ocorrer a entrada do rio Poty aumentando a capacidade de diluição do sistema.

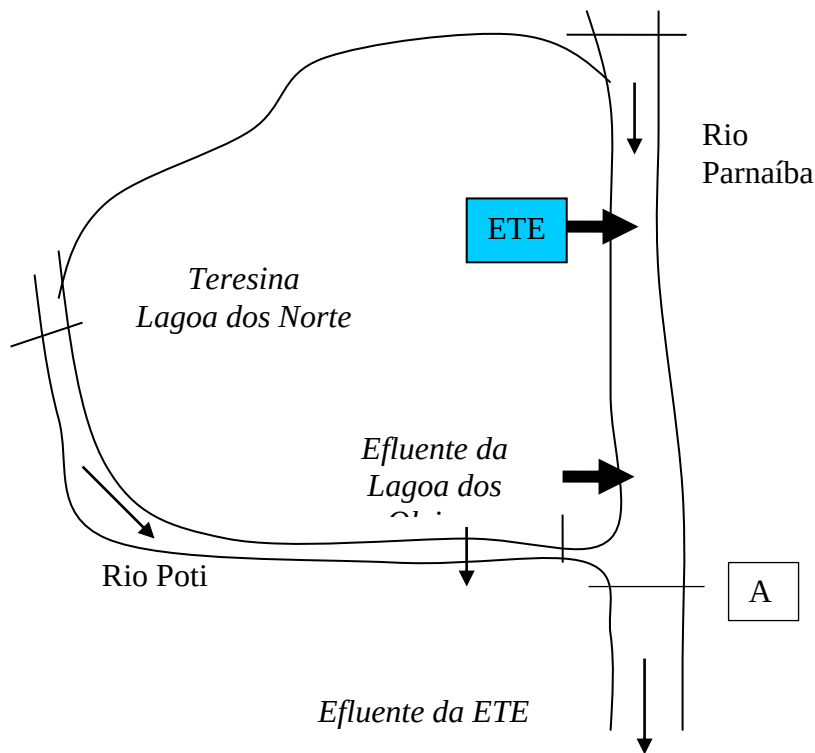


Figura 13 Características esquemáticas do sistema urbano e fluvial. A figura retrata os dois cenários.

4.1.2 Rio Parnaíba

O Rio Parnaíba (figura 12) nasce na chapada das Mangabeiras, do encontro de vários cursos d'água, sendo o rio Água Quente na divisa dos Estados do Piauí e Maranhão, o Parnaibinha no Maranhão, os Curriola e Lontra no Piauí, seus principais afluentes. Possui uma extensão de 1.485 Km, aproximadamente, segundo a direção geral Sul-Norte.

A bacia do Parnaíba é dividida em três partes:

- (a) **Alto Parnaíba**, das cabeceiras até confluência com o rio Gurguéia, inclusive;
- (b) **Médio Parnaíba** até a confluência com o rio Poti, inclusive, em Teresina;
- (c) **Baixo Parnaíba**, até o encontro com o Oceano Atlântico.

Em seu curso alto, que vai de sua nascente (municípios de Barreiras-PI, e Alto Parnaíba - MA) à Foz do Gurguéia (município de Jerumenha), o rio Parnaíba recebe águas tanto do Maranhão como do Piauí e atravessa uma região abundante em brejos e ribeirões. No curso médio, que se estende da foz do Gurguéia à foz do Poti (município de Teresina), as águas que ele recebe são quase que somente providas do Piauí. No curso baixo, além de águas piauiense e maranhense passa a receber também, águas do Ceará. Este trecho vai da foz do Poti à foz do Parnaíba (município Ilha Grande).

A figura 12 apresenta a bacia do rio Parnaíba e os postos fluviométricos com dados próximos de Teresina.

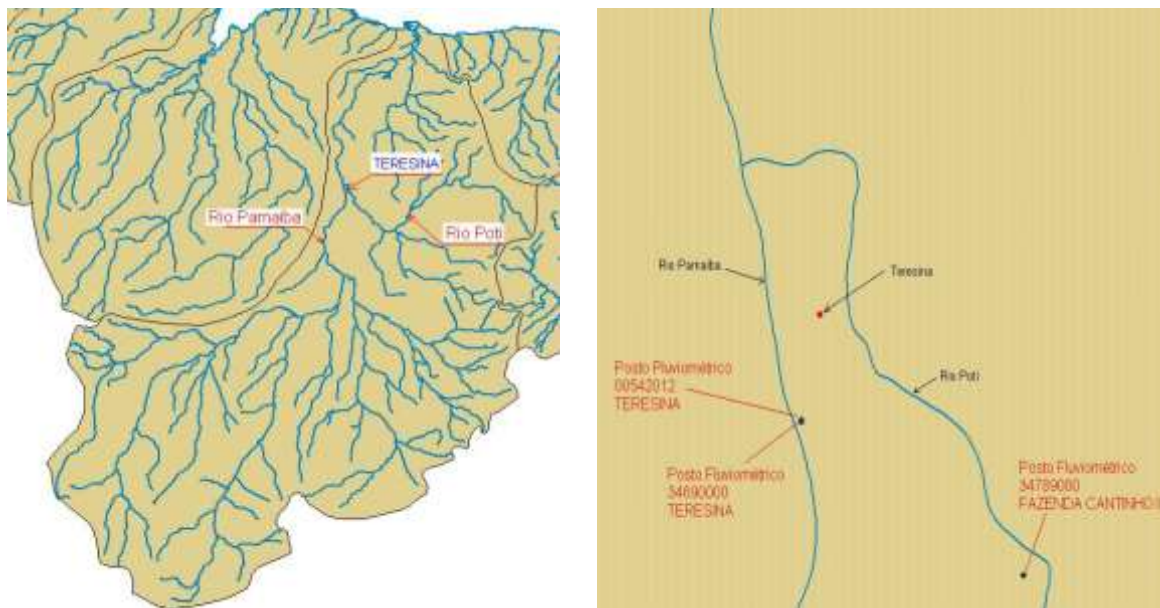


Figura 14 Localização dos rios e dos postos plu-fluviométricos na região (ANA, 2005)

Dentre todas sub-bacias, destacam-se aquelas constituídas pelo rio Balsas (5% da área total da Bacia), no Maranhão, as dos rios Uruçui-Preto (4,7%), Gurguéia (9,9%), Longá (8,6%) e Poti (16,1%), no Piauí. Mais de 90% da área da bacia encontra-se em terrenos sedimentares, com grande potencial aquífero, com solos de alto potencial agrícola que necessitam de aplicação de calcário para reduzir a acidez e a saturação de alumínio, quando explorados com cultivos agrícolas. Nas áreas sedimentares - Alto Parnaíba e Gurguéia - predominam solos latos solos e podzólicos e aluviões ao longo dos rios, no Baixo Parnaíba. Os vales do Fidalgo, Poti, Canindé e Piauí apresentam também solos propícios à exploração agrícola com latos solos e relevo

adequado à exploração da agricultura. A estrutura geológica define o relevo e a topografia da Bacia com chapadas e chapadões - tabuleiros - entre os vales. As altitudes máximas são inferiores a 800 metros.

A cobertura vegetal se ajusta ao quadro geomorfológico da Bacia. Nas nascentes, no sopé da Chapada das Mangabeiras, há uma exuberante floresta subperenifólia. Sobre as grandes superfícies aplainadas domina os cerrados, que nas vizinhanças de Amarante/Floriano passa a cerrado caducifólio. Revestindo algumas chapadas, surge ora mata seca, ora cerradão. Desde Amarante, Arraial e Várzea Grande, para o norte inicia-se a participação do babaçu, dando lugar à mata dicótilo-palmácea, mais frequentemente a partir de Teresina até o sul de Luzilândia e Esperantina.

Nas vizinhanças de Luzilândia até Parnaíba, prevalece a carnaúba. Na planície litorânea, campos de várzea e manguezais, nas ilhas do Delta. Em resumo, a cobertura vegetal é diversificada, incluindo também algumas áreas de florestas ciliares, caatinga hipoxerófila - especialmente no sudeste e florestas caducifólias.

Existem no Vale do Parnaíba, entre construídos e projetados, 32 barramentos com capacidade de acumulação de 8.966 hm³. Desses, 12 encontram-se construídos nos cursos de água e têm capacidade de acumulação de 6.032 hm³, sendo que 5.085 hm³ são relativo à barragem de Boa Esperança, a maior e mais importante de todas as barragens do vale do Parnaíba.

O principal aproveitamento hidrelétrico da Bacia é a Barragem de Boa Esperança, inaugurada em 1970. Esta Usina é operada pela Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF, com potência total de 240 MW. O suprimento hidrelétrico da bacia do Parnaíba é efetuado em 69kV a partir de várias subestações. A rede rural está em fase de expansão em ambos os estados, entretanto é reduzido o consumo por habitante devido ao baixo nível de renda da população. Por outro lado a deficiência de redes de distribuição tem inibido o processo de desenvolvimento.

4.1.3 Vazões

Existem postos fluviométricos nos dois rios a montante do município de Teresina, com séries de dados diários de vazão, cotas, sedimentos, alguns parâmetros de qualidade da água e seções transversais (ANA, 2005). A figura 12 mostra a localização dos rios e dos postos fluviométricos e pluviométrico e a tabela 10 resume as principais informações sobre estes postos.

Para análise da capacidade de diluição no trecho do rio Parnaíba utilizou-se das vazões do posto Teresina com área de drenagem de 270.000 km². A área de drenagem no local do lançamento apresenta pequena diferença com relação a este valor, portanto não foi feita correção das vazões.

Tabela 10 Informações básicas sobre os postos fluviométricos na região (ANA, 2005)

Informações	Rios	
	Parnaíba	Poti
Posto	34690000	34789000
Nome	TEESINA	FAZENDA CANTINHO II
Área contribuinte (km ²)	273.000	50.000
Latitude	-05 08 08	-05 12 09
Longitude	-42 48 43	-42 41 48
Altitude (m)	70,0	80,0
Operadora	CPRM	CPRM
Responsável	ANA	ANA
Período de leituras (vazões)	03/1981 a atual	07/1990 a atual

O posto possui série de 1981 a 2007 com algumas falhas como pode ser observado na tabela de vazões mensais apresentadas no anexo A. Na figura 13 é apresentada a variabilidade sazonal das vazões onde se observa que o período seco é de junho a novembro e o período úmido de dezembro a maio.

Na figura 14 se observa a variabilidade interanual com a média móvel de 5 anos. Mostrando que depois de 1991 a tendência da média móvel de 5 anos fica sempre abaixo da média de longo período. Este comportamento tem sido observado nas séries no Norte, Centro – Oeste e Nordeste. Representa um prolongado período de estiagem.

Na tabela 8 são apresentadas algumas das vazões características do posto. Na figura 15 é apresentada a curva de permanência de vazões diárias que permite avaliar a duração das vazões no rio, obtida com o período de dados acima.

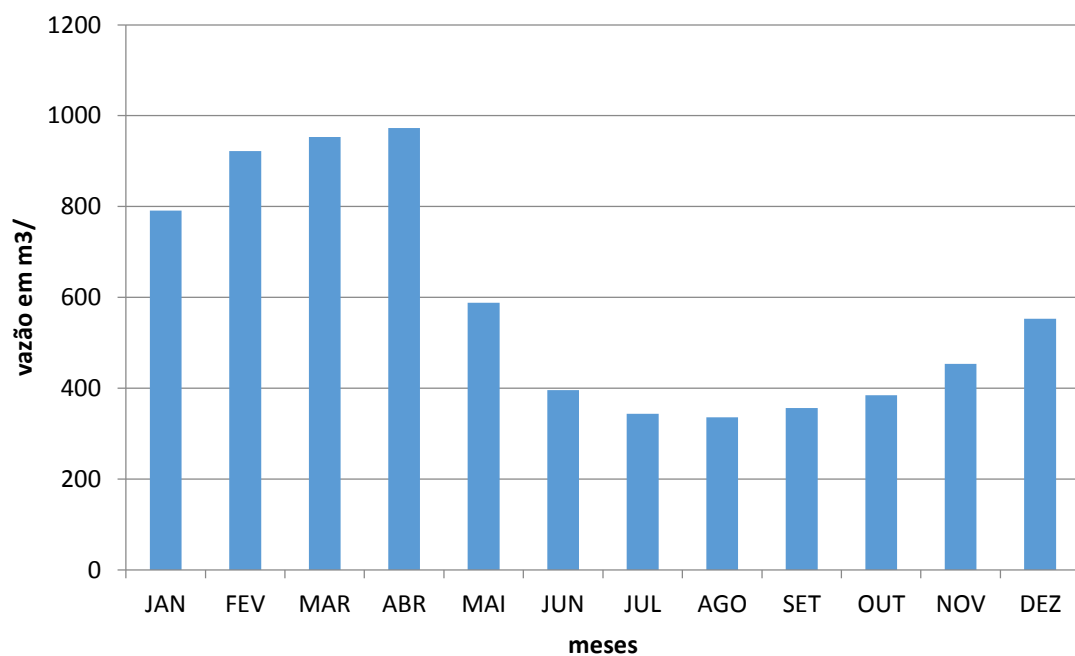


Figura 15 Vazões médias mensais do posto Teresina no rio Paranaíba.

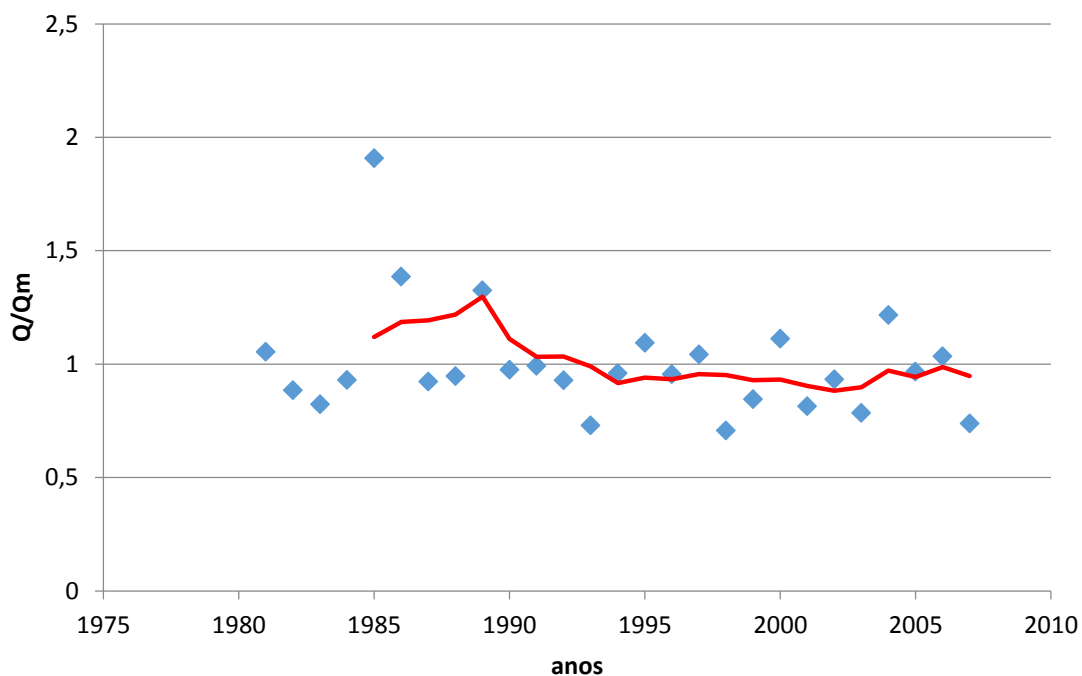


Figura 16 Vazões adimensionais (vazão média anual por vazão média de longo período).

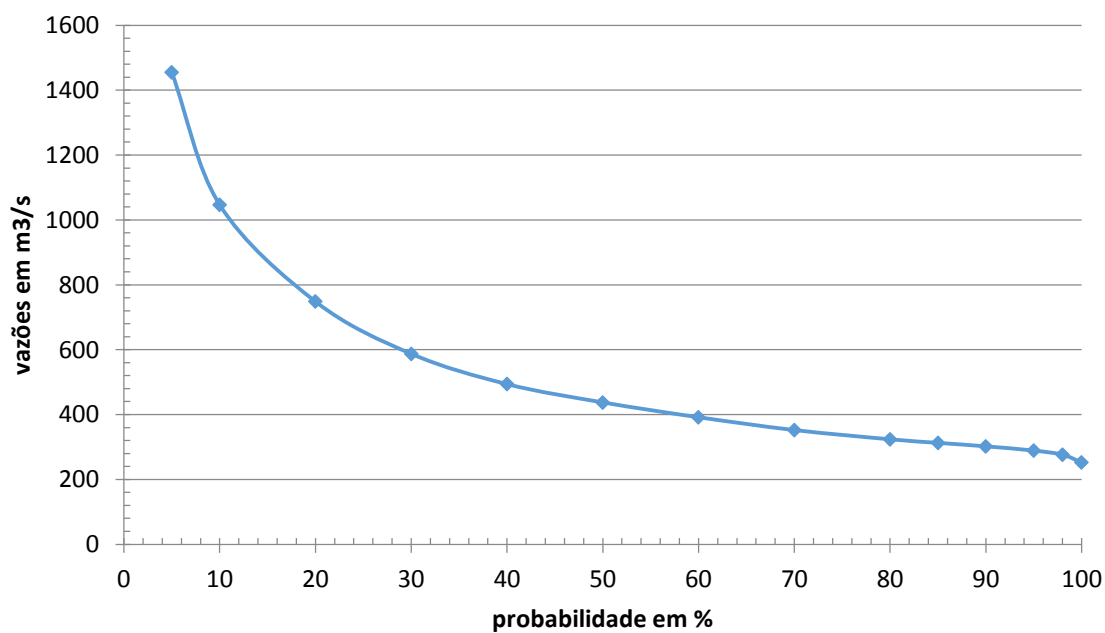


Figura 17 Curva de permanência das vazões do posto de Teresina de 1981 a 2007.

Tabela 11 Vazões características

Vazões características	Valores (m3/s)
Vazão média de longo período	586,62
Vazão mínima 7 dias 10 anos ¹	261,1
Vazão Q95	289,00

1 – fonte: Tucci e Cruz (2005)

4.1.4 Qualidade da água do rio Parnaíba

Existem poucos dados disponíveis de medições de qualidade da água do rio Parnaíba. A tabela 9 mostra os valores de alguns parâmetros de qualidade medidos e as datas de medição.

Observa-se que os valores de concentração de DBO são pequenos, o OD está próximo da saturação, enquanto que os coliformes fecais também são baixos. Para o período recente existe apenas OD, mas pelos valores aparentemente o DBO parece não ter se alterado muito.

4.1.5 Características da seção do rio Parnaíba

No trecho de rio em estudo não existem dados batimétricos. A seção de medição fica 12,7 km à montante da confluência dos dois rios. A seção do posto é caracterizada aproximadamente na figura 16. A declividade média do fundo do rio foi estimada em 0,25 m/km e a rugosidade de Manning adotada foi de 0,028.

Tabela 12 .Parâmetros medidos de qualidade da água no rio Parnaíba –Teresina (ANA,2005)
(mg/l)

Data	DBO	OD	Nitrogênio Amoniacal	Nitratos	Nitritos	Coliforme Fecal num/100ml
30-set-92	2,0	5,5	0,11	0,18	4.1	200
28-abr-93		6,3				
28-abr-93	2,0	6,3	0,15	0,05	0.001	800
29-abr-93	2,0		0,15	0,05	0.001	800
06-out-94	2,0	5,6	0,13	0,05	0.002	200
21-mar-95	2,5	6,4		0,12	0.003	
04-set-95	2,0	4,4	0,53	0,05	0.007	
09-nov-95	2,4	5,2	0,20	0,05	0.007	400
20-ago-96	0,0	4,5	0,10	0	0.0023	400
27-mar-98		6,8				
01-jun-98		7,0				
03-set-98		6,7				
01-dez-98		6,1				
17-mai-99		7,8				
20-ago-99		6,3				
30-nov-99		7,7				
01-jun-00		4,0				
10-ago-00		4,4				
14-set-00		4,4				
18-out-00		5,0				
18-jun-01		6,2				
22-ago-01		7,0				
06-dez-01		6,0				
28-mar-02		7,5				
29-mai-02		6,9				
11-ago-02		6,5				
12-nov-02		6,9				
12-nov-02		6,9				
28-fev-03		6,5				
29-ago-03		7,1				
13-nov-03		6,9				
03-abr-04		6,3				

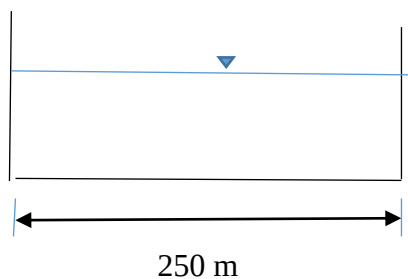


Figura 18 Seção esquemática do rio Parnaíba no posto Teresina

4.2. CAPACIDADE DE DILUIÇÃO DO RIO

4.2.1 MODELO DE SIMULAÇÃO

No trecho em estudo não existem dados batimétricos, mas apenas a seção transversal na seção de medição. A condição de simulação para verificar a capacidade de diluição de efluente doméstico é de estiagem. Além disso, considera-se que haverá um emissário para o efluente até a zona de maior velocidade, para melhorar a dispersão e diluição da pluma.

Considerando os dados disponíveis e a condição de escoamento o modelo que pode permitir analisar o efluente é de regime permanente uniforme. Com base nestas considerações o modelo adotado é de escoamento permanente uniforme, aplicando-se as tradicionais equações de Streeter e Phelps para DBO e OD são:

$$\frac{dL}{dt} = -k_1 L \quad (4.1)$$

$$\frac{dC}{dt} = -k_1 L + k_2 (C_s - C) \quad (4.2)$$

onde L = a concentração de DBO EM mg/L;

k_1 = coeficiente de decaimento de DBO, em 1/dia ;

C é a concentração de OD em mg/L;

k_2 = o coeficiente de reaeração 1/dia;

C_s concentração de saturação de oxigênio em mg/L.

A concentração de DBO é estimada por

$$L = L_o e^{-k_1 t} \quad (4.3)$$

onde L_o = a concentração do DBO em mg/L na seção de lançamento da carga.

Considerando $D = (C_s - C)$ e resolvendo a equação 4.2 para D , resulta a seguinte expressão:

$$D_t = \frac{k_1 L_o}{k_2 - k_1} (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) + D_o e^{-k_2 t} \quad (4.4)$$

onde D_o é o valor de D no lançamento da carga; e

$$C_s = 14,652 - 0,41022T + 7,991 \times 10^{-3} T^2 - 7,774 \times 10^{-5} T^3 \quad (4.5)$$

onde T é a temperatura em °C.

A concentração no rio da mistura tanto para DBO como para OD e demais concentrações na seção de lançamento do efluente obtida por

$$L = (Q_m \cdot C_m + q_e C_e) / (Q_m + q_e) \quad (4.6)$$

onde C_m = a concentração do rio a montante da seção de lançamento em mg/L ;

C_e = a concentração do efluente em mg/L;

Q_m = é vazão de montante da seção no rio em m³/s;

Q_e = é a vazão do efluente para o cenário em estudo em m³/s.

A distância do ponto de lançamento com a menor concentração de OD é obtido por

$$x_c = \frac{v}{k_2 - k_1} \ln \left\{ \frac{k_2}{k_1} \left[1 - \frac{D_o(k_2 - k_1)}{L_o k_1} \right] \right\} \quad (4.7)$$

A concentração de OD é obtida pela equação 4.4. Nesta equação $t = x_c/v$, onde v é a velocidade média obtida.

A distância entre a seção A e B é x_{AB} , portanto

$$L_B = L_A \cdot e^{-k_1 \cdot x_{AB}/v} \quad (4.9)$$

4.2.2 Vazão de referência

A vazão de referência foi adotada igual a Q95 segundo as diretrizes da ANA. A vazão é de $Q95 = 589 \text{ m}^3/\text{s}$. Com base na equação de Manning obtém-se

$$AR^{2/3} = Q \cdot n / S^{1/2}$$

Com $n = 0,28$ e declividade estimada de $0,25 \text{ m/m}$ obtém-se

$$AR^{2/3} = 511$$

Considerando a seção retangular da figura 16 e a equação de seção retangular para A = área e R = raio hidráulico obtém-se a profundidade h

$$H = 1,545 \text{ m}$$

A velocidade do escoamento pode ser estimada para uma seção com a largura da seção por

$$V = h^{2/3} \cdot S^{0,5} / n$$

Resulta

$$V = 0,76 \text{ m/s.}$$

4.2.3 CONDIÇÕES DE MONTANTE

As condições de contorno de montante da seção de lançamento do efluente de qualidade da água são: (a) concentração de DBO de 2 mg/l , valor superior a maioria das medidas; (b) concentração de OD de $6,5 \text{ mg/l}$, maior mais frequente dos dados observados; (c) Fósforo foi adotado $20 \text{ } \mu\text{g/L}$ de concentração; (d) Nitrogênio total $0,5 \text{ mg/L}$; (e) Concentração de Coliformes 800 núm./100 ml .

4.2.4 Simulação da diluição.

Os cenários analisados são apresentados na tabela 10. Inicialmente foram calculados os valores de mistura no rio Paranaíba para os diferentes cenários, verificando-se a grande capacidade de diluição do rio Parnaíba frente aos efluentes nos diferentes cenários analisados.

Na tabela 10 também são apresentadas as concentrações resultantes na mistura e OD mínimo e a distância onde ocorreu. Os limites do CONAMA n. 357 de 17 de março de 2005, considerando a resolução 274 de 20 de novembro de 2000, os limites para classe 2 de um curso de água doce quanto a balneabilidade (recreação de contato primário) e uso para abastecimento são:

$$\text{DBO}_5 \leq 5 \text{ mg/l (20}^\circ \text{C)}$$

$$\text{OD} \leq 5 \text{ mg/l O}_2$$

Coliforme fecais ≤ 1000 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos seis amostras coletadas durante um ano (nível satisfatório de balneabilidade).

Estes resultados mostram a grande capacidade de diluição do rio Parnaíba, onde os efluentes não apresentam grande alteração nas condições médias de qualidade da água do rio quanto a DBO e OD. No caso de coliformes apresentam valores maiores para o Cenário sem tratamento.

Não foi calculado o OD mínimo devido a grande capacidade de diluição do rio Paranaíba, mostrando que o resultado pouco altera em função da carga existente para esta vazão de referência, tornando desnecessário o seu cálculo.

Tabela 13 Resultados das misturas no rio Paranaíba

Variáveis	Cenário Atual	Cenário Futuro
Vazão de Montante (Qm) (m3/s)	289	289
Vazão do Efluente (m3/s)	0,34	0,42
DBO		
Concentração montante (mg/L)	2,0	2,0
Concentração do efluente (mg/L)	120	120
Concentração da mistura (mg/L)	2,13	2,17
Fósforo		
Concentração montante (mg/L)	0,01	0,01
Concentração do efluente (mg/L)	0,1	0,1
Concentração da mistura (mg/L)	0,01	0,01
Coliforme		
Concentração montante (Num/100mL)	800	800
Concentração do efluente (Num/100mL)	1000	1000
Concentração da mistura (Num/100mL)	800,2	800,9
OD		
Concentração montante (mg/L)	6,5	6,5
Concentração do efluente (mg/L)	5	5
Concentração da mistura (mg/L)	6,498	6,497

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este estudo analisou o impacto sobre a qualidade da água nas Lagoas do Projeto Lagoas do Norte e o efeito do lançamento do esgoto tratado sobre o rio Paraíba,

As alternativas estudadas combinaram o cenário de ocupação urbana atual e futura em 2025. Os resultados mostraram o seguinte:

- Os dois cenários: atual e futuro não apresentam grande diferença devido a densificação existente estar próximo da sua saturação;

Qualidade da água sem projeto nas lagoas

- Os lagos estão totalmente eutrofizados em função da carga de esgoto sanitário escoando diretamente para as lagoas, que se somam a carga de lixo e poluição pluvial;
- O cenário de qualidade da água também é inapropriado na área urbano limítrofe devido às condições desfavoráveis que são as seguintes: (a) não existe rede; (b) o

esgoto colocado em fossas extravasa devido a baixa capacidade de percolação do solo que é argiloso. Como resultado observa-se razoável quantidade de esgoto escoando pelas ruas, criando condições inapropriadas de saúde.

Qualidade da água das Lagoas com o projeto

- Os resultados com as alternativas de tratamento de esgoto mostram que ocorre uma grande recuperação da qualidade da água das lagoas. Estas lagoas deixar de estar eutrofizadas no período seco, ficando ainda com risco de eutrofização no período úmido de acordo com o controle dos sólidos totais que chegam até nas lagoas;
- A melhoria ocorre também no período chuvoso e a manutenção das mesmas dependerá de práticas de limpeza urbana adequadas.

Qualidade da água do rio Paranaíba

- O rio Parnaíba possui grande capacidade de diluição média no seu curso e encontra-se atualmente em condições de qualidade da água boa.
- Os resultados mostraram que a qualidade da água do rio Paranaíba depois de receber o efluente da ETE não apresenta impacto em termos de qualidade da água média do rio. A capacidade de diluição é muito grande.
- Esta capacidade de diluição é da seção, mas podem impactar as margens se não for construído um emissário para a parte da seção com maior velocidade. Todos os resultados apresentados são de condições médias de qualidade do rio com emissário difusor.
- O nível de tratamento pouco altera a concentração final de DBO, OD, fósforo e coliformes no rio Parnaíba devido a grande capacidade de diluição média, desde que seja utilizado um emissário.
- O rio continua dentro da classe 2 do CONAMA, atendendo a legislação.
- Quanto a vazão de bombeamento para o rio Parnaíba a qualidade da água da Lagoa dos Oleiros depois de implantado o tratamento é de qualidade semelhante ao do próprio Parnaíba, portanto seu impacto é irrelevante, considerando os valores adotados na análise.

REFERÊNCIAS

- ANA, 2005. **HIDROWEB - Sistema de Informações Hidrológicas**. <http://hidroweb.ana.gov.br/>.
- ECSES-LN, 2005. **Estudo de Concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário – Lagoas do Norte – Teresina-PI**. (estudo em desenvolvimento)
- IBGE, 2000. Censo Demográfico. **CENSO DEMOGRÁFICO 2000: FAMÍLIAS E DOMICÍLIOS: RESULTADOS DA AMOSTRA**.
- JB ENGENHARIA, 1999 **Programa Lagoas do Norte – Projeto de Drenagem – JB Engenharia LTDA**; março/1999;

MARTINS, L. M. 2014. **Nota Técnica SEMAE/UGP Lagoas do Norte.**

METCALF & EDDY, 1991. **Wastewater Engineering. Treatment, disposal and reuse.** 3 Ed. Singapore: McGraw-Hill, Inc. International Edition, 1991. 1334p.

PMSS, 2004. Programa de Modernização do Setor de Saneamento. **Estudo Preliminar do Sistema de Esgotamento sanitário de Teresina.** Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Ministério das Cidades. Governo Federal.

SCHUELER, T.R. 1987. **Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Design Urban BMPs.** Washington: Metropolitan Council of Government.

URBONAS, B. STARHE, P, 1993. Stormwater Best management Practices and detention Prentice Hall, Englewood Cliffs.

TUCCI, C.E.M.; CRUZ, M. **Estudo de Modelagem de Qualidade da água dos rios e lagoas da cidade de Teresina para o programa Lagoas do Norte** Contrato PMT/SEMPPLAN/UGP Lagoas do Norte No 1/2005. Julho/2005

VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

Tabela 14 Vazões média mensais do posto Teresina no rio Parnaíba em m3/

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Med
1981			1132,9	1238,1	566,4	422,8	367,7	341,6	303,3	476,8	746,6	612,3	620,8
1982	987,9	813,2	940,0	550,4	444,3	351,9	317,9	299,9	299,1	460,3	446,7	344,5	521,3
1983	578,5	1260,1	527,1	535,2	348,0	303,0	291,5	280,0	258,9	277,9	491,3	665,2	484,7
1984	615,1	652,2	830,5	1466,6	542,0	355,9	310,4	282,0	338,8	332,8	388,0	456,2	547,6
1985	1124,1	1853,8	1582,4	3107,5	1442,5	672,8	460,9	376,5	427,4	516,8	656,8	1262,5	1123,7
1986	1303,8	1299,3	1864,9	1234,4	821,9	503,5	411,4	347,7	406,9	505,7	535,7	555,1	815,8
1987	681,1	548,4	1052,5	883,2	529,1	348,8	306,9	306,1	405,0	481,3	381,9	596,2	543,4
1988	631,3	678,5	1334,7	970,7	562,5	371,6	303,6	283,7	283,9	323,0	391,0		557,7
1989		724,6	1162,4	1256,4	1105,2	512,2	373,2	327,6					780,2
1990	1300,3	883,6	871,9	739,4	389,0	354,1	344,6	358,1	373,1	349,4	372,8	553,43	574,1
1991	1073,1	836,4	748,4	977,9	546,0	448,7	322,1	415,1	425,2	363,9	422,3	433,79	584,4
1992	797,9	1575,5	595,5	526,5	339,0	320,9	312,3	312,0	313,9	328,4	335,4	809,22	547,2
1993	632,4	615,3	448,4	501,4	368,5	322,7	320,9	330,3	336,6	357,0	371,8	549,00	429,5
1994	667,1	761,1	987,5	1124,0	476,1	379,4	312,2	329,8	331,6	347,7	447,7	618,53	565,2
1995	829,8	881,8	633,1	1551,3	981,5	444,4	301,4	297,7	358,6	393,3	464,2	589,87	643,9
1996	797,7	587,8	840,3	1043,4	608,8	352,0	279,1	356,5	430,4	445,9	496,3	509,73	562,3
1997	675,7	821,8		1355,3	928,2	463,5	486,5	436,9	372,4	382,7	392,8	440,6	614,2
1998	631,1	577,0	610,5	398,7	314,9	308,6	298,0	301,6	298,4	307,3	400,0	552,1	416,5
1999	530,2	681,6	923,5	459,6	373,3	321,8	322,9	358,0	335,6	370,8	566,2	731,3	497,9
2000	854,7	1303,8	1319,6	1033,9	606,1	408,1	287,3	339,7	408,3	330,3	516,5	450,6	654,9
2001	583,0	547,4	732,2	579,0	468,5	427,4	357,6	394,4	352,2	351,7	447,3	518,3	479,9
2002	1514,9	839,4	657,0	536,8	388,6	347,6	359,3	387,4	346,0	362,1	342,4	514,1	549,6
2003	651,4	534,1	831,9	659,0	414,9	364,3	315,7	328,3	328,8	363,3	401,5	356,5	462,5
2004	1106,2	2483,3	1204,2	662,0	491,4	329,9	314,2	305,5	432,3	395,5	462,5	406,0	716,1
2005	542,3	857,8	1375,5	643,1	602,8	428,4	408,8	338,0	372,1	392,3	343,5	523,5	569,0
2006	347,3	439,9	733,5	1828,4	818,0	479,6	409,7	350,1	339,6	471,1	685,4	406,4	609,1
2007	322,3	918,5	844,0	394,4	397,0	340,0	377,4	275,7	379,2	314,2	289,7	368,6	435,1
MED	791,2	922,2	953,2	972,5	587,9	395,7	343,5	335,6	356,1	384,7	453,7	552,9	589,1

ANEXO 8 – CONTROLE DE INUNDAÇÕES E MANUTENÇÃO DOS NÍVEIS DAS LAGOAS NORTE: SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS DOS CENÁRIOS DE INUNDAÇÕES

Carlos E. M. Tucci
Rafael S. Souza

1. INTRODUÇÃO

1.1 ANTECEDENTES

A cidade de Teresina está localizada na confluência entre os rios Paranaíba e Poti. Estes dois rios drenam grandes bacias e a sua área limítrofe são áreas de inundação, formada por depressões que se formaram com a deposição de sedimentos (grande parte argilosos) transportados das bacias de montante.

A cidade inicialmente se localizou nas áreas mais altas e depois foi se deslocando em direção as áreas de inundação. Para proteger a população das inundações o DNOS construiu um sistema de diques de proteção contra estas enchentes ribeirinhas e uma estação de bombeamento para drenar a água precipitada diretamente sobre a área interna do dique. Esta área da cidade é denominada de Lagoas Norte devido às lagoas que se formam no período chuvoso pelas depressões das áreas de inundações.

Com a proteção destas áreas a urbanização se expandiu, reduzindo as lagoas que funcionam como reguladoras das inundações dentro da área urbanizada. A inundação ocorre principalmente devido à falta de capacidade de bombeamento, volume de armazenamento e dos condutos de ligação entre as lagoas ou ainda a limitada capacidade de infiltração numa sequência de dias chuvosos.

Em 1999 (JB Engenharia, 1999) foi realizado um estudo de alternativas para a área com a finalidade de avaliar as condições hidráulicas do sistema de lagoas, projetando os espaços urbanos para a sua fixação, visando impedir a expansão da mesma sobre as áreas das lagoas e buscando projetar os dispositivos hidráulicos para evitar inundações na região.

Cruz e Tucci (2006) desenvolveram o estudo de concepção de controle de inundações para esta região e dimensionaram o acréscimo de capacidade do sistema de bombeamento para manter os níveis de inundações dentro de limites de urbanização e controle de inundações. O estudo considerou a manutenção das Lagoas ao longo do tempo e a desapropriação de faixas próximos aos lagos.

Este estudo apresenta a atualização do estudo para controle de inundações, considerando modificações do sistema de drenagem e revisão da batimetria da Lagoa dos Oleiros como base para seu projeto básico. Além disso, analisa a manutenção dos níveis de água ao longo do ano e as alternativas para as lagoas quanto a sustentabilidade hídrica para garantir a lâmina d'água.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo são de controle de inundações e de manutenção dos níveis de inundação nas lagoas visando evitar a invasão das mesmas e ao mesmo tempo criar um ambiente adequado a recreação e renovação urbana desta área da cidade.

Os objetivos específicos dentro deste contexto são os seguintes:

- Revisar os cenários de inundações no sistema de Lagoas do Norte da cidade de Teresina de acordo com as condições atuais de projeto; e
- Avaliar as condições de manutenção de lâmina de água no período de estiagem da cidade e seus condicionantes operacionais.

2. SISTEMA DE DRENAGEM DAS LAGOAS DO NORTE

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O município de Teresina tem uma área total de 1.809 km². Limita-se ao norte com os municípios: União e José de Freitas; ao sul com os municípios: Monsenhor Gil e Palmeiras; ao leste com: Altos e Demerval Lobão e ao oeste com o Estado do Maranhão.

A cidade de Teresina localiza-se na margem direita do rio Parnaíba e na foz do rio Poti. O rio Parnaíba nesta confluência tem uma bacia de 330.020 km² e o rio Poti, 54.000 km² (JB Engenharia, 1999). Na área ribeirinha próxima da confluência destes dois grandes rios encontra-se a Zona Norte da cidade. Esta área da cidade envolve os bairros: São Francisco, Mocaminho, Memorare, Poti Velho, Olarias, Alto Alegre, Itaperu, Mafrense, São Joaquim, Nova Brasília, Aeroporto, Parque Alvorada, Matadouro e Acarape.

A bacia hidrográfica que envolve desta área tem 12 km², de condutos e galerias que drenam seu escoamento para as lagoas e desta o fluxo é bombeada para o rio Parnaíba. Esta área é delimitada pela região compreendida entre a Alameda Parnaíba e a Avenida Duque de Caxias, conforme 1.

2.2 HISTÓRICO

Na década de 60 ocorreram enchentes que inundaram a área ribeirinha da confluência dos dois rios. Como na época a área possuía baixa densidade os prejuízos não foram significativos. No início dos anos 70 o DNOS numa política de controle de inundações (envolveu outras cidades como Porto Alegre) construiu um dique de proteção, denominado *Av. Boa Esperança*, que possui o seu greide em cota variando entre 59,3m e 60,1m, para um risco estimado entre 80 e 100 anos (JB Engenharia, 1999).

Com a proteção da área e a densificação das Zonas leste e Sul da cidade, iniciou-se a expansão urbana irregular por população de baixa renda dentro dos diques na Zona Norte em áreas pertencentes ao município. Estas ocupações eram de casas de taipa com cobertura de telha e/ou palha. Em abril de 1985 houve uma coincidência dos picos de vazão dos rios Poti e Parnaíba provocando o ingresso do fluxo de água, pelo rio Poti, numa posição não protegida pelo dique Boa Esperança. Em consequência, repetiu-se a inundação de toda área. Como a região tem solos argilosos do transporte de sedimentos dos rios depositados, quando inunda a água somente sai por bombeamento ou evaporação, devido a pequena infiltração e percolação.

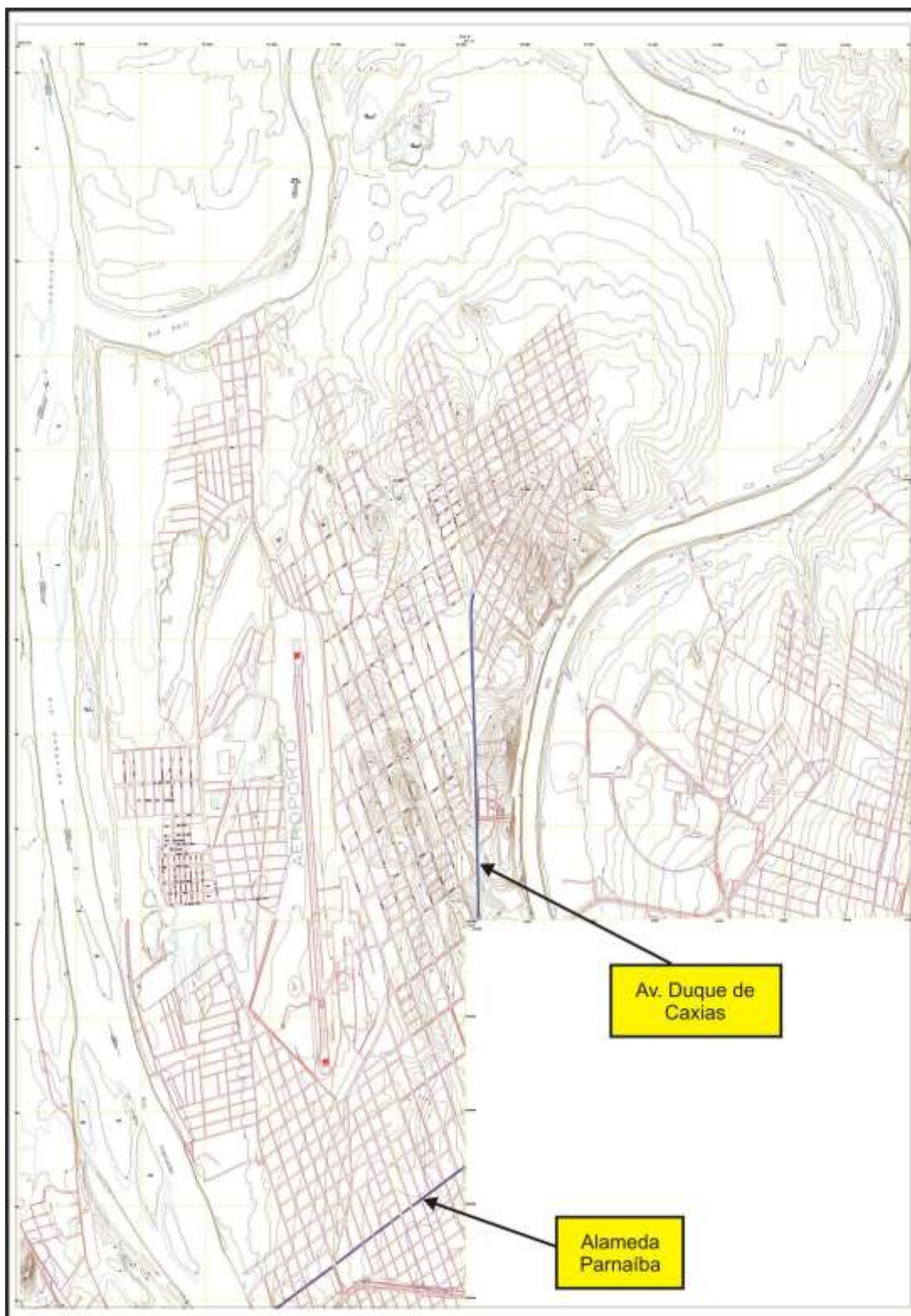


Figura 1 Localização da região de estudo no município de Teresina – PI

Depois deste evento o dique da Boa Esperança foi estendido até o conjunto Mocambinho e instalado dois sistemas de recalque, um na lagoa Cacimba Velha (mesma lagoa dos Oleiros) e outro na lagoa do Mocambinho.

Em associação com esta obra foram melhoradas as interligações das lagoas através de canais e orifícios visando a laminação de vazões.

As lagoas aumentam o nível de água durante o período chuvoso e devido às características argilosas tendem a se esvaziar pela evaporação ao longo de meses. Quando as lagoas se esvaziam ou mesmo se mantêm em níveis menores (9 meses no ano), a população ocupa com moradias precárias parte da área de inundação de período chuvoso (cota 56m para uma recorrência de 10 anos), reduzindo a sua capacidade e aumento o risco de impacto sobre esta população. Se este processo não for controlado a tendência é de que aumentem os prejuízos da população tanto quanto a inundação como de saúde e meio ambiente.

2.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS

JB Engenharia (1999) subdividiu a área de interesse em dois sistemas separados: Lagoas interligadas; e Mocambinho.

A primeira área envolve 16 sub-bacias e sete lagoas, como apresentado na figura 2.2. A água precipitada sobre as sub-bacias escoam através da microdrenagem até as Lagoas e o escoamento entre as mesmas ocorre de acordo com as condições hidráulicas de interligação entre as mesmas e a saída se dá por bombeamento nas estações. O segundo composto por uma bacia contribuinte e de um sistema de bombeamento.

As principais características hidrológicas de uma bacia hidrográfica utilizadas na estimativa da vazão a partir da precipitação são:

- Área de drenagem;
- Comprimento do rio principal,
- Tempo de concentração;
- Áreas impermeáveis;
- Tipo de solo que permita estimar o coeficiente de escoamento da bacia.

Na tabela 1 são mostradas as características para as referidas sub-bacias na qual a região das Lagoas do Norte foi subdividida.

2.4 CARACTERÍSTICAS DAS LAGOAS

Na figura 3 e tabela 2 são apresentadas as curvas Cota x Área inundada para as diversas lagoas do sistema. Verifica-se que a Lagoa Oleiros é a que possui maior volume e tem condições de regularizar todo o sistema. A Lagoa S. Joaquim possui o menor volume e recebe as vazões dos dois ramais, portanto este sistema mostra uma dependência na cota e capacidade de interligação do sistema devido à grande variação de volume das lagoas e mostra que a Lagoa Oleiros é a que efetivamente regulariza a vazão dentro do sistema. As características hidráulicas dos canais e bueiros de interligação são apresentadas na tabela 3.

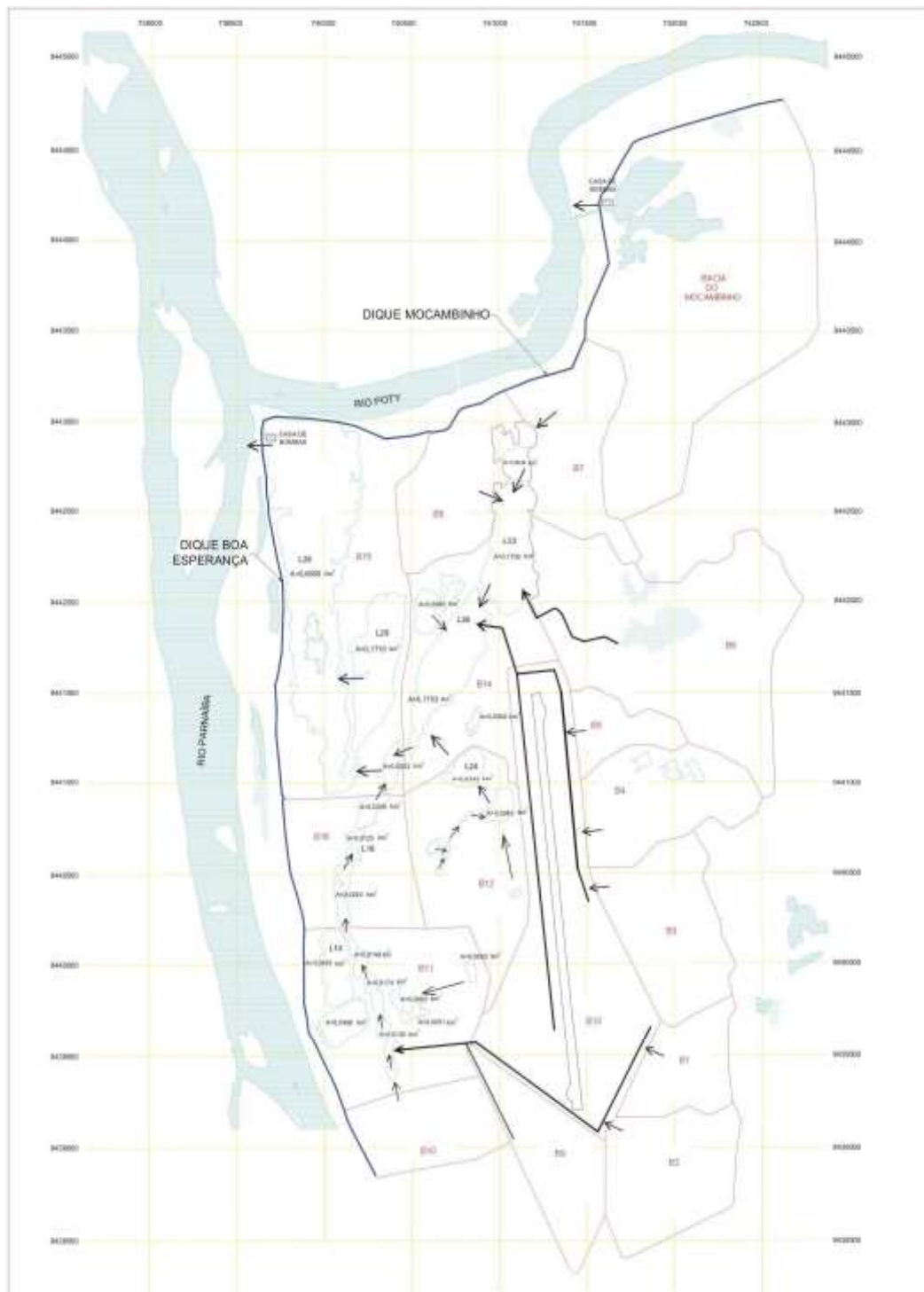


Figura 2- Sistema de bacias hidrográficas e lagoas estudadas (JB Engenharia, 1999)

Tabela 1 Bacias hidrográficas do sistema (JB Engenharia, 1999).

Código	Área (Km ²)	Perímetro (km)	Comp. do Talvegue Principal (m)	Diferença de Nível (m)	Área Permeável (%)
B1	0,29	2,40	705	12,0	23,7
B2	0,50	2,80	1225	12,7	-
B3	0,52	3,07	1240	19,3	25,0
B4	0,49	2,92	1440	16,3	27,0
B5	0,18	2,07	780	10,0	19,4
B6	1,31	5,83	2400	21,0	27,2
B7	0,48	3,70	850	4,0	19,8
B8	0,42	3,50	1100	2,2	20,5
B9	0,39	2,88	1560	14,3	21,0
B10	0,35	2,43	1005	3,5	22,0
B11	0,88	3,80	200	0,5	26,0
B12	0,64	3,71	-	-	27,0
B13	1,34	6,21	2500	-	88,0
B14	1,12	-	-	-	35,0
B15	1,54	-	300	1,0	62,0
B16	0,51	-	200	0,5	57,0
B. Mocamb.	0,88	-	2500	40,7	41,0

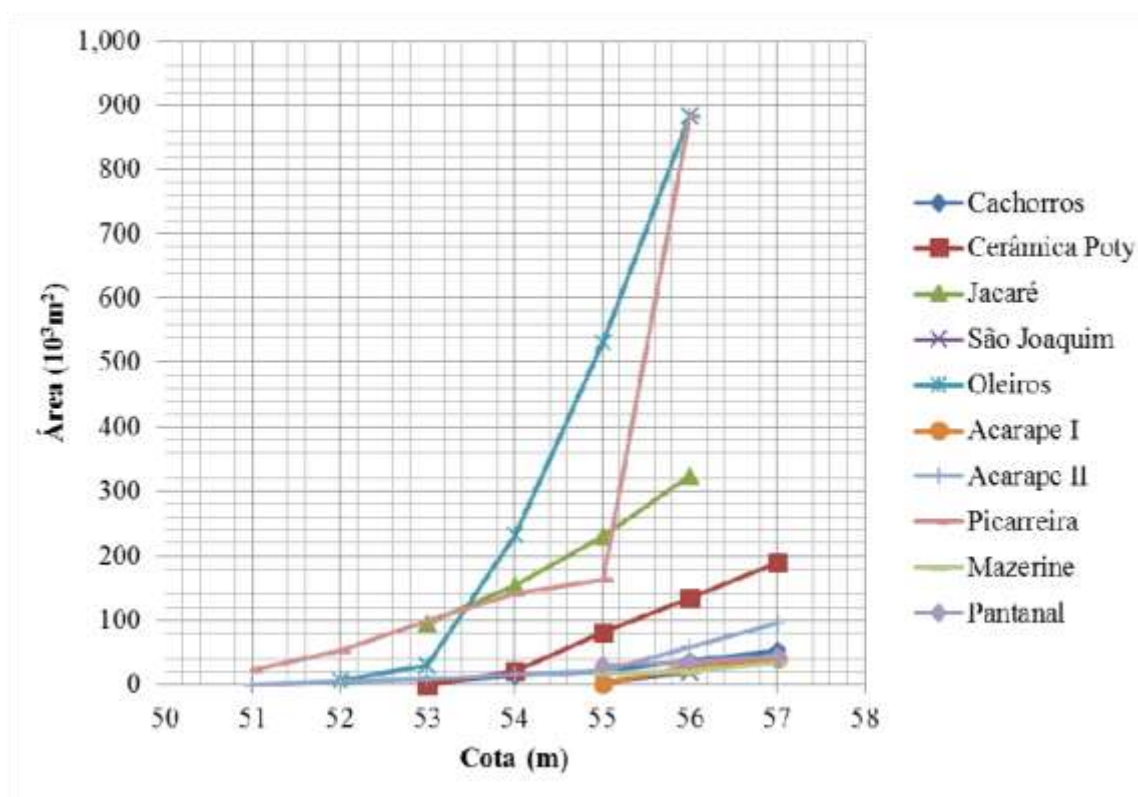


Figura 3 Curvas Cota x Área das lagoas do sistema.

Tabela 2. Características das lagoas simuladas – Curvas Cota x Área das lagoas

Cota (m)	Área (10 ³ m ²)									
	PANT	MAZE	CACH	POT	JAC	SJO	OLE	ACAI	ACAI	PIÇARR
51,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,395	22,870
52,0	-	-	-	-	-	-	6,843	-	4,187	52,020
53,0	-	-	2,430	0,170	94,969	-	29,864	-	8,422	98,692
54,0	-	-	13,752	21,260	154,781	-	231,386	-	15,193	141,446
55,0	18,148	29,927	20,692	81,432	230,732	2,532	531,039	568	21,191	163,179
56,0	20,833	34,444	36,850	135,067	323,621	18,828	883,417	28,358	58,570	883,417
57,0	33,543	43,579	53,008	188,702	-	-	-	40,170	95,949	-

Tabela 3 Parâmetros hidráulicos considerados na simulação do sistema

Lagoa Montante	Lagoa Jusante	Ligação	L (m)	n
Canais do Sistema Acarapé	-	Seção retangular (em grama) ¹	1300,0	0,030
Canais do Sistema Acarapé	São Joaquim	Canal - 6,90m x 2,0m	55,0	0,013
Cachorros	Ceram. Poti	Bueiros - 1Ø1,20m	10,0	0,013
Ceram. Poti	Jacaré	Bueiros - 2Ø1,00m	15,0	0,013
Pantanal	Mazerine	Bueiros - 1Ø1,00m	215,0	0,013
Mazerine	Jacaré	Bueiros - 1Ø1,20m	191,0	0,013
Jacaré	São Joaquim	Bueiros - 4Ø1,20m	20,0	0,013
São Joaquim	Oleiros	Canal - 2,60m x 12,0m	60,0	0,013
Piçarreiras	Oleiros	Bueiros - 1Ø1,20m	44,5	0,013
Oleiros	Casa de Bombas	Vazão de Bombeamento = 8,0m ³ /s		

¹ Os canais do Sistema Acarapé possuem dimensão retangular com seção variando de 30,0x2,0m a 10,0x2,0m. Na Figura 5 é apresentada discretização do canal.

As demais lagoas devem amortecer parcialmente as inundações e na Lagoa de Interligação São Joaquim pode ser um local de risco de inundação em função das cotas e capacidade dos condutos.

Existem outras lagoas na região das Lagoas do Norte, no entanto não estão representadas na modelagem porque possuem pequenos volumes de retenção, não sendo significativa a sua capacidade de armazenamento dos volumes escoados;

2.5 PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS

As precipitações máximas são os condicionantes das inundações num determinado local. A precipitação máxima deve estar associada a sua duração para estimativa das condições críticas de inundação de uma bacia hidrográfica.

As relações entre Precipitação, duração e probabilidade são denominadas de Intensidade (precipitação/duração), Duração e frequência ou IDF. Estas curvas são estimadas com base em dados de pluviógrafos.

A chuva de projeto adotada se baseia nos estudos realizados por Tucci e Cruz (2006). Os autores também obtiveram precipitações máximas para Teresina com durações acima de 1 dia. A tabela 4 apresenta os valores de precipitação máxima com durações variando de 5 min a 30 dias para tempos e recorrência de 2 a 100 anos.

Tabela 4 - Precipitações em mm em função da duração e do tempo de retorno para Teresina.

Duração	Tempo de Retorno (anos)					
	2	5	10	25	50	100
5min	14,1	18,2	20,6	23,0	24,5	25,9
15 min	26,0	34,1	38,8	44,0	47,4	50,4
30 min	35,3	46,9	53,9	62,0	67,6	72,8
1h	45,4	61,4	71,4	83,6	92,2	100,6
2h	55,9	76,4	89,5	105,5	117,3	128,8
4h	66,9	92,0	108,4	128,8	143,9	159,0
8h	78,2	107,7	127,1	151,3	169,3	187,1
14 h	87,8	120,6	142,1	168,9	188,7	208,4
24h	97,6	133,7	157,1	186,1	207,3	228,3
1dia	84,9	116,3	136,6	161,8	180,3	198,5
5 dias	159,3	220,6	264,0	322,0	367,7	415,3
10 dias	222,5	310,3	369,5	445,3	502,5	560,2
15 dias	287,4	399,9	470,4	554,9	615,0	672,6
20 dias	348,0	478,7	553,8	637,4	692,5	742,4
25 dias	385,5	542,9	652,8	798,0	910,8	1027,1
30 dias	420,0	585,1	710,2	887,2	1033,9	1193,6

3. CONDIÇÕES PARA ANÁLISE DAS INUNDAÇÕES

3.1 CENÁRIOS DE RISCO

As inundações na região podem ocorrer em uma ou mais das condições seguintes:

- Na microdrenagem por falta de capacidade de algum conduto ou trecho;
- Em áreas específicas ou na macrodrenagem devido a falta de capacidade de conexão entre as lagoas ou mesmo nas próprias lagoas em função do seu volume; ou

- Na falta de capacidade de bombeamento do sistema de esgotamento.

No primeiro caso não faz parte deste estudo que atua sobre a macrodrenagem. Nos outros dois cenários podem ocorrer fundamentalmente por falta de capacidade de condutos ou da capacidade de bombeamento, considerando que os volumes são significativos considerando a bacia hidrográfica e os hidrogramas afluentes.

Cruz e Tucci (2006) mostraram que as condições críticas de inundações ocorreram no passado em função da falta de capacidade de bombeamento, depois de desenvolvidas as conexões adequadas entre o sistema de lagoas. No referido estudo foi projetado e instalado um sistema de bombeamento com capacidade de $8 \text{ m}^3/\text{s}$ na sua saída junto a Lagoa dos Oleiros, além dos existentes $2 \text{ m}^3/\text{s}$ que já existiam. Todo o estudo realizado aqui foi realizado considerando a capacidade de $8 \text{ m}^3/\text{s}$, considerando que a capacidade existente fica como folga e para eventual de falha de bombas do sistema novo.

Nestas condições a análise da cheia não se resume num evento semelhante ao tempo de concentração da bacia, já que existem volumes no sistema e o tempo de duração da precipitação para análise deve considerar o efeito das condições iniciais das lagoas e um tempo de duração da chuva suficientemente longa para caracterizar uma condição crítica.

Após a análise das precipitações verificou-se a duração da chuva com 5 dias e a distribuição temporal da precipitação de acordo com as condições críticas de intensidade no quarto quartil da duração total. Na figura 3.1 são apresentadas as distribuições temporais das precipitações máximas de 5 dias de duração para o tempo de retorno de 25 anos e 50 anos. O risco de 25 anos foi utilizado para dimensionamento e o tempo de retorno de 50 anos para sua verificação.

3.2. MODELOS UTILIZADOS PARA SIMULAR AS CHEIAS

Para analisar os cenários é necessário determinar as vazões e os volumes de escoamento superficial urbano a partir da precipitação. Para tanto, dois tipos de modelos foram adotados (Figura 4):

Modelo hidrológico: determina o escoamento superficial com base na precipitação e na separação do volume infiltrado e escoado superficialmente e gera um hidrograma de entrada para o sistema de escoamento. No anexo A são apresentados os algoritmos hidrológicos utilizados para a determinação da vazão e o volume resultante das precipitações. O modelo IPHS1 reúne uma série de modelos hidrológicos para o cálculo da precipitação efetiva e determinação do escoamento superficial na bacia.

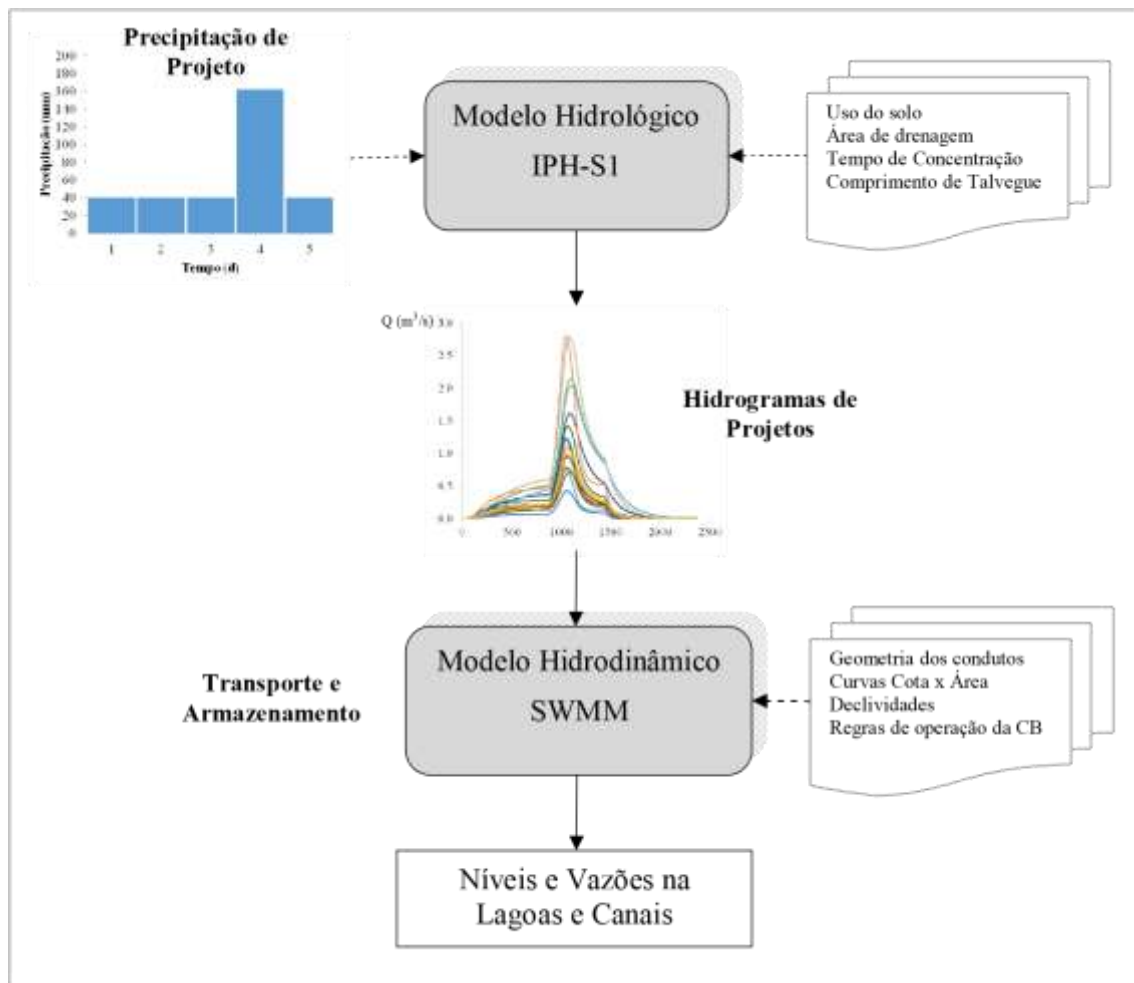


Figura 4 Sequência de uso dos Modelos

Modelo hidráulico ou hidrodinâmico: utilizado para determinar o transporte da água no sistema de condutos, canais, lagos e reservatórios no sistema. A característica do modelo utilizado depende do melhor conhecimento do trecho a ser simulado e as suas características físicas. O modelo SWMM foi escolhido e a descrição do modelo utilizado é apresentada no anexo B.

3.3 DISCRETIZAÇÃO

O sistema de lagoas existente na região é responsável pelo armazenamento temporário dos volumes pluviais escoados durante os eventos de precipitação. Estas lagoas são interligadas através de redes e canais que possibilitam a troca de volumes entre elas. O nível d'água no sistema é regulado pela saída através de bombeamento.

São identificados os seguintes subsistemas independentes:

Sistema Principal com saída pela lagoa dos Oleiros;

Sistema Mocambinho.

É importante destacar que na presente avaliação foi simulado somente o Sistema Principal, cuja saída se dá por bombeamento na lagoa Oleiros. Sendo assim, esse sistema foi discretizado no modelo SWMM para representar as entradas de vazão das sub-bacias, as lagoas e condutos/canais que as interligam. Na figura 5 é apresentado de forma esquemática o sistema principal.

A caracterização detalhada das bacias contribuintes foi apresentada no capítulo anterior (figura 2 e tabela 1). Pode-se observar neste sistema esquemático que um reservatório é mantido isolado, Acarapé 2.

Como mencionado nos itens anteriores, a precipitação de projeto é introduzida no módulo hidrológico, que determina para cada sub-bacia o hidrograma afluente a lagoa no qual a sub-bacia contribui. O somatório das vazões em cada intervalo de tempo de todas as sub-bacias corresponde a vazão total de entrada em cada lagoa. O transporte da vazão dentro do sistema de lagoas e condutos é simulado pelo módulo hidráulico, inclusive o bombeamento.

3.4 CENÁRIOS

Para avaliar as condições de inundações no sistema de Lagoas do Norte foram definidos os seguintes cenários:

I. Cenário de Projeto:

- Condição de Desenvolvimento: Ocupação do Solo Atual;
- Tempo de Retorno: 25 anos;
- Duração da Chuva: precipitação com 5 dias de duração, sendo que a intensidade máxima concentra-se no 4 dia.
- Início Bombeamento no período simulado e variando as condições iniciais de bombeamento. O sistema de bombeamento com (capacidade da Casa de Bombas = $8,0\text{m}^3/\text{s}$):

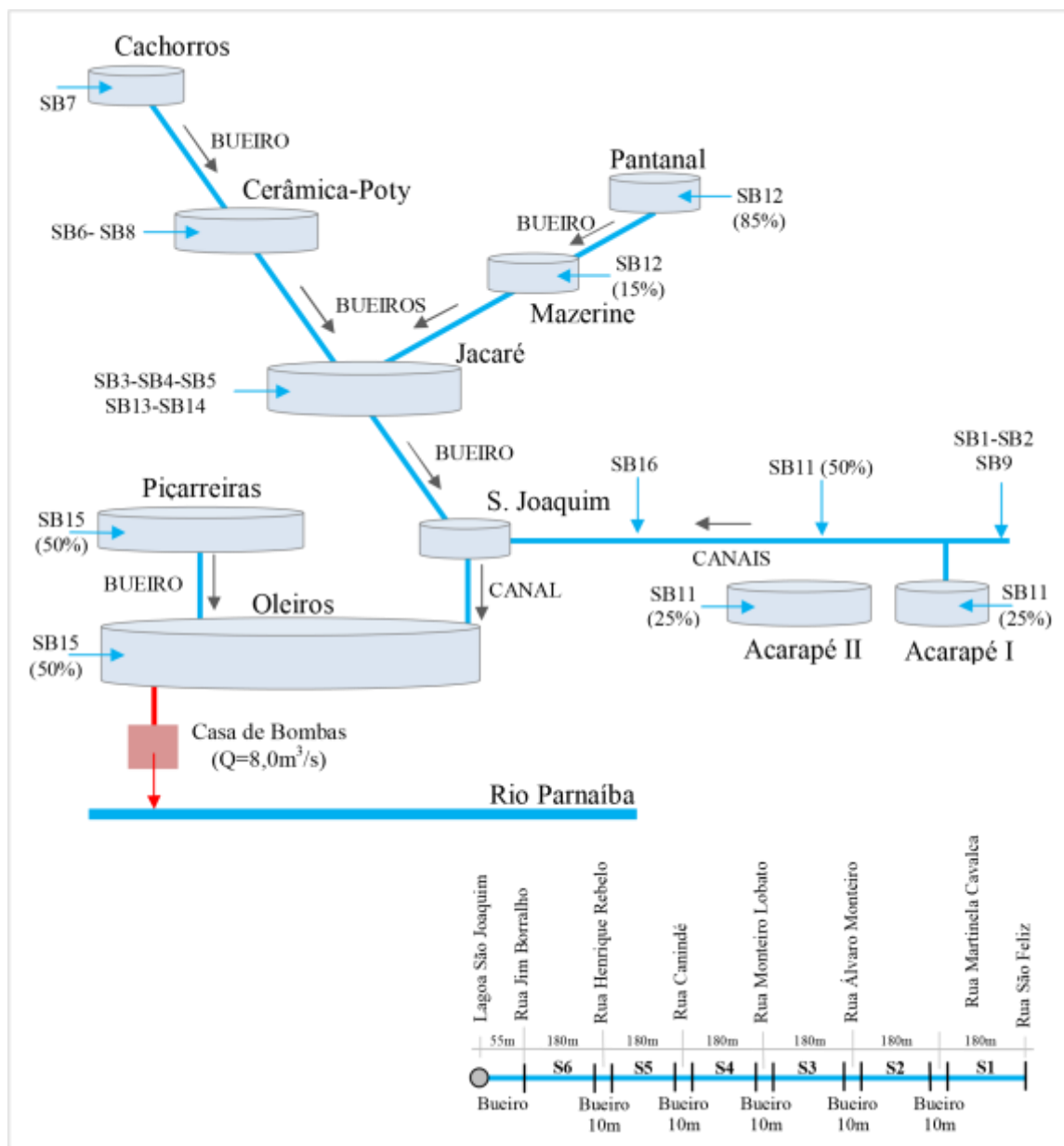


Figura 5 - Visão esquemática da contribuição das bacias nas lagoas e interligação entre as mesmas até a saída junto a Lagoa dos Oleiros.

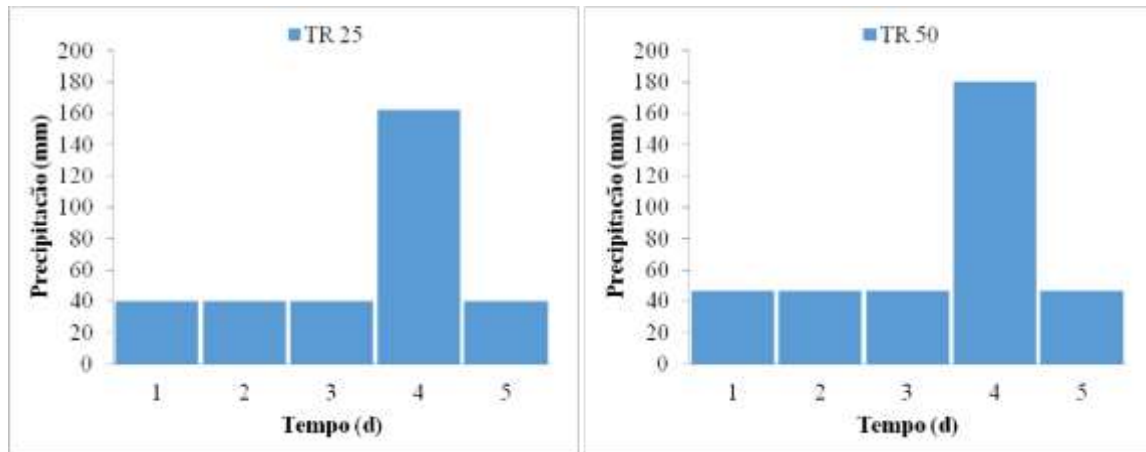
II. Cenário de Verificação:

- Condição de Desenvolvimento: Ocupação do Solo Atual
- Tempo de Retorno: 50 anos.
- Duração da Chuva: precipitação com 5 dias de duração, sendo que a intensidade máxima concentra-se no 4 dia.
- - Início do Bombeamento (capacidade da Casa de Bombas = $8,0\text{m}^3/\text{s}$);

3.5. PRECIPITAÇÃO DE PROJETO

Para o cenário de diagnóstico adotou-se uma chuva com duração de 5 dias e recorrência de 25 anos. Conforme a tabela 4 a precipitação acumulada é de 322 mm. Para determinação do hietograma de projeto considerou-se que uma precipitação com

duração de 1 dia e mesma recorrência, ou seja 161,8mm, acontece no 4 dia. Sendo assim, o volume restante (322mm-161,8mm=160,2mm) foi igualmente distribuído nos demais dias (40,05mm/dia). O mesmo procedimento foi realizado para o cenário de verificação, com recorrência de 50 anos. A Figura 6 apresenta os hietogramas de projeto para os cenários de análise.



(a)

(b)

Figura 6 Hietogramas de Projeto: (a) TR = 25 anos e (b) TR=50 anos.

3.6 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS

Os parâmetros hidrológicos necessários para modelagem com base nos algoritmos escolhidos são os seguintes:

- Parâmetro do modelo SCS de separação de escoamento é o CN (curve number). Este parâmetro varia com as características urbanas e com o tipo e uso do solo.
- Parâmetros de escoamento do modelo hidrológicos são Ks e Tc (veja metodologia), que são estimados com base nas características das bacias hidrográficas.

Os dois conjuntos de parâmetros dependem de fatores fixos como as características físicas atuais e de fatores que variam com o desenvolvimento urbano que são as áreas impermeáveis e as alterações no sistema de drenagem.

Para estimar os parâmetros que variam com o desenvolvimento urbano é necessário estabelecer os procedimentos para estimativa de acordo com os cenários estudados. O parâmetro de planejamento urbano utilizado é a densidade habitacional e o parâmetro hidrológico é a área impermeável.

Com base na densidade habitacional é possível determinar as áreas impermeáveis das sub-bacias à partir de (Tucci e Campana, 1994):

$$AI = 0,00489 \cdot DH \quad (3.1)$$

onde : AI é a área impermeável entre 0 e 1; DH é a densidade habitacional em hab./ha.

Esta equação é válida até 130 hab/ha. Para DH > 120/hab/ha, AI = 0,64. Com base na área impermeável é possível estimar o CN considerando predominância do solo tipo C por

$$CN = 0,2475 \cdot AI + 73,788 \quad (3.2)$$

A estimativa dos parâmetros Ks e Tc do modelo Clark utilizado para simulação da propagação superficial podem ser estimado com base nas seguintes equações (Germano et al, 1998):

$$T_c = 18,628 \frac{L^{0,882}}{0,272} \quad (3.3) \text{ IMP}$$

$$K_s = 24,058 \frac{L^{1,063}}{S^{0,126} \text{ IMP}^{0,549}} \quad (3.4)$$

onde Tc e Ks são obtidos em minutos; IMP é a área impermeável (entre 0 e 1), L em km, S é declividade média em m/m.

A densidade habitacional por sub-bacia, para o cenário atual de ocupação é apresentada na tabela 5, juntamente com os valores dos parâmetros hidrológicos para o cenário atual obtido com base nas equações 3.1 a 3.4.

Tabela 5 Densidade Habitacional (hab./ha) e parâmetros hidrológicos – Cenário Atual.

Bacia	Densidade Habitacional habitantes/ hectare	Área Impermeável (%)	Curve Number (CN)	Tempo de Concentração (min)	Ks (min)
B1	123,2	60,2	88,7	15,7	2,9
B2	86,8	42,4	84,3	28,1	6,8
B3	104,6	51,1	86,4	27,0	5,9
B4	73,7	36,0	82,7	33,9	8,7
B5	63,2	30,9	81,4	20,6	4,9
B6	79,3	38,8	83,4	52,2	14,9
B7	131,0	64,0	89,6	18,2	4,1
B8	109,8	53,7	87,1	24,0	6,5
B9	56,8	27,8	80,7	39,1	11,2
B10	80,9	39,6	83,6	24,1	6,6
B11	101,7	49,7	86,1	32,2	11,9
B12	141,0	64,0	89,6	26,5	7,3
B13	125,0	61,1	75,0	47,8	15,0
B14	87,6	42,8	84,4	15,0	4,3
B15	62,6	30,6	81,4	31,3	11,4
B16	109,3	53,4	87,0	25,9	8,8

4. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DOS CENÁRIOS

4.1 HIDROGRAMAS DE PROJETO DE CADA SUBBACIA

A figura 7 apresenta os hidrogramas de projeto para cada uma das 16 sub-bacias, obtidos através da modelagem hidrológica descrita no capítulo anterior. Os hidrogramas são resultantes de uma precipitação com duração de 5 dias e recorrência de 25 anos, caracterizando o cenário de diagnóstico do sistema estudado. Os hidrogramas para um TR de 50 anos também foram obtidos através do mesmo procedimento para os cenários de verificação.

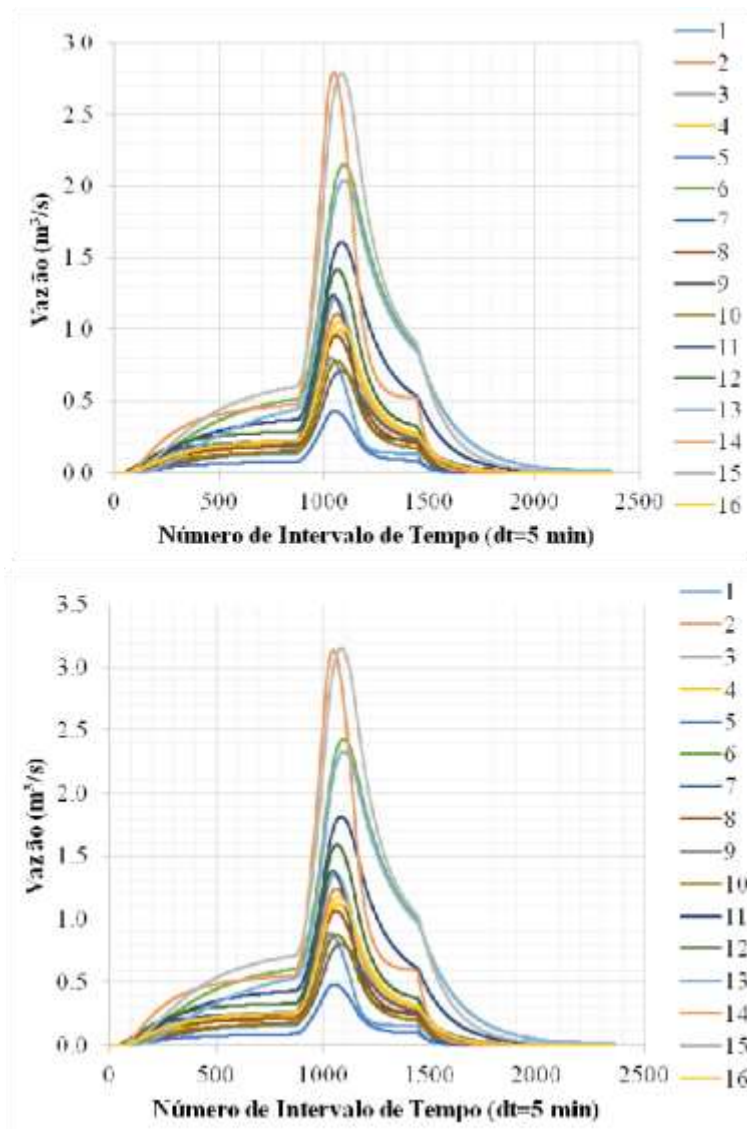


Figura 7 - Hidrogramas de Projeto para as sub-bacias (a) TR=25 anos e (b) TR=50 anos.

4.2 CRITÉRIOS DE SIMULAÇÃO

Para o cenário de diagnóstico foram estudados os critérios operacionais para o sistema de bombas. As regras operacionais se basearam num nível a partir do qual é acionado o bombeamento e um nível no qual é interrompido o bombeamento. Utilizou-se o critério de interromper o bombeamento depois da Lagoa dos Oleiros atingir a cota 1m inferior ao do início do bombeamento, para evitar ficar ligando e desligando durante o período de cheia.

Existe um número grande de critérios para operar as bombas, considerando que o bombeamento não necessita ser com todas as bombas ao mesmo tempo e pode iniciar este bombeamento de forma gradual e depois também ir reduzindo de forma gradual, de acordo com as precipitações na cidade. No entanto, este refinamento operacional deve ficar para o estudo operacional durante o projeto executivo.

Os cenários com as condições de bombeamento e condição inicial dos níveis simulados são apresentadas na tabela 6.

A condição inicial de cota na lagoa Oleiros foi de 52,5 m, 0,5 m abaixo da cota de acionamento das bombas. As demais lagoas calculou-se a condição equivalente a um

nível de regime permanente quando a Lagoa dos Oleiros estiver em 52,5 m. Alternativamente foram estudadas outras condições iniciais para as Lagoas: cenários B e C iguais a 54,0 m e 55,0 m nas Oleiros e condições iniciais nas outras lagoas variando de 54 a 55. As condições iniciais são importantes nas Lagoas porque representam o cenário potencial de início do período seco analisado no capítulo de manutenção dos níveis das Lagoas.

Tabela 6 Critérios operacionais do nível na Lagoa dos Oleiros para início e conclusão do bombeamento durante a simulação

Situação	Cota que inicia o bombeamento M	Cota no qual encerra o bombeamento m	Condições iniciais das outras lagoas m
A.1	53,0	52,0	Permanente
A.2	53,0	52,0	54,0
A.3	53,0	52,0	55,0
B.1	54,0	53,0	Permanente
B.2	54,0	53,0	54,0
B.3	54,0	53,0	55,0
C.1	55,0	54,0	Permanente
C.2	55,0	54,0	54,0
C.3	55,0	54,0	55,0

4.3 RESULTADOS

4.3.1. Cenário de Diagnóstico

A tabela 7 apresenta as cotas máximas atingidas nas lagoas simuladas. A seguir, a tabela 8 mostra as profundidades máximas nos canais e bueiros de interligação e o período de funcionamento do sistema de bombeamento (em dias). Na sequência, as figuras 8 a 10 mostram a variação de cota nas lagoas, de acordo com a situação operacional simulada.

Tabela 7 Níveis máximos nas Lagoas – Cenário de Diagnóstico – TR 25 anos.

Cen	CA	POT	JAC	PANT	MAZER	SJO	OLE	ACAI	ACAI	PIÇARR
A.1	56,37	56,36	56,07	56,47	56,19	55,73	53,83	55,86	55,84	55,25
A.2	56,38	56,37	56,08	56,51	56,21	55,74	54,02	55,88	56,00	55,39
A.3	56,40	56,38	56,10	56,55	56,43	55,76	54,19	56,04	56,00	55,47
B.1	56,37	56,36	56,07	56,47	56,19	55,73	54,44	55,86	55,84	55,25
B.2	56,38	56,37	56,08	56,51	56,21	55,74	54,66	55,88	56,00	55,39
B.3	56,40	56,38	56,10	56,55	56,43	55,76	55,13	56,04	56,00	55,47
C.1	56,37	56,36	56,07	56,47	56,19	55,73	55,04	55,86	55,84	55,25
C.2	56,38	56,37	56,08	56,51	56,21	55,74	55,17	55,88	56,00	55,39
C.3	56,40	56,38	56,10	56,55	56,43	55,76	55,51	56,04	56,00	55,53

Legenda: CA-Cachorros, POT-Poty-Cerâmica, JAC-Jacaré, PANT-Pantanal, MAZER-Mazerine, SJO-São Joaquim, OLE-Oleiros, ACAI-Acarapé I, ACAII-Acarapé II, PIÇARR – Piçarreiras.

Tabela 8 Profundidades máximas nos bueiros e canais de interligação e Tempo de funcionamento da Casa de Bombas – Cenário de Diagnóstico – TR 25 anos.

Cen	CA - PO	PO - JA	JA - SJO	SJO – OLE	Jusante ACAI	Jusante ACA II	Montante SJO	CB (dias)
A.1	0,59	0,47	0,65	0,63	1,23	1,30	1,42	3,1
A.2	0,60	0,48	0,66	0,64	1,25	1,31	1,43	3,4
A.3	0,61	0,49	0,68	0,65	1,38	1,32	1,44	4,1
B.1	0,59	0,47	0,65	0,63	1,23	1,30	1,42	2,7
B.2	0,60	0,48	0,66	0,64	1,25	1,31	1,43	3,0
B.3	0,61	0,49	0,68	0,65	1,38	1,32	1,44	3,7
C.1	0,59	0,47	0,65	0,63	1,23	1,30	1,42	1,9
C.2	0,60	0,48	0,66	0,64	1,25	1,31	1,43	2,2
C.3	0,61	0,49	0,68	0,67	1,38	1,32	1,44	2,9

Legenda: CA-Cachorros, POT-Poty-Cerâmica, JAC-Jacaré, SJO-São Joaquim, OLE-Oleiros, ACAIAcarapé I, ACAII-Acarapé II, PIÇARR – Piçarreiras., CB-Casa de Bombas.

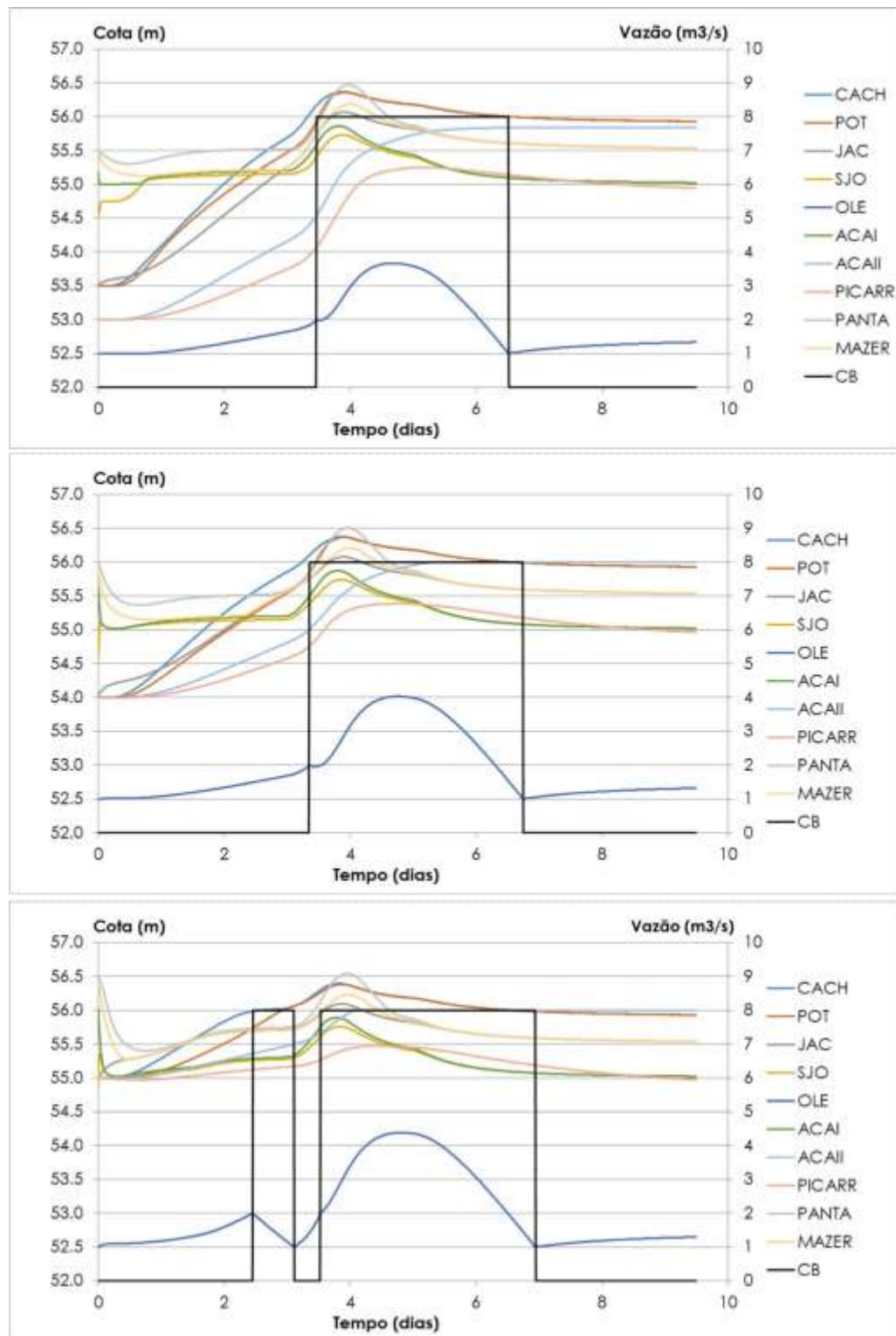


Figura 8. Cenário A - Resultados da modelagem hidrodinâmica das lagoas e canais para um evento com recorrência de 25 anos – Cenários de Diagnóstico – Início do Bombeamento na cota 53,0m. Variabilidade da cota nas lagoas e vazão na Casa de Bombas: Cenário A.1 (superior), Cenário A.2 (Centro) e Cenário A.3 (inferior).

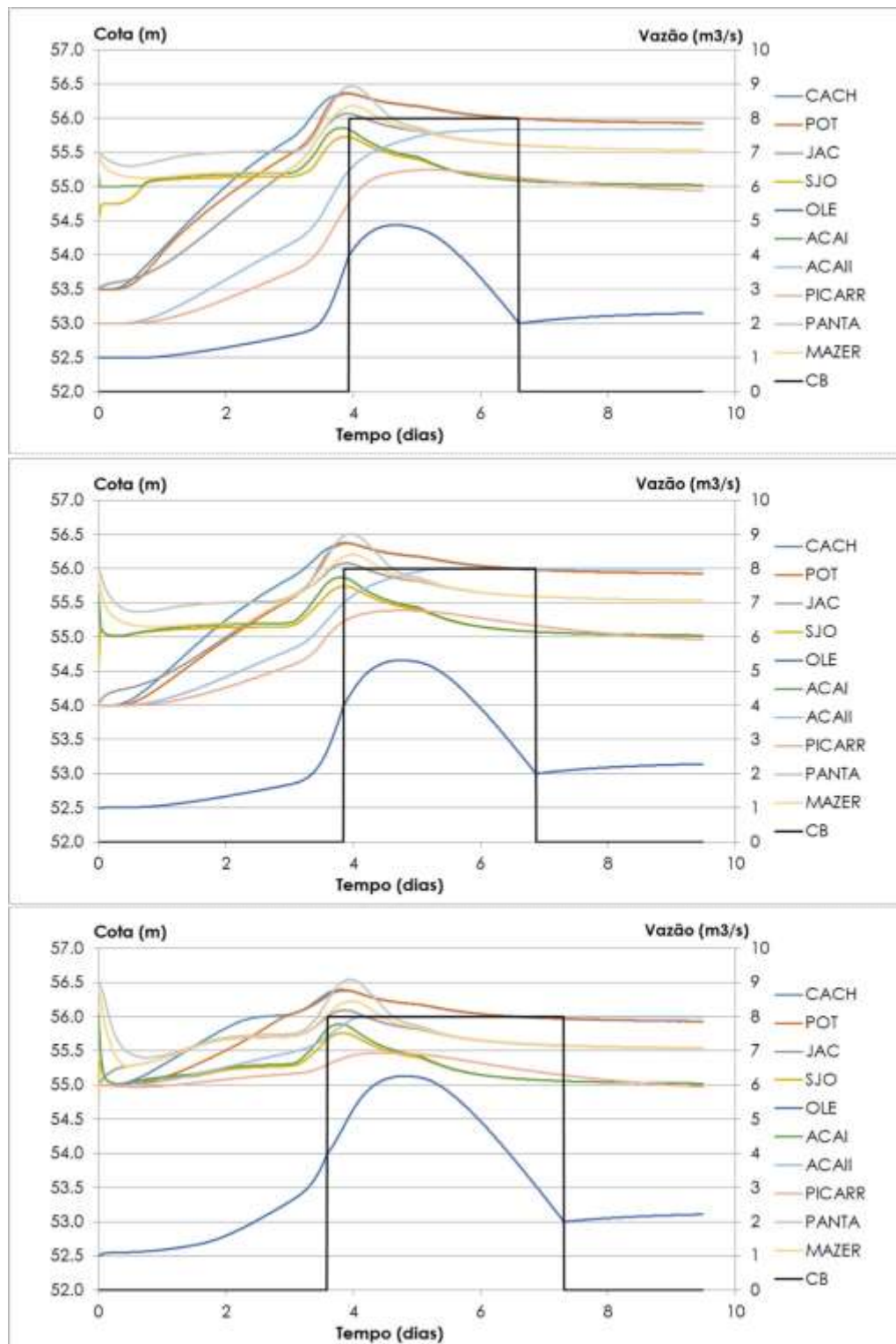


Figura 9. Cenário B - Resultados da modelagem hidrodinâmica das lagoas e canais para um evento com recorrência de 25 anos – Cenários de Diagnóstico – Início do Bombeamento na cota 54,0m. Variabilidade da cota nas lagoas e vazão na Casa de Bombas: Cenário A.1 (superior), Cenário A.2 (Centro) e Cenário A.3 (inferior).

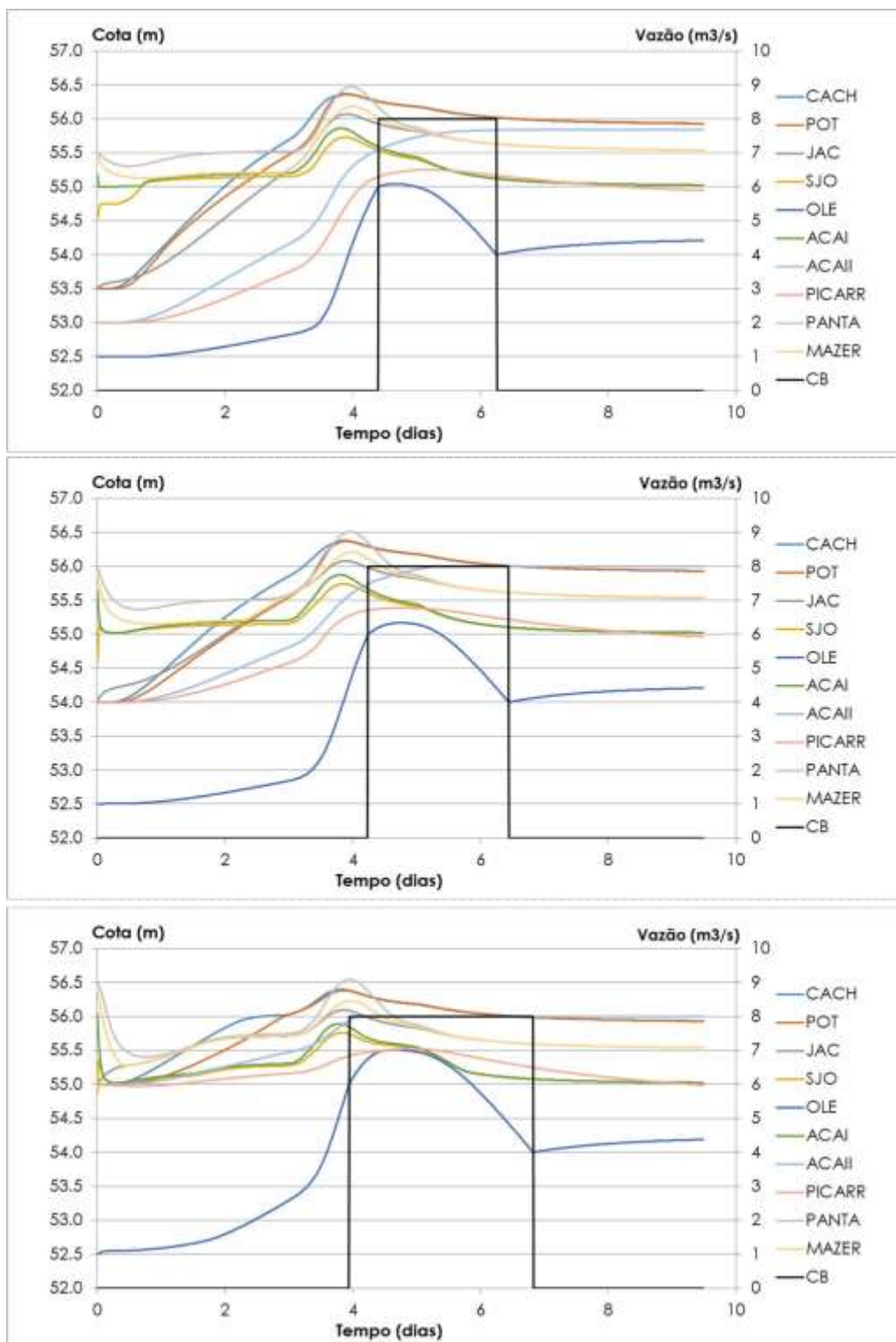


Figura 10 Cenário C - Resultados da modelagem hidrodinâmica das lagoas e canais para um evento com recorrência de 25 anos – Cenários de Diagnóstico – Início do Bombeamento na cota 55,0m. Variabilidade da cota nas lagoas e vazão na Casa de Bombas: Cenário A.1 (superior), Cenário A.2 (Centro) e Cenário A.3 (inferior).

Os resultados mostram que as cotas máximas nas lagoas situadas a montante das Oleiros não são influenciadas nem pela condição inicial de nível (sub-índices 1, 2 ou 3), nem pela regra de operação do bombeamento (cenários A, B ou C). Esses sistemas mostram uma mesma variabilidade de nível em todos os cenários durante o evento chuvoso simulado. O mesmo ocorre para a vazão nos bueiros e canais que interligam as lagoas.

A diferença entre os cenários é verificada somente na lagoa Oleiros. Nesse sistema os resultados indicam que a condição de bombeamento influencia a cota máxima na lagoa das Oleiros. No cenário A, a cota pode alcançar 54,0 m, no cenário B 55,0 m e no C 55,5 m. Em relação ao tempo de bombeamento, verifica-se uma diminuição entre os cenários de A para C, permitindo uma elevação maior do nível.

Com o acionamento das bombas na cota 53,0 (Cenário A), garante que o bombeamento ocorra durante todo o período do evento. As bombas funcionariam durante 3,0 dias. Nessa condição a cota na lagoa Oleiras oscila 1,5 m aproximadamente (Figura 8).

Com o acionamento das bombas na cota 54,0 (Cenário B), nota-se que o bombeamento inicia durante a vazão de pico do evento. Nesse caso as bombas funcionariam durante um período inferior a 3,0 dias, sem intervalos. Por outro lado, nessa condição, a cota na lagoa Oleiras oscila 2,5 m aproximadamente, atingindo a cota máxima de 55,13 m (Figura 9).

Por fim, com o acionamento das bombas na cota 55,0 (Cenário C), verifica-se que o início do esgotamento por bombeamento da lagoa Oleiros, para as condições iniciais assumidas, ocorreria após a vazão de pico, permitindo que a lagoa atinja cotas em torno de 55,5 m. Nesse caso as bombas funcionariam durante um período de 2,0 dias, sem intervalos (Figura 10).

Na análise dentro de cada cenário (subíndices 1, 2 e 3) os resultados apontam que a condição inicial de cota nas lagoas influencia pouco o nível máximo na lagoa Oleiros. O modelo indica que o período de bombeamento é mais sensível à condição inicial das lagoas, pois tende a aumentar o volume na lagoa Oleiros, necessitando que as bombas sejam acionadas mais cedo.

Por outro lado, a cota máxima da lagoa não conectada ao sistema, Acarapé II, mostrou-se dependente da condição inicial de nível. Nos cenários simulados as cotas no final da simulação ficam entre 55,8 m e 56,0 m.

As simulações indicam que não ocorre nenhum extravasamento nas lagoas ou canais, para um evento com recorrência de 25 anos.

A escolha operacional do bombeamento é uma escolha entre a segurança das condições iniciais do nível na Lagoa dos Oleiros e a manutenção dos níveis de água nas lagoas no período seco. A análise destas condições é realizada no capítulo 5.

4.3.2. Cenário de Verificação

A tabela 9 apresenta as cotas máximas atingidas nas lagoas simuladas para o cenário de verificação (TR=50 anos). Na sequência, na tabela 10 são apresentadas as profundidades máximas nos canais e bueiros de interligação e o período de funcionamento do sistema de bombeamento (em dias). Nas figuras 11 a 13 são apresentadas a variação de cota nas lagoas, de acordo com a situação operacional simulada.

Os resultados obtidos para o cenário de verificação são similares aos resultados apresentados para o cenário de diagnóstico, reproduzindo os principais pontos destacados para um evento com recorrência de 25 anos e duração de 5 dias. Na comparação entre os cenários de diagnóstico e de verificação verificaram-se as seguintes diferenças: (a) ocorre um pequeno incremento na cota máxima devido a

vazões de pico superiores no hidrogramas de projeto e (b) o período de funcionamento das bombas é maior devido aos maiores volumes afluentes na Lagoa Oleiros.

Tabela 9 Níveis máximos nas Lagoas – Cenário de Verificação – TR 50 anos.

Cen	CA	POT	JAC	PANT	MAZER	SJO	OLE	ACAI	ACAI	PIÇARR
A.1	56,43	56,42	56,14	56,93	56,57	55,81	54,31	55,96	56,00	55,33
A.2	56,43	56,42	56,14	56,93	56,57	55,81	54,46	55,96	56,00	55,45
B.1	56,43	56,42	56,14	56,93	56,57	55,81	54,92	55,96	56,00	55,33
B.2	56,43	56,42	56,14	56,93	56,57	55,81	55,18	55,96	56,00	55,45
C.1	56,43	56,42	56,14	56,93	56,57	55,81	55,33	55,96	56,00	55,37
C.2	56,43	56,42	56,14	56,93	56,57	55,81	55,50	55,96	56,00	55,52

Legenda: CA-Cachorros, POT-Poty-Cerâmica, JAC-Jacaré, PANT-Pantanal, MAZER-Mazerine, SJO-São Joaquim, OLE-Oleiros, ACAI-Acarapé I, ACAI-Acarapé II, PIÇARR – Piçarreiras.

Tabela 10 Profundidades máximas nos bueiros e canais de interligação e Tempo de funcionamento da Casa de Bombas – Cenário de Verificação – TR 50 anos.

Cen	CA - PO	PO – JA	JA - SJO	SJO - OLE	Jusante ACAI	Jusante ACA II	Montante SJO	CB (dias)
A.1	0,64	0,53	0,72	0,70	1,33	1,38	1,49	3,2
A.2	0,64	0,53	0,72	0,70	1,34	1,39	1,49	3,3
B.1	0,64	0,53	0,72	0,70	1,33	1,38	1,49	2,8
B.2	0,64	0,53	0,72	0,70	1,34	1,39	1,49	2,9
C.1	0,64	0,53	0,72	0,70	1,33	1,38	1,49	2,0
C.2	0,64	0,53	0,72	0,70	1,34	1,39	1,49	2,1

Legenda: CA-Cachorros, POT-Poty-Cerâmica, JAC-Jacaré, SJO-São Joaquim, OLE-Oleiros, ACAI-Acarapé I, ACAI-Acarapé II, PIÇARR – Piçarreiras, CB-Casa de Bombas.

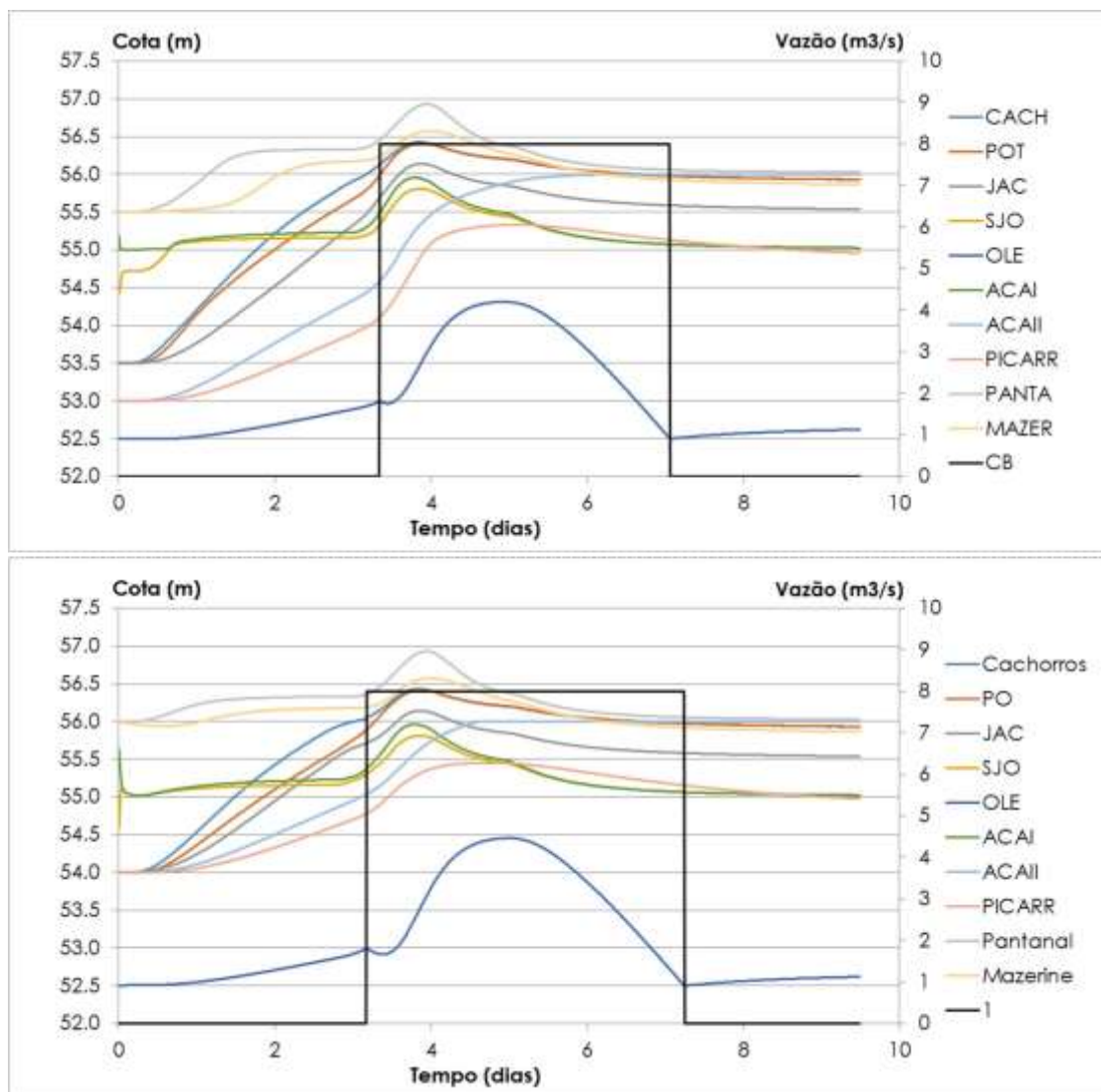


Figura 11. Cenário A - Resultados da modelagem hidrodinâmica das lagoas e canais para um evento com recorrência de 50 anos – Cenários de Verificação – Início do Bombeamento na cota 53,0m. Variabilidade da cota nas lagoas e vazão na Casa de Bombas: Cenário A.1 (superior) e Cenário A.2 (inferior).

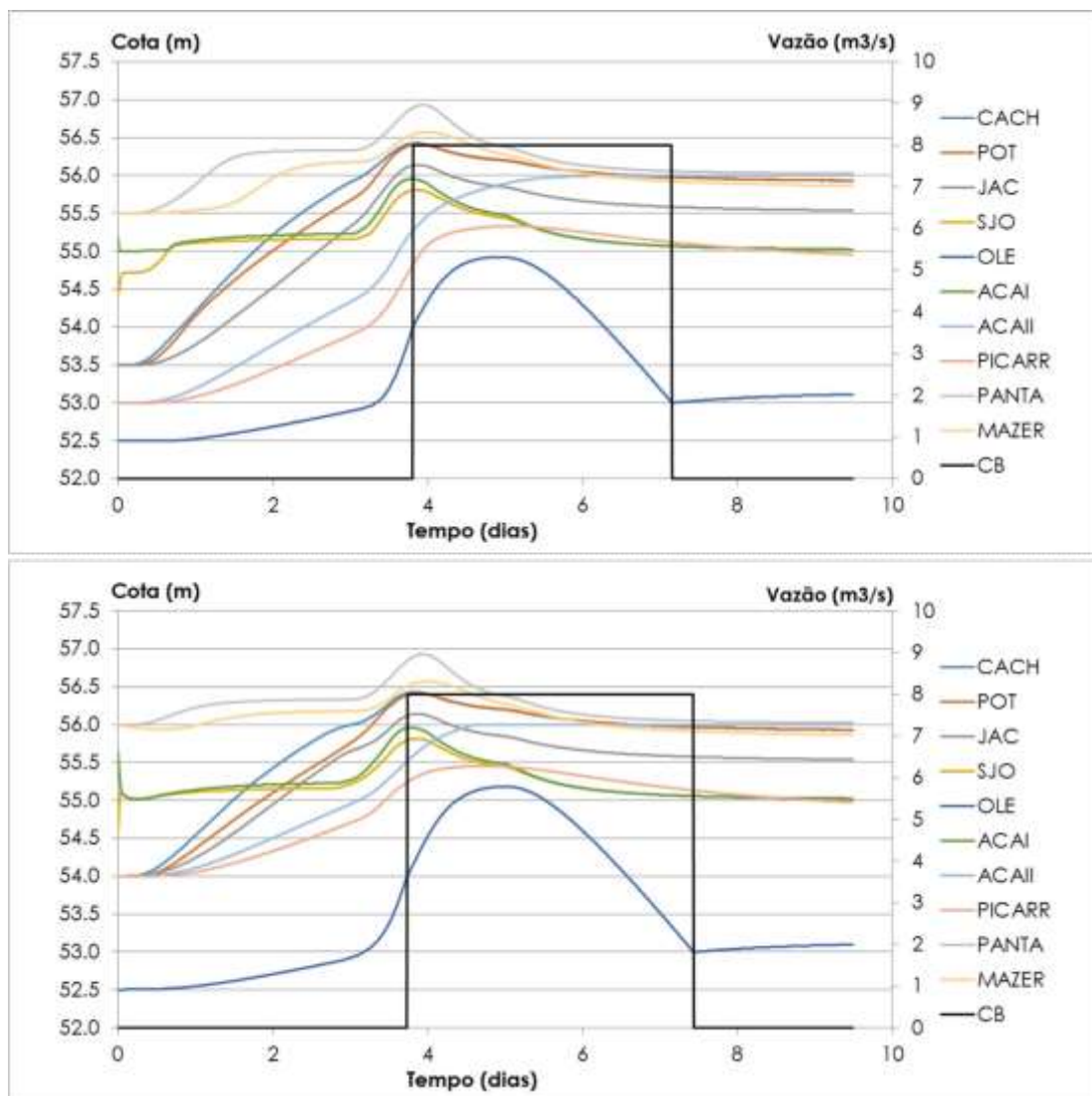


Figura 12 Cenário B - Resultados da modelagem hidrodinâmica das lagoas e canais para um evento com recorrência de 50 anos – Cenários de Verificação – Início do Bombeamento na cota 54,0m. Variabilidade da cota nas lagoas e vazão na Casa de Bombas: Cenário B.1 (superior) e Cenário B.2 (inferior).

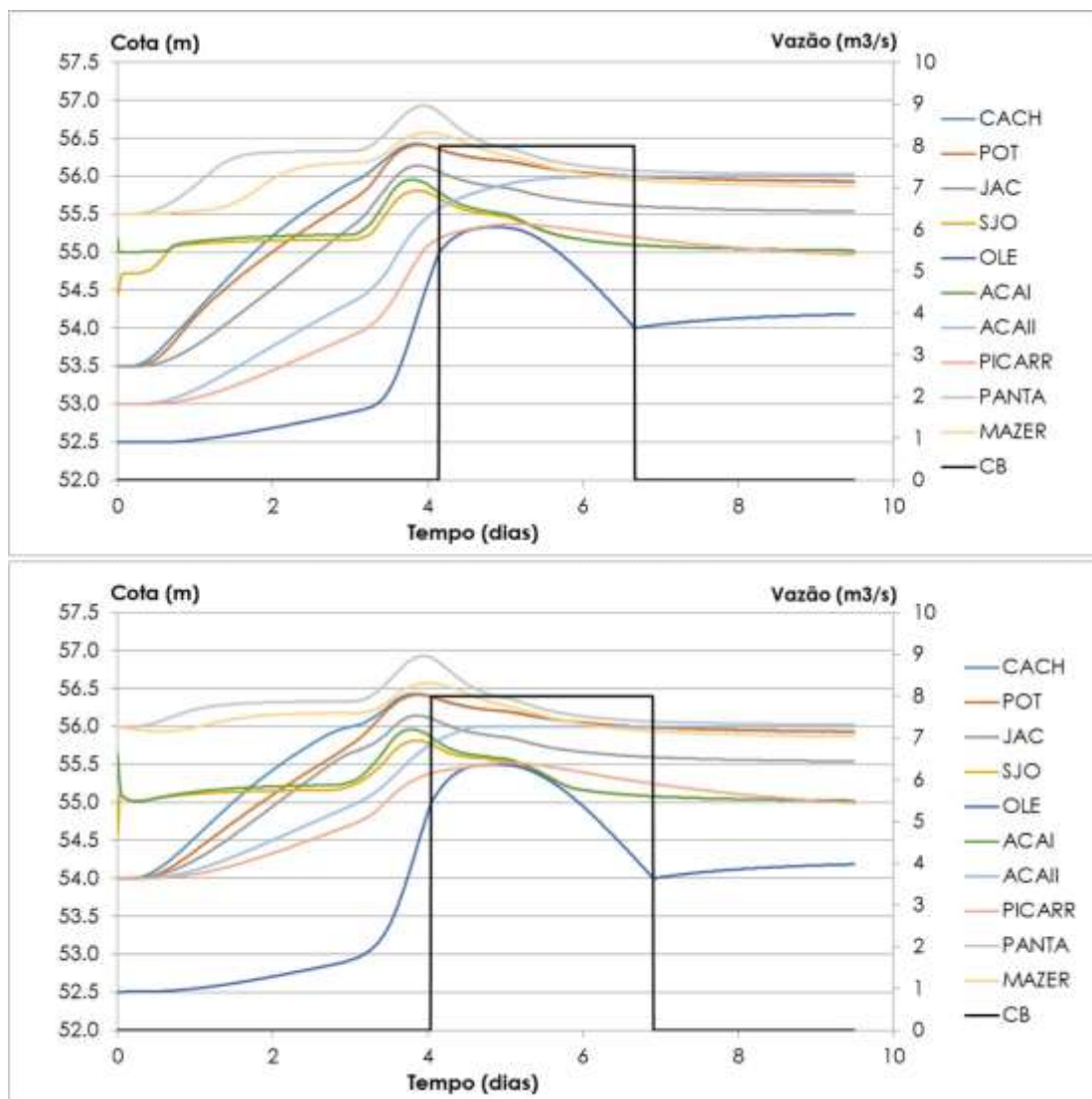


Figura 13. Cenário C - Resultados da modelagem hidrodinâmica das lagoas e canais para um evento com recorrência de 50 anos – Cenários de Verificação – Início do Bombeamento na cota 55,0m. Variabilidade da cota nas lagoas e vazão na Casa de Bombas: Cenário C.1 (superior) e Cenário C.2 (inferior).

Ao considerar um evento com recorrência de 50 anos, as cotas máximas nas lagoas situadas a montante da Lagoa dos Oleiros também não são influenciadas nem pela condição inicial de nível (sub-índices 1 ou 2), nem pela regra de operação do bombeamento (cenários A, B e C). Esses sistemas mostram uma mesma variabilidade de nível em todos os cenários durante o evento chuvoso simulado. O mesmo ocorre para a vazão nos bueiros e canais que interligam as lagoas. Em relação ao TR de 25 anos, ocorre um pequeno incremento na cota máxima, inferior a 10 cm.

A diferença entre os cenários é também constatada somente na lagoa Oleiros, variando entre 54,31 m (A1) e 55,50 m (C2). Em relação ao tempo de bombeamento, verifica-se a mesma diminuição entre os cenários, de A para C, permitindo uma elevação maior do nível. Em termos quantitativos, como esperado em razão do maior volume, verifica-se que em todos os cenários ocorre um aumento do período de bombeamento no evento com recorrência de 50 anos em relação ao cenário de diagnóstico (TR=25 anos).

Por outro lado, a cota máxima nas lagoas não conectadas ao sistema, Acarapé II, mostrou-se dependente da condição inicial de nível. Nos cenários simulados as cotas no final da simulação ficam entre 55,33 m e 55,73 m.

As simulações indicam não haver o extravasamento em nenhum ponto do sistema, lagoa ou canais, para um evento com recorrência de 50 anos.

5. SUSTENTABILIDADE DOS NÍVEIS DAS LAGOAS

Na avaliação das inundações a concepção das Lagoas é de manter as mesmas com lâmina d'água o período mais longo possível visando criar condições para recreação e para evitar a ocupação por invasão das áreas das Lagoas ao longo do tempo. O resultado a ser obtido é a variação dos níveis no tempo das lagoas.

5.1 METODOLOGIA

Para analisar estas condições foi utilizado um modelo de balanço descrito no anexo D. Para analisar os resultados utilizou-se a curva de permanência de níveis das lagoas.

5.2 DADOS DE ENTRADA

A seguir serão descritos os dados de entrada utilizado no modelo, que são: precipitação e evaporação. Ainda, serão explicadas as características das bacias, que contribuem com vazão para as lagoas, e também as características e configurações das lagoas.

A série utilizada é de novembro de 1919 a fevereiro de 2014. Na falta de dados os mesmos foram preenchidos com a média mensal. O período analisado é bastante representativo em termos temporais no item seguinte é realizada uma análise sazonal e interanual das precipitações.

5.2.1 Precipitação

Para a análise da precipitação na região, buscaram-se dados de postos pluviométricos da base de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) priorizando aqueles postos que estavam mais próximo da cidade de Teresina e cuja base de dados era mais extensa. Os postos melhor localizados e com maiores séries melhores são apresentados na tabela 11.

Tabela 11 Postos Pluviométricos utilizados na análise.

Nome	Código	Latitude	Longitude	Anos de Dados
Teresina	542011	-5.0833	-42.8166	101
Teresina Chesf	542012	-5.0877	-42.7991	101

Apesar de apresentarem o mesmo número de anos de dados, o posto base escolhido foi o 542012, pois apresenta menor número de falhas na base de dados. Devido à proximidade de ambos, as datas faltantes neste posto foram preenchidas pelos dados do posto 542011 e, na ausência destes, o preenchimento se deu pela média dos dados faltantes.

5.2.2 Evaporação

Para a análise da evaporação na região, buscaram-se dados de postos com estações telemétricas da base de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) bem como na base de dados Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), priorizando aqueles postos que estavam mais próximo da cidade de Teresina e cuja extensão temporal dos dados era maior. O posto escolhido para a análise de dados foi o 542011 (mesmo posto pluviométrico) que apresenta uma estação telemétrica. Para o preenchimento das falhas, utilizou-se a estação de Caxias (Código INMET: 82476), que se encontra no Estado do Maranhão distante em torno de 63 km da cidade de Teresina bem como das médias dos meses faltantes. Os postos utilizados são apresentados na figura 14.

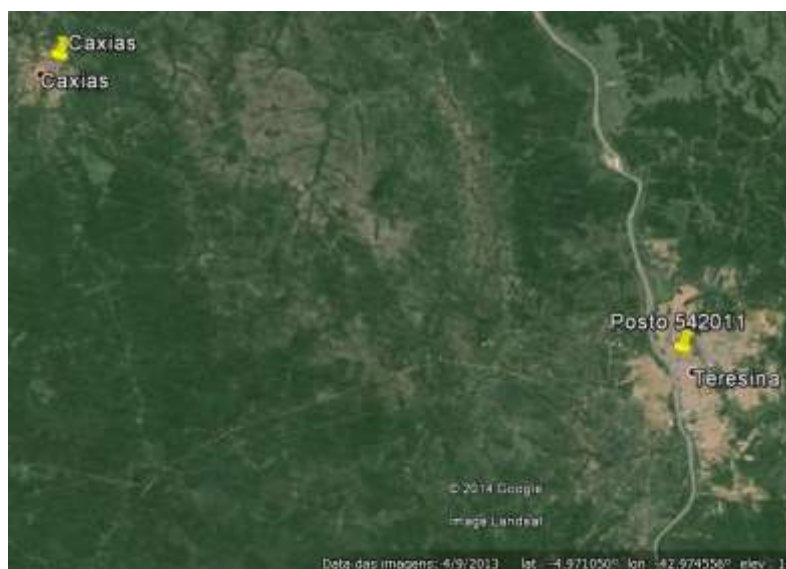


Figura 14- Estações utilizadas para construção da base de dados de Evaporação.

5.2.3 Configuração das Lagoas

A configuração das lagoas (cota x área x volume) e ligações entre as mesmas, entrada das bacias no sistema de drenagem e contribuição das foram apresentados nos capítulos anteriores deste relatório.

A Lagoa São Joaquim concentra o recebimento de águas pluviais de dois grandes ramais para depois escoar para a Lagoa Oleiros. As cotas de ligação entre as Lagoas, ou seja, a partir da qual há escoamento entre as lagoas é apresentada na tabela 12. Este sistema foi simulado no capítulo anterior sem nenhum sistema de comportas para manter os níveis. Observa-se que na lagoa S. Joaquim a sua cota de extravasamento para a lagoa Oleiros é 55,40 m, acima da cota de inundação da Lagoa Oleiros.

Tabela 12 Cota de Ligação entre as Lagoas.

Ligação	Cota de Fundo
Cachorros - Cerâmica Poty	54,06
Cerâmica Poty - Jacaré	53,61
Pantanal - Mazerine	55,73
Mazerine - Jacaré	56,43
Jacaré - São Joaquim	55,28
Acarapé I - São Joaquim (Canal)	55,4
Piçarreira - Oleiros	55,38
São Joaquim - Oleiros (Canal)	55,40
Oleiros – Rio	Bombeamento

5.3. PERÍODO TEMPORAL

Para analisar a representatividade dos períodos de análise foram analisados os dados de precipitação e evaporação da série analisada, verificando os períodos secos e úmidos, além da sazonalidade da ocorrência das precipitações.

Na figura 15 são apresentadas as precipitações médias mensais da série, mostrando claramente a sazonalidade observada em Teresina.

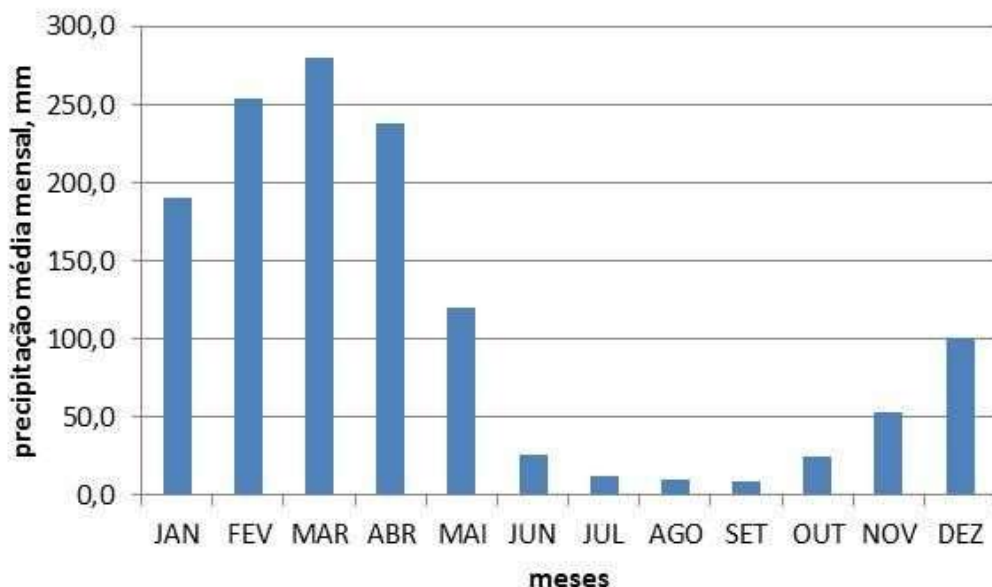


Figura 15 Variação das precipitações médias mensais em Teresina (série de 1920 a 2013)

Na figura 16 pode-se observar a variabilidade interanual das precipitações em Teresina. Esta curva é semelhante a curva das chuvas máximas apresentadas no anexo C. A figura mostra a variação com relação à média que é de 1296,9 mm. Pode-se observar que o desvio padrão da precipitação anual é bastante alto, com 428,2 mm. Desde 1960 observa-se um menor desvio padrão nas chuvas, mas com alguns anos com chuva anual muito baixa. Estes valores podem ser reais ou representarem problemas de incertezas. A década de 40 mostra um período muito seco contínuo seguido por um período chuvoso na década de 50. Para verificar estas variações são verdadeiras é necessário um estudo de outros postos na região.

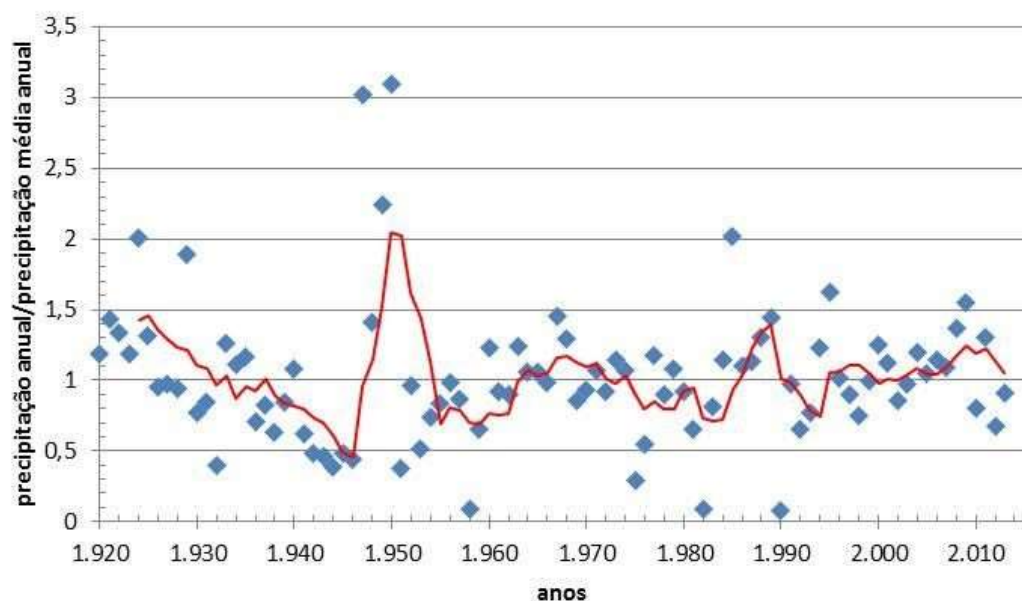


Figura 16 Variabilidade das precipitações anuais com relação a média da série de precipitações de Teresina de 1920 a 2013.

5.4 RESULTADOS

Considerando os níveis de ligação entre as lagoas (sem comportas) foi realizada a simulação para toda a série de precipitações e evaporação utilizando o modelo de balanço apresentado no anexo D.

A regra operacional para o bombeamento foi de iniciar o bombeamento somente quando a cota na Lagoa dos Oleiros chegasse a 55,0 m e operar até chegar a 54,0 m. Abaixo deste valor não haveria bombeamento. Portanto, adotou-se que 54,0 m é a cota no qual tudo é transferido por bombeamento.

Nas demais Lagoas manteve-se a cota mínima de transferência a cota da soleira. Nesta situação tudo que estiver acima da cota da soleira é transferida para jusante. No caso apenas Acarapé II não tem soleira. Foi adotada a cota de 60,0 m como soleira por falta desta informação. Isto permite avaliar a variação de níveis desta lagoa considerando um extravasor alto.

A seguir são apresentadas as curvas de permanências de níveis e a curva média de níveis de cada lagoa nas figuras 17 a 34. Observe que na curva de permanência de algumas lagoas aparece uma pequena anomalia no traçado da curva devido a linha gerada no Excell.



Figura 17 Curva de Permanência da Lagoa dos Cachorros para o sistema sem comportas (a curvatura entre 70 e 80% é deformação do Excell no desenho da curva).

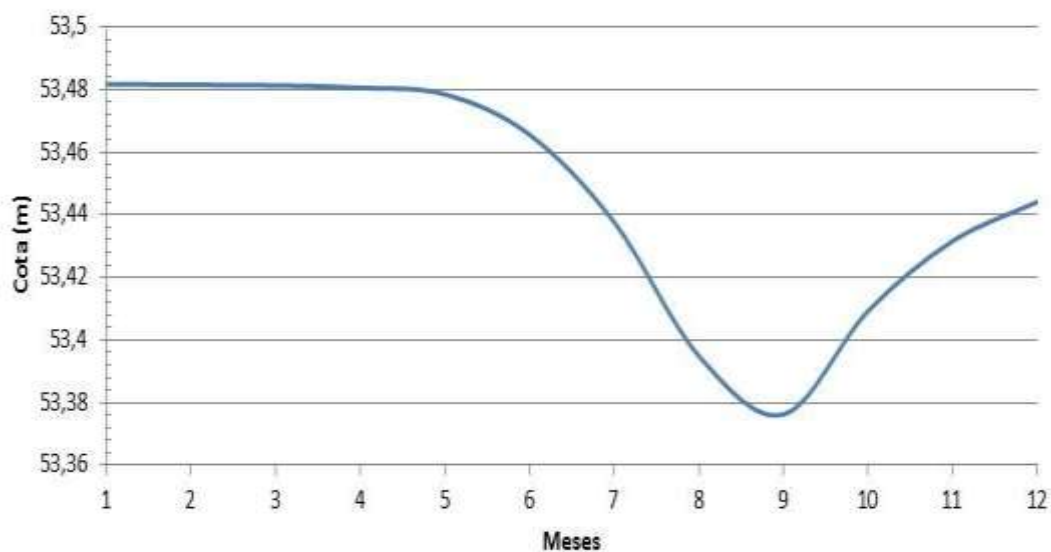


Figura 18 Níveis médios mensais na Lagoa dos Cachorros.

Na tabela 13 é apresentado um resumo da manutenção de níveis nas lagoas, considerando as condições das soleiras atuais. Podem-se observar destes resultados que algumas Lagoas mantêm quase todo o período com lâmina d'água como as Lagoas Mazerine, Pantanal, Acarapé II e Piçareiras e outras secam em alguns meses. Na tabela 13 são apresentados níveis característicos das lagoas que permitem observar a sua sustentabilidade ao longo do ano e os meses críticos.

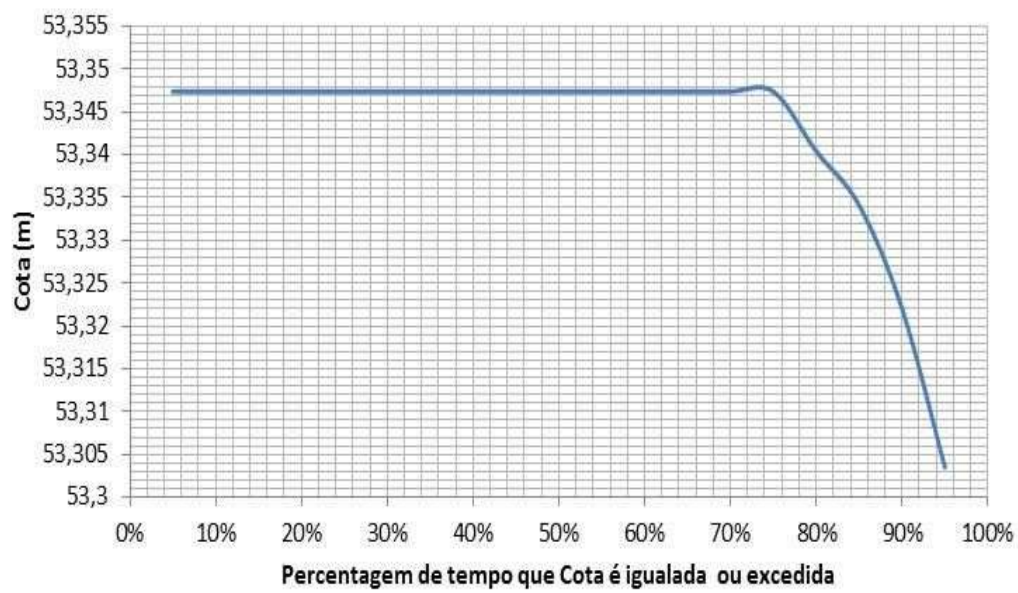


Figura 19- Curva de Permanência para a Lagoa Cerâmica Poty

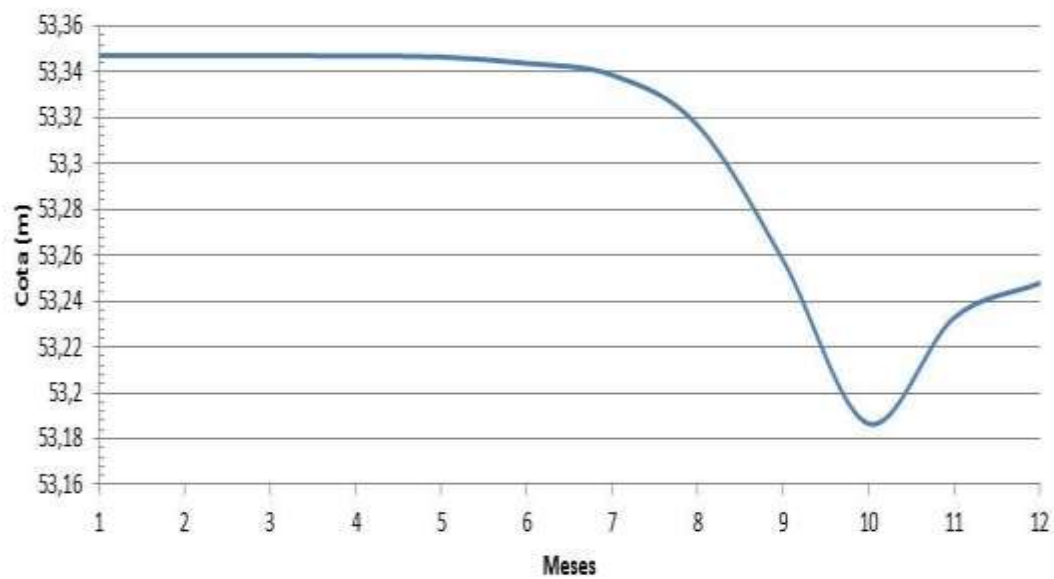


Figura 20 - Níveis médios mensais para a Lagoa Cerâmica Poty

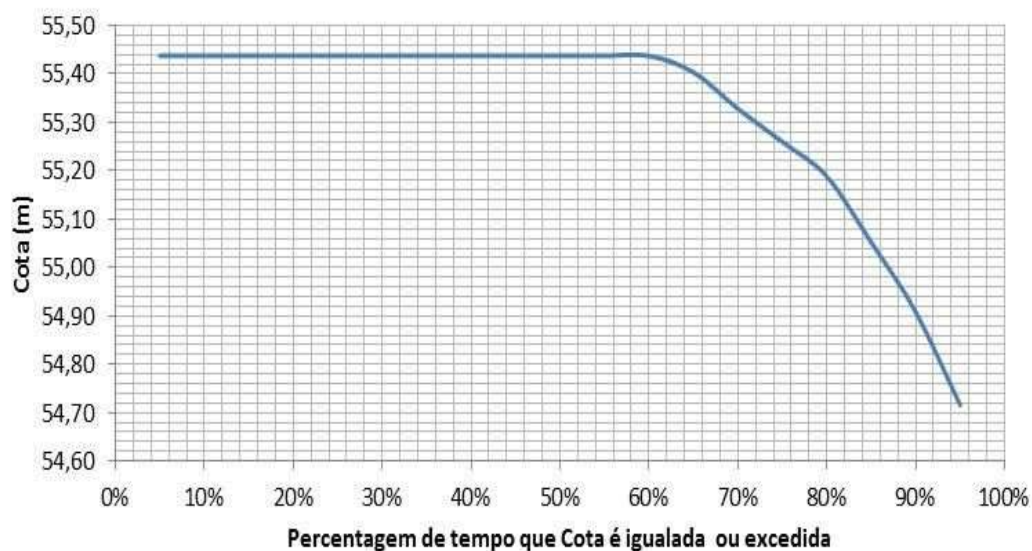


Figura 21 - Curva de Permanência dos níveis na Lagoa Pantanal

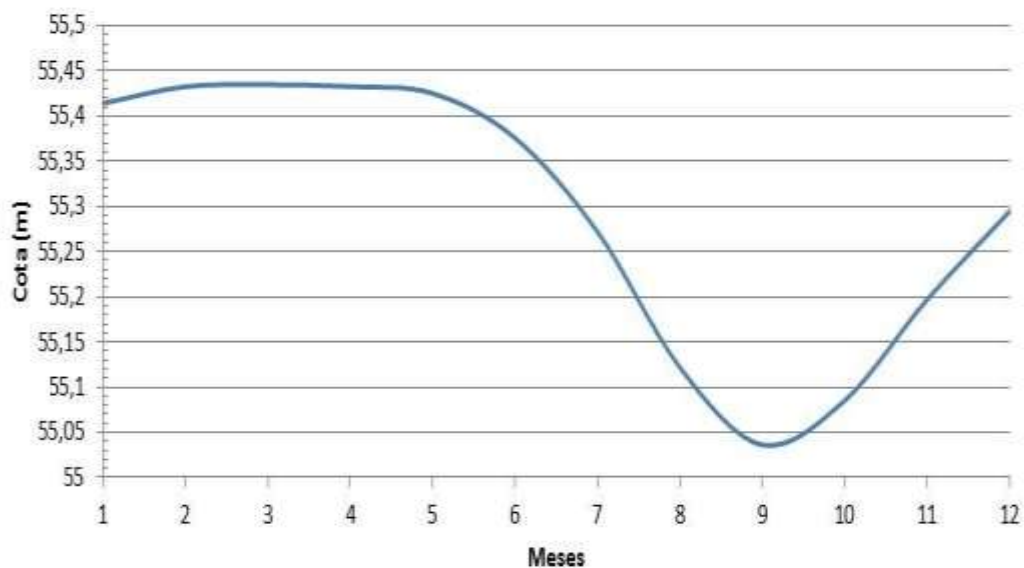


Figura 22 - Níveis médios mensais na Lagoa Pantanal.

Observa-se o seguinte:

- As Lagoas Cachorros e Cerâmica não mantêm os níveis no período seco porque a cota de conexão entre as lagoas está numa cota baixa e dois efeitos ocorrem: (a) escoamento para jusante; (b) evaporação do período seco;
- No caso da Lagoa Oleiros, os níveis ficam em 54 m, no período chuvoso, mas diminuem no período seco;
- As demais lagoas se mostram mais sustentáveis ao longo do tempo.

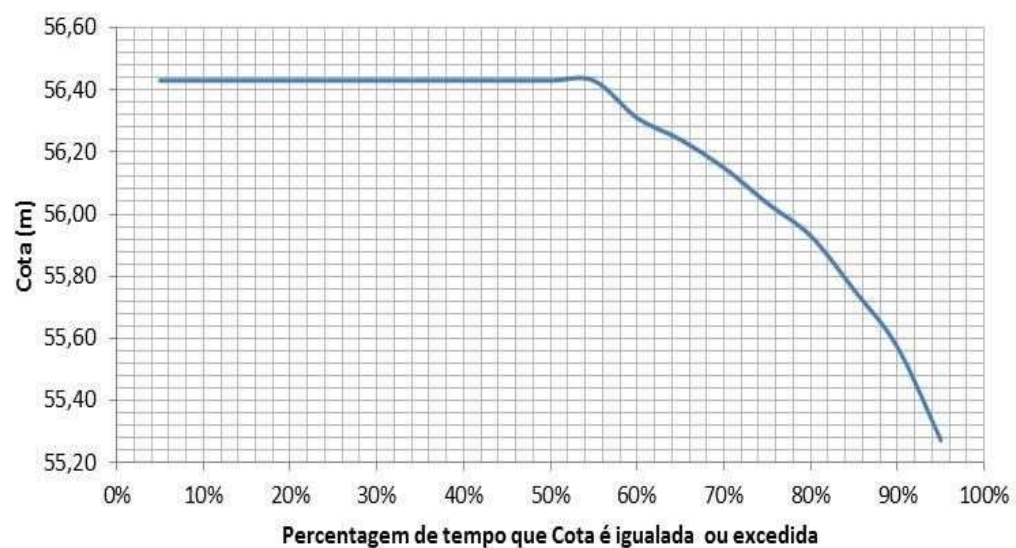


Figura 23 Curva de Permanência de níveis da lagoa Mazerine.

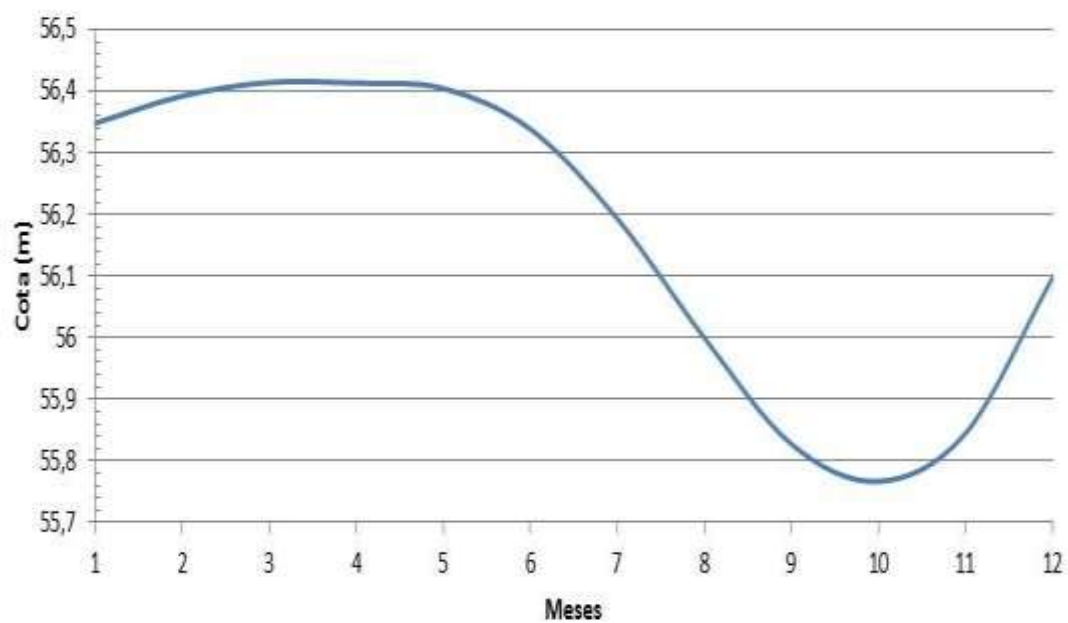


Figura 24 Curva de Níveis médios Mensais da Lagoa Mazerine.

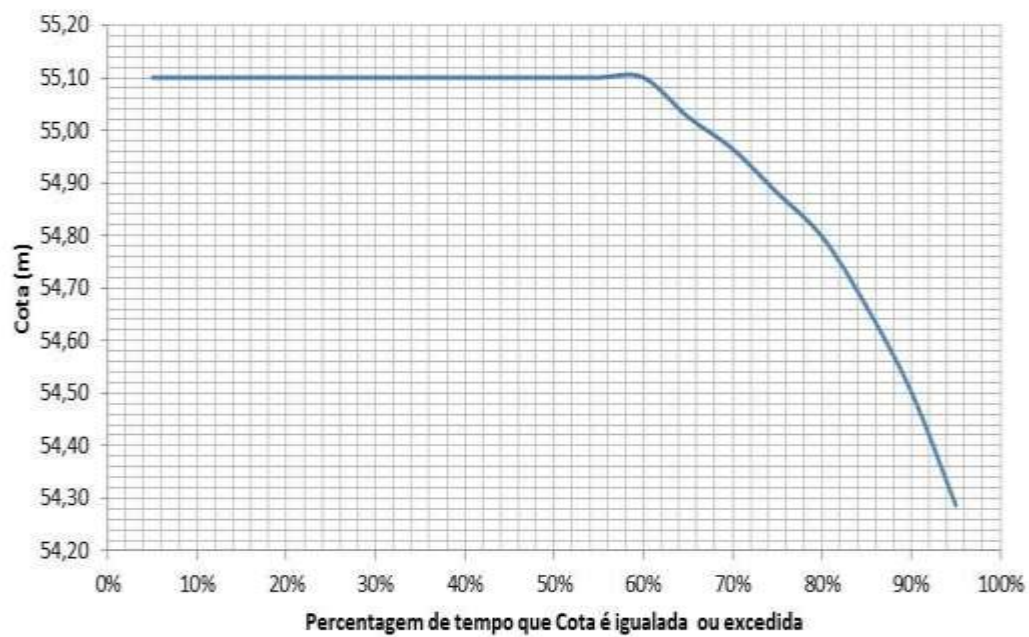


Figura 25 Curva de Permanência dos níveis na Lagoa Jacaré

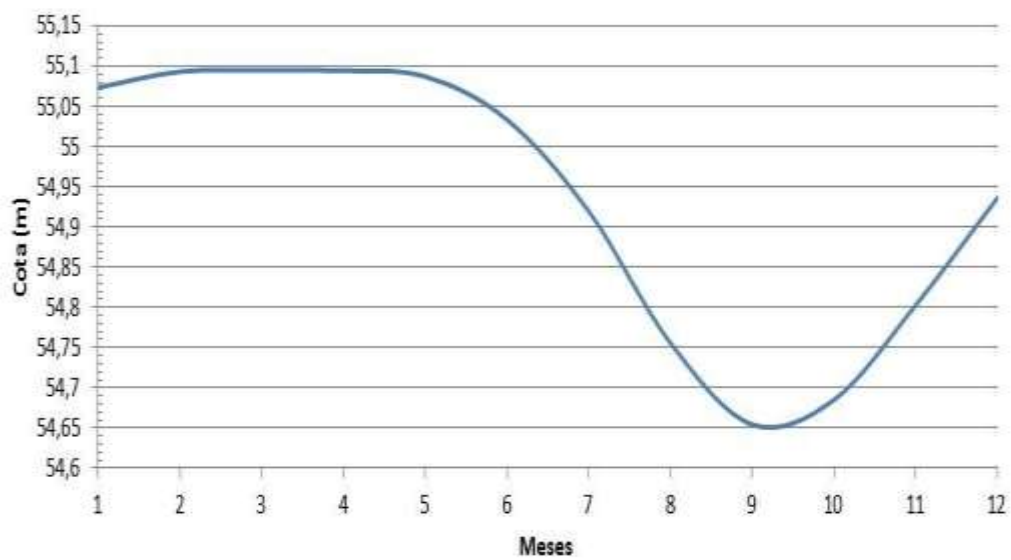


Figura 26 Curva de Níveis médios mensais na Lagoa Jacaré



Figura 27 Curva de permanência de níveis de ACARAPÉ I.

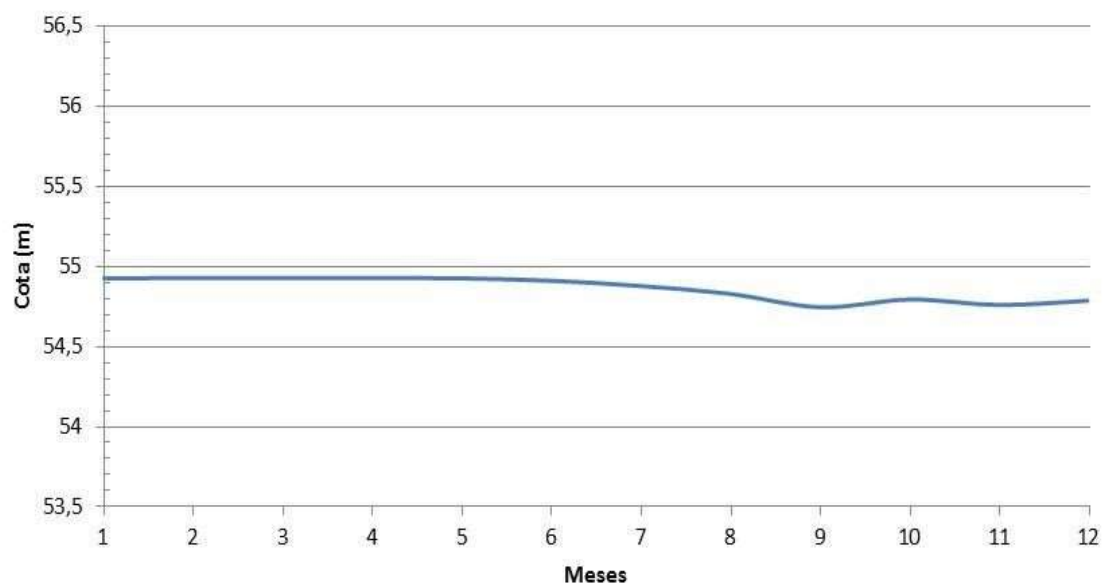


Figura 28 Curva de níveis mensais médios ACARAPÉ I.



Figura 30 Curva de permanência de níveis de ACARAPÉ II.

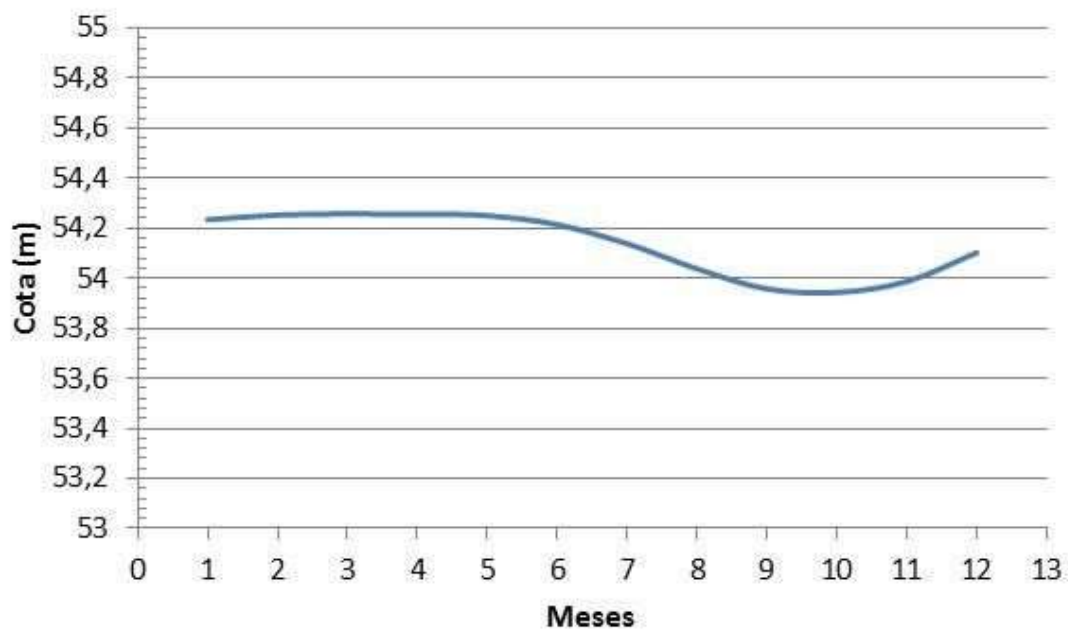


Figura 31 Curva de níveis mensais médios ACARAPÉ II.

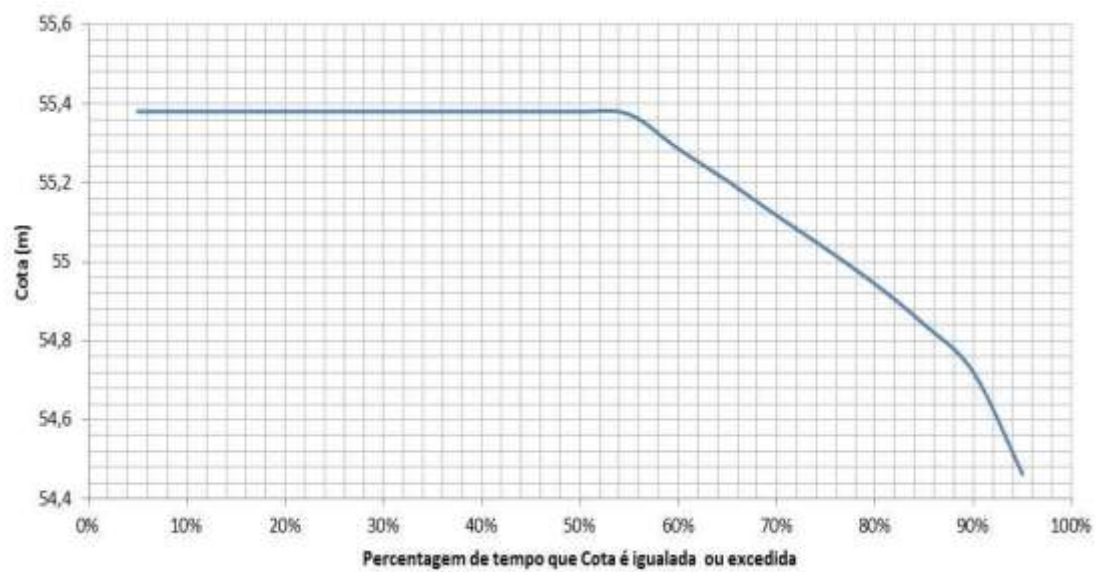


Figura 32 Curva de Permanência dos níveis da Lagoa Piçareiras.

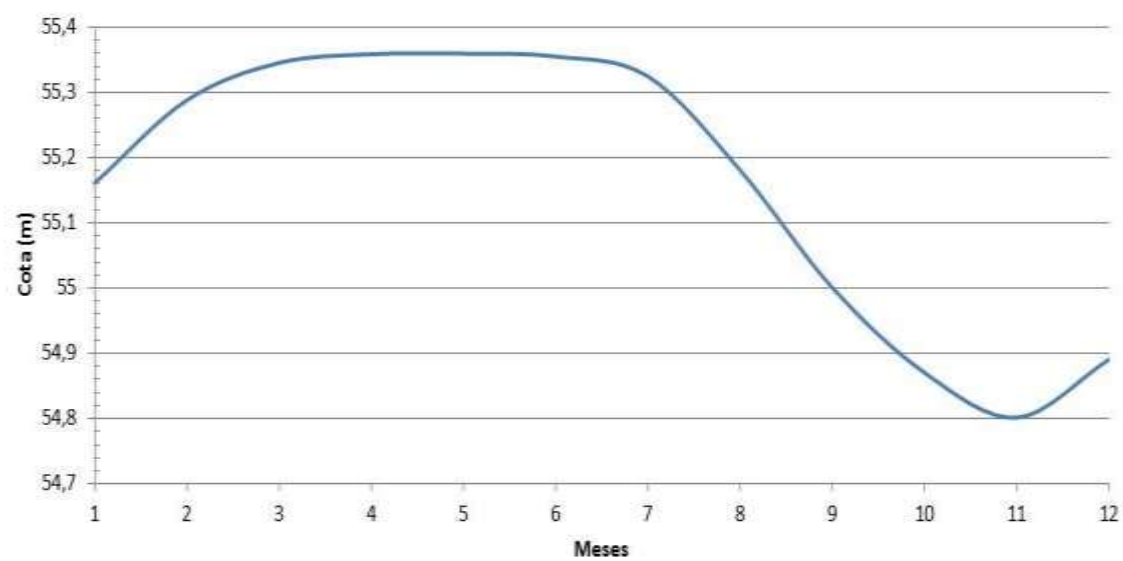


Figura 33 Curva de níveis médios da Lagoa Piçareiras.

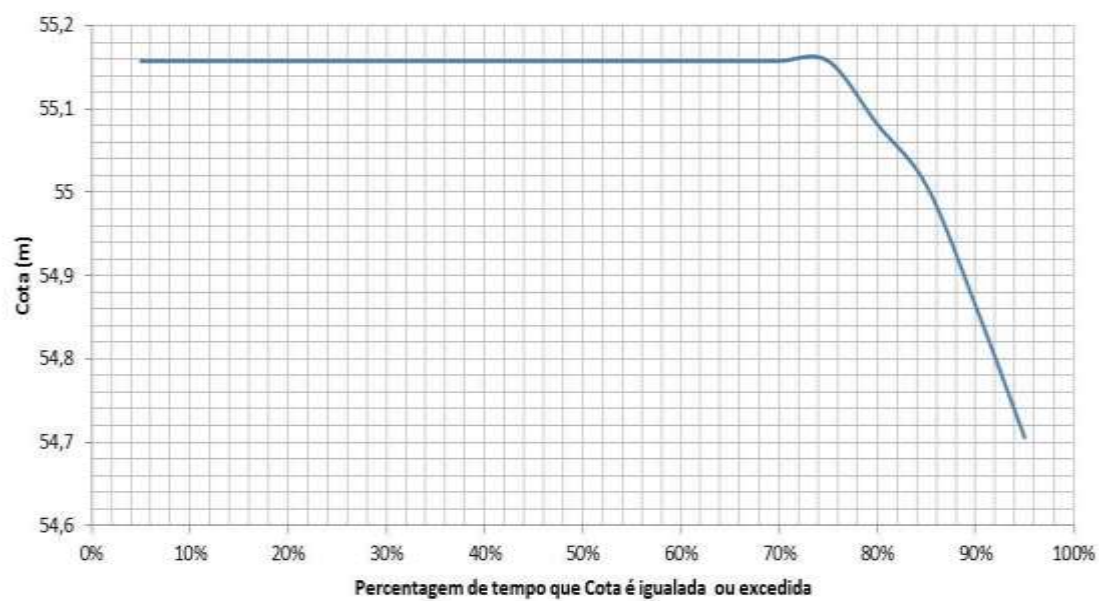


Figura 34 Curva de Permanência da Lagoa São Joaquim.

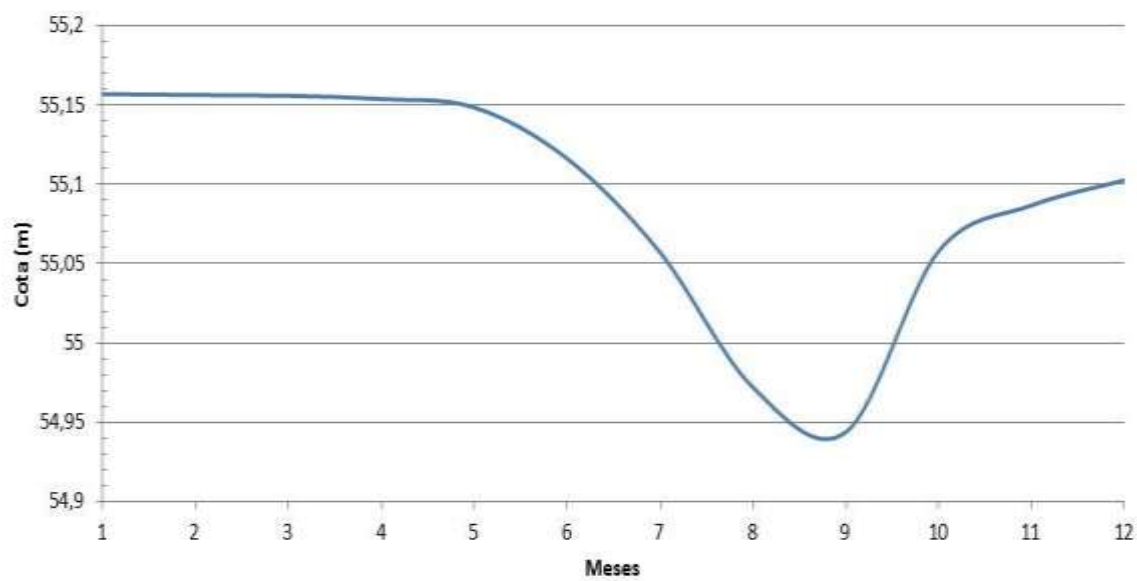


Figura 35 Curva de níveis médios da Lagoa São Joaquim.

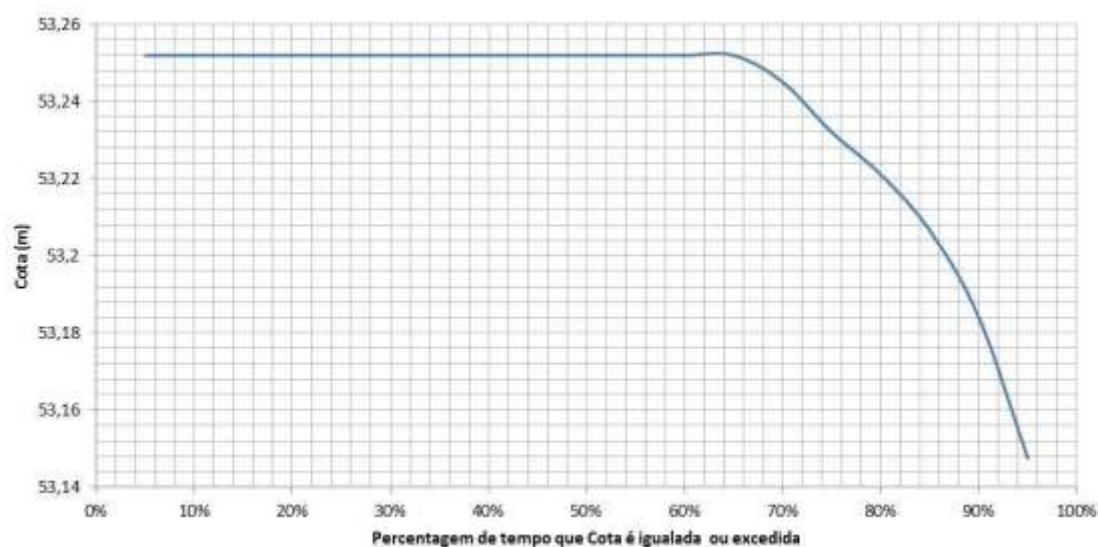


Figura 36 Curva de Permanência dos níveis da Lagoa Oleiros.

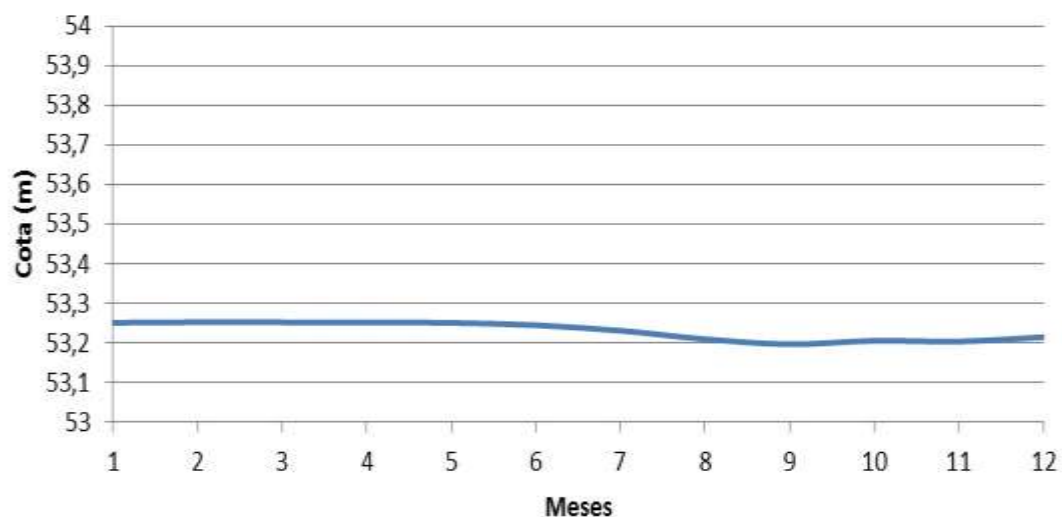


Figura 37 Curva de níveis médios da Lagoa Oleiros.

Para buscar aumentar os níveis das Lagoas Cachorros, Cerâmica e Oleiros no período seco foi analisado o seguinte:

- Aumento para 55,0 m a cota de fundo das Lagoas Cachorros e Cerâmica. Esta condição seria a de mudar o descarregador de fundo e não usar comportas. Esta condição foi simulada nas inundações no cenário C.3. Neste caso, com estas alterações para a Lagoa Cachorros o nível de 95% da curva de permanência aumenta para 53,85 m (cerca de 0,60 m) e o nível mínimo para 54,02 m (aumento de 0,67 m. Para a Lagoa Cerâmica o aumento os aumentos foram respectivamente de 0,53 m e 0,80 m;

- Mudar a operação do bombeamento da Lagoa dos Oleiros para o seguinte: (a) no período dezembro a abril para de bombear em 55,0 até 54,9 m; (b) no período de junho a novembro não bombear, portanto adotou-se neste período uma cota de 55,0 m. Neste caso houve importante aumento na cota mínima para 53,75 m (aumento de 0,55m) e para 54,02 m para a cota mínima com aumento de 0,80m.

Tabela 13 Níveis característicos das Lagoas

Lagoa	Cota de Fundo M	Soleira M	Cota mínima ¹ M	Nível médio mínimo M	Meses em que ocorrem NMM
Cachorros	53,27	54,0	53,27	53,37	Setembro
Cerâmica	52,80	53,61	53,30	53,18	Outubro
Pantanal	51,0	55,73	51,0	53,8	Set-out
Mazerine	51,0	56,43	52,5	54,25	Set-out
Jacaré	52,0	55,28	54,28	54,65	Set
Acarapé I	54,0	55,4	52,0	53,8	Set-out
S. Joaquim	54,0	55,40	54,47	54,93	Set
Piçarreiras	50,0	55,38	54,45	54,80	Set
Oleiros	51,0		53,15	53,20	Set

1 – correspondente a 95% da curva de permanência.

Os resultados são apresentados nas figuras que seguem.

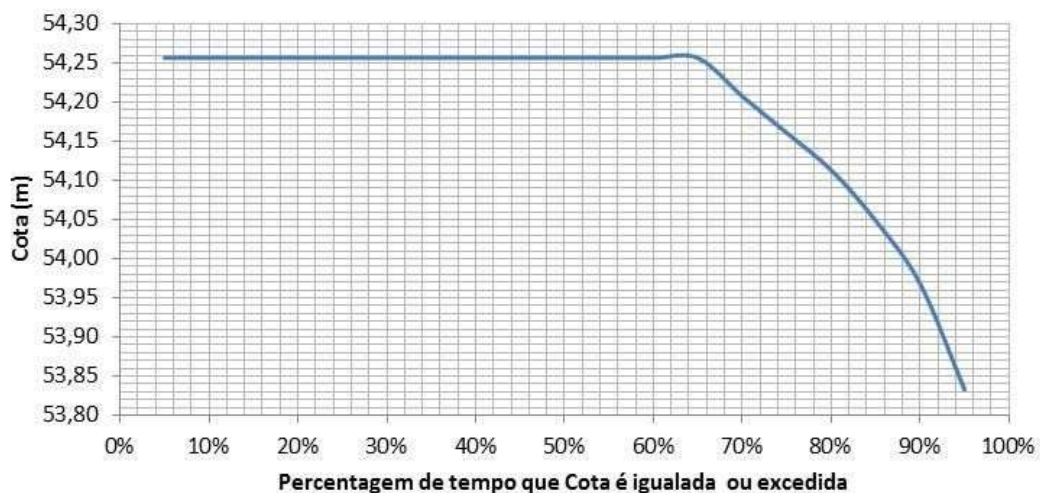


Figura 38 Curva de Permanência da Lagoa dos Cachorros com a soleira alterada para 55,0 m.

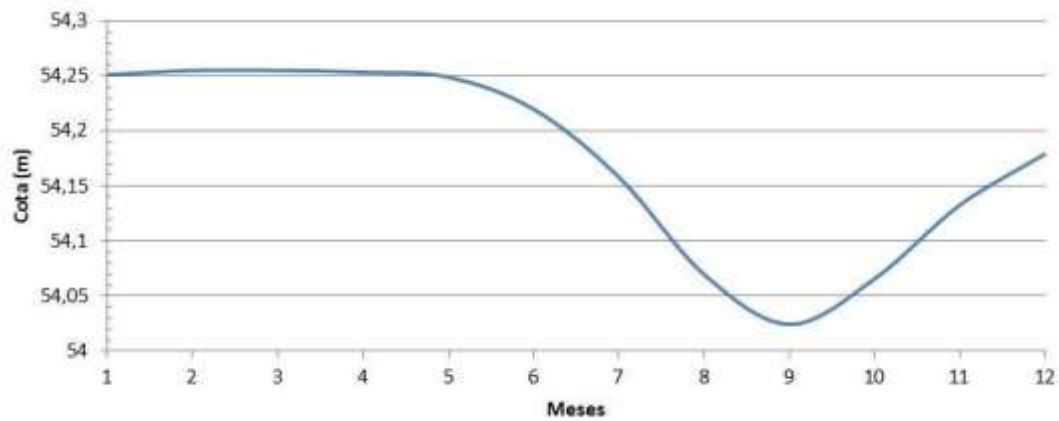


Figura 39 Curva de Níveis médios para a Lagoa dos Cachorros com soleira alterada para 55,0m.



Figura 40 Curva de Permanência da Lagoa Cerâmica com a soleira alterada para 55,0 m.

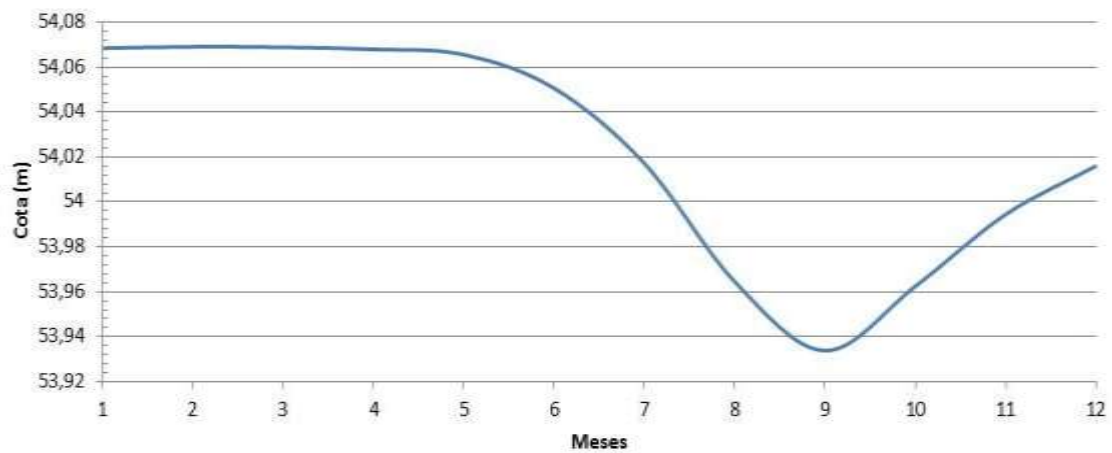


Figura 41 Curvas de níveis mínimos na Lagoa Cerâmica depois de alteração da soleira para 55,0 m.

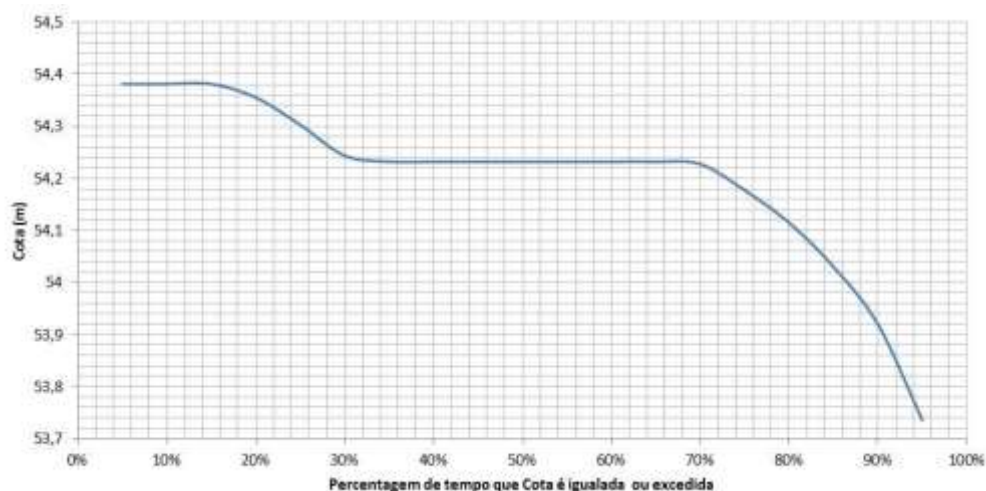


Figura 42 Curva de Permanência de Oleiros com regra operacional alterada.

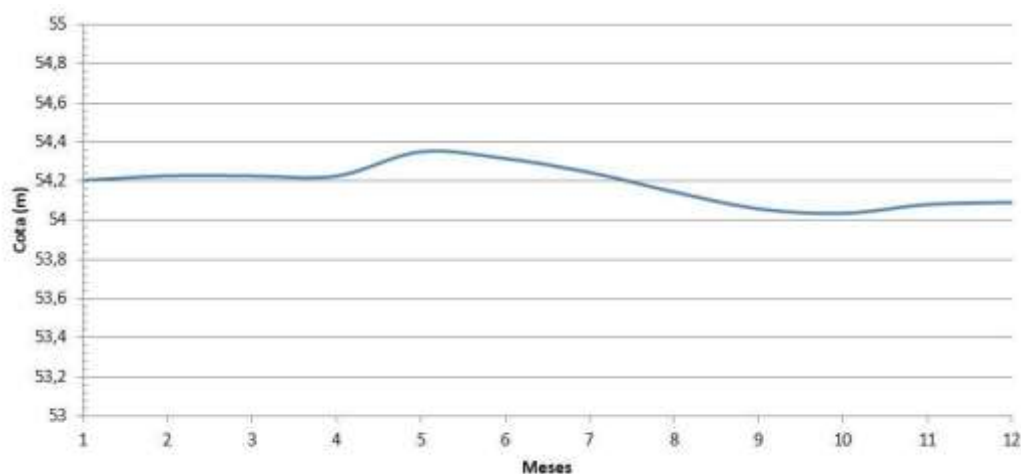


Figura 43 Curva de níveis médios mensais na Lagoa Oleiros com a regra operacional alterada.

6. COMPATIBILIZAÇÃO DOS CENÁRIOS DE INUNDAÇÃO E SECA

6.1 CARACTERIZAÇÃO

Nos Capítulos 3 e 4 foram analisados os cenários de inundação para as lagoas e determinados os níveis máximos de inundação que permitem definir o urbanismo das áreas e a desapropriação para preservação da paisagem. O resultado mostrou que a Lagoa dos Oleiros é a principal e depende da regra operacional de bombeamento, relacionada com os níveis iniciais e finais.

No capítulo anterior analisou-se a sustentabilidade dos níveis das Lagoas considerando as regras operacionais das simulações de inundações. Observa-se que a maioria das lagoas têm condições de manter os níveis durante quase todo o período e apenas as Lagoas dos Cachorros e Cerâmica Poty necessitam de aumento dos condutos de conexão para terem lâmina d'água para um período mais longo durante o ano. No caso das

Oleiros a cota obtida com a regra operacional de bombear quando o nível chegar a 55,00 m. O resultado na Lagoa dos Oleiros foi com a manutenção da cota na 54,0 m em 88% do tempo. Este resultado faz com a lâmina d'água permanente seja de uma área de 311.000 m², que não cobra a área das Oleiros, deixando vazios.

6.2 ALTERNATIVAS

As alternativas existentes para a Lagoa dos Oleiros são as seguintes:

1. **Manutenção dos níveis na cota 54,0 m** com a operação com água disponível no sistema de lagoas. Esta alternativa representa uma área de lago de 311.000 m². A área projetada para a Lagoa dos Oleiros é de 405.659 m². Portanto, existem alguns dias por ano que a lagoa terá da ordem de 95.000 m² de área sem água;
2. **Manutenção dos níveis na cota 55,0 m**: Para atender esta condição é necessário bombear água do rio Parnaíba para completar o volume necessário para manter a cota em 55,0 m.

6.3. ESTIMATIVA DE VOLUME DE BOMBEAMENTO

Para estimar a capacidade necessária de bombeamento utilizaram-se os seguintes critérios:

Cenário médio

1. Determinou-se para toda a série a relação Precipitação – Evaporação para todos os meses (valores positivos). Com base nestes valores chegou-se a um déficit médio diário de 2,45 mm/dia.
2. A área em 55,00 m é de 405.659 m². Portanto o volume médio a ser bombeado é igual a
$$V = 2,45 \times 10^{-3} \times 405.659 = 994 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

Cenário de período seco

1. Determinou-se para toda a série a relação Precipitação – Evaporação e verificou-se que os meses de seca onde esta relação é negativa ocorre entre maio a dezembro. Determinou-se a média diária para destes meses e seu desvio padrão. Os valores são: média = 3,6 mm/dia e desvio padrão = 1,43 mm/dia.
2. A área em 55,00 m é de 405.659 m².
3. Considerando o cenário da média o resultado fica
$$V = 3,6 \times 10^{-3} \times 405.659 = 1462 \text{ m}^3 / \text{dia}$$
4. Considerando que estes valores possuem meses com valores maiores estimou-se a média com 2 desvio padrão que representa 95% dos valores, resultando uma demanda diária de $3,6 + 2 \times 1,43 = 6,46 \text{ mm/dia}$. O volume neste caso fica:
$$V = 6,46 \times 10^{-3} \times 405.659 = 2619,3 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

Resumo

Na tabela 14 são apresentadas as alternativas de bombeamento médio necessário de manter as Lagoas.

Tabela 14 Cenários de Volume diário necessário para manutenção da Lagoa dos Oleiros

Estimativa	Volume m ³ /dia
Média de todos os dias do ano	994
Média do período de déficit	1462
Limite superior (95%) do período de deficit	2619

A escolha da bomba e do sistema de bombeamento deve considerar os volumes acima necessários para repor o volume. Para o dimensionamento das bombas deve-se considerar o número de horas de operação e uma capacidade que atenda na pior das condições a vazão de 2619 m³/dia.

6.4. CONDIÇÕES OPERACIONAIS E COMPATIBILIDADE

Na operação do bombeamento determinou-se que iniciaria o bombeamento com 55,0 m e terminaria o bombeamento com 54,0 m para evitar oscilação. No entanto, a operação deve considerar as condições operacionais e a previsão meteorológica para minimizar o bombeamento no final da chuva, evitando-se de interromper o bombeamento somente em 54,0 m, o que poderia necessitar a bombeamento de volta para manter a lâmina da lagoa. Este ajuste fino deve ocorrer com base na previsão da continuidade da precipitação.

A regra operacional para controle de inundações possui como grau de liberdade o número de bombas e um intervalo de níveis. Inicialmente propõe-se o seguinte:

A. Meses de Maio a dezembro

- Evitar o bombeamento nestes meses;
- Bombear somente se a cota da lagoa ultrapassar 55,30 m. Nesta situação bombear até chegar a 55,0 m.
- Quando a cota cair abaixo de 55,0 m e não houver previsão de chuvas deve-se bombear do rio até atingir a cota 55,0 m. Considerando que a sensibilidade da observação é +- 5 cm devido às ondas, deve-se adotar níveis aproximados e evitar que a cota se reduza abaixo de 54,7 m.

B. Meses de janeiro a abril

- Obter a previsão de precipitação;
- Iniciar o Bombeamento num dia chuvoso com previsão de chuva para os dias que seguem quando a cota da lagoa dos Oleiros chegar a 55,2 m. Iniciar com um conjunto de bombas de 2 m³/s e aumentar se os níveis não baixarem.
- No cenário que os níveis fiquem abaixo de 55,00 m e continuar com previsão de chuva reduzir gradualmente o número de bombas.

Esta regra deve ser revisada no projeto executivo.

6.5. ANÁLISE

Os resultados mostraram que existem duas alternativas: (a) manutenção dos níveis nas condições naturais na cota 54,0 m na Lagoa dos Oleiros com a regra operacional identificada; (b) aumento do nível de água na Lagoa dos Oleiros para 55,0 m com bombeamento do rio Paranaíba.

A Prefeitura Municipal de Teresina escolheu a segunda alternativa em função de condições de fixação do Parque e das Lagoas e custos operacionais na área que ficasse sem lâmina de água.

Nesta alternativa é essencial que ocorra a limpeza da vegetação para evitar no início da inundação um processo de redução do oxigênio da água para consumir o DBO e nutrientes gerados pela inundação desta matéria vegetal.

7. CONCLUSÕES

O projeto da Lagoa do Norte quanto às águas pluviais possui os seguintes objetivos:

- Evitar inundações na população que ocupa a área em função das condições dos níveis dos Lagos internos ao sistema de diques;
- Manutenção dos níveis dos Lagos durante todo o ano para permitir um ambiente de recreação adequado e evitar ocupação da área de inundação.

A seguir são avaliadas as condições dos níveis durante as inundações e para o restante do ano.

7.1 INUNDAÇÕES

Os estudos desenvolvidos na primeira parte deste relatório (capítulo 3 e 4) trataram de simular e projetar as condições de inundação para o risco de 25 anos nas Lagoas do Sistema que escoam para a Lagoa Oleiros. Neste sistema foram estudados vários cenários e obtiveram-se as cotas máximas de inundação para o tempo de retorno referido nas lagoas considerando a regra operacional de bombeamento na Lagoa Oleiros com cotas de 53,5 54,0 m e 55,0 m.

O cenário C onde a regra operacional é o mais conveniente por manter as condições de desapropriação de inundação e permitir iniciar o período seco com as lagoas o mais cheias possível, portanto compatibilizando os objetivos. O estudo também verificou o cenário para a cheia de 50 anos, mostrando que os impactos são limitados dando mais garantia para os resultados quanto ao objetivo de controle de inundações.

Qualquer dos cenários C atende aos objetivos, já que as lagoas à montante da Lagoa dos Oleiros pouco influenciam com suas condições iniciais as condições de escoamento a jusante.

7.2 MANUTENÇÃO DOS NÍVEIS

No capítulo 5 foram apresentados os resultados da simulação da série de 1919 a 2013 da manutenção dos níveis nas Lagoas. Para algumas Lagoas a manutenção dos níveis é quase permanente com 95% com níveis que permitem ter grande parte do Lago mantido, como as Lagoas Acarapé II, Piçareiras, Pantanal e Mazerine.

As Lagoas Cachorros e Cerâmica não mantêm os níveis, mas mudando a regra operacional usando comportas é possível aumentar o tempo de permanência dos níveis de água nos mesmos a uma grande parte do ano. A regra é simples, bastaria fechar o conduto de conexão entre as Lagoas durante maio a outubro. Nas Lagoas Jacaré e São Joaquim existe limitada ação, já que os níveis de transferências são altos e não é possível aumentar devido aos riscos de inundação. Na Lagoa Acarapé I e canal de navegação deve-se fechar as comportas nos meses de maio a outubro. Na Lagoa dos Oleiros observa-se que deixando de bombear nos meses de maio a outubro ocorre maior manutenção dos níveis, mas com algum risco de inundação se houver uma chuva extemporânea. No entanto, é possível

iniciar o bombeamento se os níveis subirem além de uma determinada margem da cota 55,00 m.

Nos resultados da Lagoa dos Oleiros, com a regra operacional adotada de bombear apenas nos meses chuvosos de dezembro a abril, resultam cotas médias mensais acima de 54,0 m. No período todo 88% do tempo as cotas são maiores ou iguais a 54,0 m e cerca de 70% em 54,2 m.

7.3 COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE OS PERÍODOS ÚMIDOS E SECOS

As alternativas existentes para a Lagoa dos Oleiros são as seguintes:

1. **Manutenção dos níveis na cota 54,0 m** com a operação com água disponível no sistema de lagoas. Esta alternativa representa uma área de lago de 311.000 m². A área projetada para a Lagoa dos Oleiros é de 405.659 m². Portanto, existem alguns dias por ano que a lagoa terá da ordem de 95.000 m² de área sem água;
2. **Manutenção dos níveis na cota 55,0 m**: Para atender esta condição é necessário bombear água do rio Parnaíba para completar o volume necessário para manter a cota em 55,0 m.

A Prefeitura Municipal de Teresina tomou a decisão de utilizar a alternativa de manutenção da cota em 55,0 m e, portanto bombeamento do Parnaíba quanto este nível não é atendido. Foram estimados os volumes diários necessários em condições médias e limites para dimensionamento da bomba a ser utilizada. Também foi proposta inicialmente uma regra operacional para uso desta alternativa. Esta regra operacional deve ser revista na fase de projeto executivo.

Nesta alternativa é essencial que ocorra a limpeza da vegetação para evitar no início da inundação um processo de redução do oxigênio da água para consumir o DBO e nutrientes gerados pela inundação desta matéria vegetal.

7.4 RECOMENDAÇÕES

As principais recomendações são as seguintes:

1. Os sistemas de conexões entre as lagoas devem ser revisados e recuperados para funcionamento adequado;
2. A análise e detalhamento operacional deverão ser revisados quando da implantação final do sistema em operação;
3. Deve-se desenvolver um sistema de previsão de precipitação para melhorar a antecipação dos eventos e gestão operacional do sistema que operará basicamente nos meses de chuva de dezembro a abril.

REFERÊNCIAS

- BELL, F. Ch., 1969. Generalized rainfall duration frequency relationships. **Journal of the Hydraulics Division**. American Society of Civil Engineers, New York, v. 95.
- CAMPANA, N.; TUCCI, C.E.M., 1994. Estimativa da Área Impermeável de Macrobacias urbanas RBE Caderno de Recursos Hídricos, V12 n2 p79-94.
- GERMANO, A; TUCCI, C.E.M.; SILVEIRA, A L.L.1998. Estimativa dos parâmetros do modelo IPH II para bacias urbanas brasileiras RBRH V3 N.4 p 103 – 120
- EPA-SWMM. 2005. Users Manual SWMM 5.0. In: <http://www.epa.gov/ednrmrl/swmm/#E>.

- HEC-RAS, 2002. **HEC-RAS Hydraulic Reference Manual**. U.S. Army Corps of Engineers.
- JB ENGENHARIA, 1999 **Programa Lagoas do Norte** – Projeto de Drenagem – JB Engenharia LTDA; março/1999;
- PFASTETTER, 1957. **Chuvas intensas no Brasil**. Rio de Janeiro:DNOS.419p.
- PMSS, 2004. Programa de Modernização do Setor de Saneamento. **Estudo Preliminar do Sistema de Esgotamento sanitário de Teresina**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Ministério das Cidades. Governo Federal.
- PORTO, R. 1995. Escoamento Superficial Direto. Em: TUCCI, C.E.M., PORTO, R., de BARROS, M. T. (org.) . **Drenagem Urbana**. Porto Alegre, RS. ABRH / Ed. da Universidade. UFRGS. 428 p. Cap.4, pp. 107- 165.
- SCS. 1975. **Urban hydrology for Small Watersheds**. Washington. U.S. Dept. Agr. Techni-cal Release n. 55.
- TUCCI, C. E. M., ZAMANILLO, E. A., PASINATO, H. D. 1983. Sistema de simulação precipitação-vazão IPHS1. In: **Recursos Hídricos – Publicação 20**. IPH-UFRGS. Porto Alegre.
- TUCCI, C.E.M. 1993. Escoamento Superficial. In: TUCCI, C.E.M. (org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre, RS. ABRH / Ed. da Universidade / Edusp. pp 391-441.

A - RELAÇÕES DAS CURVAS DE PROBABILIDADE DE PRECIPITAÇÃO-INTENSIDADE E TEMPO DE RETORNO

Tabela 15 IDF de Teresina, Pfastetter (1957)

Duração	TR (anos)					
	2	5	10	25	50	100
5min	16,3	19	21,1	23,7	25,6	27,6
15 min	30	28,8	32	45,3	39,4	42,6
30 min	40,7	49	55,3	63,9	70,6	77,5
1h	52,4	64,1	73,3	86,1	96,3	107,1
2h	64,5	79,7	91,8	108,7	122,5	137,2
4h	77,2	96	111,2	132,7	150,3	169,3
8h	84,7	112,4	130,4	155,9	176,8	199,3
14 h	101,2	125,9	145	174	197	221,9
24h	112,6	139,6	161,2	191,7	216,5	243,1

Tabela 16 Fatores entre durações obtidos por Pfastetter (1982) para Teresina

Relação	Valor médio
5min/1dia	0,14
15min/1dia	0,23
30min/1dia	0,37
1h/1dia	0,41
2h/1dia	0,52
4h/1dia	0,63
8h/1dia	0,73
14/24h	0,82
24/1dia	1,15

B - PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS - TERESINA

B.1 Climatologia

A cidade de Teresina tem altitude de 72 m acima do nível do mar e encontrasse na latitude de 5º S. O clima predominante é tropical sub-úmido quente. Na tabela B.1 são apresentadas as normais climáticas da cidade. A precipitação média anual de 1365 mm com Evaporação potencial de 1970 mm (figura B.1) e 69% de umidade relativa do ar média anual. A sazonalidade é bem definida por apenas duas estações, diferenciadas pela precipitação: chuvosa de janeiro a maio; e seca de junho a dezembro, com temperatura alta ao longo de todo ano, diminuindo apenas nos dias chuvosos. O trimestre mais chuvoso é de fevereiro a abril, onde precipita 62,3% do total anual.

Tabela 17 Normais climática de Teresina (JB Engenharia, 1999)

Parâmetros	jan	fev	mar	abr	Mai	jun	jul	ago	Set	out	nov	dez
Umidade relativa (%)	78	80	82	82	79	72	65	59	54	55	60	66
Evaporação mensal (mm)	106,4	79,1	85,4	84	102,9	135,1	190,9	250,6	270,4	266,1	223,8	175,9
Precipitação mensal (mm)	191,2	247,8	337,3	265,7	104	17,1	7,2	9,9	12,7	30,4	50,6	91,9
Insolação mensal h	186	159,6	176,7	192	238,7	267	282	297,6	279	260,4	234	217

A temperatura média é de 30,5°C, e a variação das temperaturas extremas (máxima e mínima) oscila entre 42,0°C e 22,0°C. A amplitude térmica anual é de 16°C e seu gradiente de temperatura é de 14,5°C. Tais oscilações são amenizadas pela contribuição dos ventos que transportam uma maior concentração de umidade, diminuindo as oscilações das temperaturas no período noturno.

B.2 Precipitação máxima diária

As precipitações máximas são os condicionantes das inundações num determinado local. A precipitação máxima deve estar associada a sua duração para estimativa das condições críticas de inundação de uma bacia hidrográfica. A precipitação crítica para um determinado tempo de retorno tem duração igual ou maior que o tempo de concentração da bacia hidrográfica. As relações entre Precipitação, duração e probabilidade são denominadas de Intensidade (precipitação/duração), Duração e frequência ou IDF. Estas curvas são estimadas com base em dados de pluviógrafos.

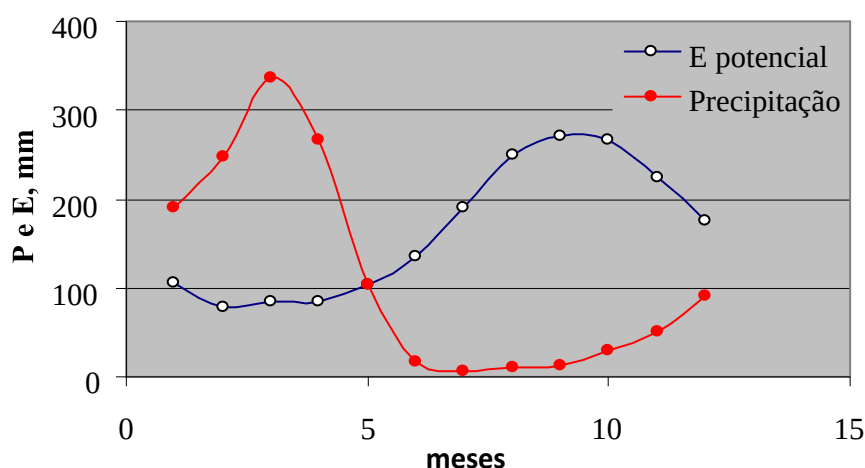


Figura 44 Distribuição sazonal da precipitação média mensal e evaporação potencial média mensal em Teresina (Tucci e Cruz, 2006).

Pfaster (1957) desenvolveu estas curvas para as cidades brasileiras e para Teresina utilizou dados de pluviógrafos de aproximadamente 23 anos e de pluviômetros cerca de 27 anos. JB Engenharia (1999) utilizou-se dos dados de 1913 a 1998 de pluviômetro e obteve

uma curva de probabilidade para duração de 1 dia. Com base nestes dados obtive as precipitações com durações dentro do dia, ajustou uma distribuição estatística a estes valores e utilizou a proporção entre mesmas durações do estudo de Pfastetter para obter as precipitações máximas para durações inferiores a um dia. Este tipo de procedimento se baseia na manutenção entre proporções de precipitação de duas durações para qualquer tempo de retorno, como demonstrado por Bell (1969) para diferentes partes do mundo. A IDF de Teresina não foi determinada com base em dados de pluviógrafos devido a falta de disponibilidade destes dados.

Observou-se neste estudo que existem condições de projeto (item 3.1): (a) chuvas intensas de duração inferior a 1 dia; (b) chuvas de longa duração: duração > 1dia. Devido a isto foram determinadas as precipitações máximas com duração de 5, 15,30 min; 1, 2, 8, 14, 24h; 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias.

A série de precipitações máximas anuais com 1 dia de duração de Teresina é apresentada na tabela B.2 (posto: TERESINA, código: 00542012, operadora: CPRM, latitude: -5:5:16., longitude: -42:47:57). Representa um total de 88 anos com dados completos. Alguns anos a série não era completa, mas as falhas ocorreram em meses onde a probabilidade de ocorrência da precipitação máxima é pequena, desta forma selecionou-se o valor com base nos meses restantes. Os anos de 1991, 62 e 1990 apresentavam pouquíssimos dados e foram descartados neste estudo. Na figura B.2 são apresentadas as percentagens dos meses onde ocorreram os máximos anuais para esta série. Pode-se observar que o mês de Março tem probabilidade de 33,3% de chance de ocorrência da precipitação máxima neste mês. No trimestre Janeiro a Março ocorreram 66,6 % das precipitações máximas anuais. No período de Janeiro a Abril ocorrem 79% das precipitações máximas.

A figura B.3 apresenta a variabilidade das precipitações máximas anuais adimensionais e sua média móvel de cinco, onde não se observa nenhum período anômalo, mas a redução da amplitude das precipitações com relação a média nos últimos anos. Os dois valores maiores ocorreram em 1948 e 1950.

Os valores de precipitação máxima anual foram ajustados à distribuição LogPearson III (Tucci, 1993):

Tabela 18 Precipitações máximas com 1 dia de duração em Teresina de Janeiro/1914 a Dezembro/2004.

Ano	P (mm)	Mês de ocorrência	Ano	P (mm)	Mês de ocorrência
1914	67,6	MAR	1960	100,0	MAR
1915	63,2	MAR	1961	-	-
1916	78,0	JAN	1962	-	-
1917	84,7	MAR	1963	80,0	OUT
1918	98,4	ABR	1964	79,5	ABR
1919	80,0	MAR	1965	126,4	ABR
1920	122,0	ABR	1966	97,2	FEV
1921	70,0	JAN	1967	151,8	JAN
1922	93,0	ABR	1968	145,2	FEV
1923	78,0	FEV	1969	82,1	JAN
1924	95,0	JAN	1970	136,6	JAN
1925	60,2	NOV	1971	100,8	NOV

Ano	P (mm)	Mês de ocorrência	Ano	P (mm)	Mês de ocorrência
1926	70,0	FEV	1972	96,0	DEZ
1927	99,9	MAR	1973	83,8	MAI
1928	67,4	MAR	1974	79,5	MAR
1929	69,5	JAN	1975	81,2	MAI
1930	67,3	DEZ	1976	47,0	MAR
1931	68,5	MAR	1977	67,5	JAN
1932	62,7	MAR	1978	105,4	NOV
1933	76,7	MAR	1979	167,1	JAN
1934	58,7	MAR	1980	76,1	FEV
1935	100,0	ABR	1981	80,8	MAR
1936	77,6	FEV	1982	136,4	ABR
1937	52,0	FEV	1983	84,3	MAR
1938	54,9	JAN	1984	87,8	FEV
1939	78,0	NOV	1985	119,2	DEZ
1940	57,8	ABR	1986	119,8	FEV
1941	52,8	MAR	1987	127,4	MAR
1942	54,1	MAR	1988	67,6	DEZ
1943	53,0	JAN	1989	126,4	DEZ
1944	56,1	MAR	1990	-	-
Ano	P (mm)	Mês de ocorrência	Ano	P (mm)	Mês de ocorrência
1945	53,0	OUT	1991	111	MAR
1946	31,4	JAN	1992	68,0	MAR
1947	156,2	DEZ	1993	75,4	NOV
1948	187,5	JAN	1994	94,8	JAN
1949	121,5	AGO	1995	160,5	MAI
1950	240,0	OUT	1996	95,4	ABR
1951	90,0	MAR	1997	88,4	MAR
1952	135,0	FEV	1998	78,8	NOV
1953	70,0	ABR	1999	124	FEV
1954	63,0	FEV	2000	75	JAN
1955	57,0	MAR	2001	144,8	MAR
1956	58,0	MAR	2002	105,7	MAR
1957	49,0	MAR	2003	63,2	ABR
1958	24,5	DEZ	2004	119,9	JAN
1959	67,0	MAR			

$$\text{Log}P_T = X + K(T,G).s \quad (\text{B.1})$$

onde T é o tempo de retorno em anos; X é a média dos logaritmos das precipitações máximas; s é o desvio padrão dos logaritmos das precipitações máximas, G é o coeficiente de assimetria das precipitações máximas, e K é um fator obtido em função de T e G, expressos por

$$X = \frac{\sum \log P_i}{N} \quad (\text{B.2})$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\log P_i - X)^2}{N - 1}} \quad (\text{B.3})$$

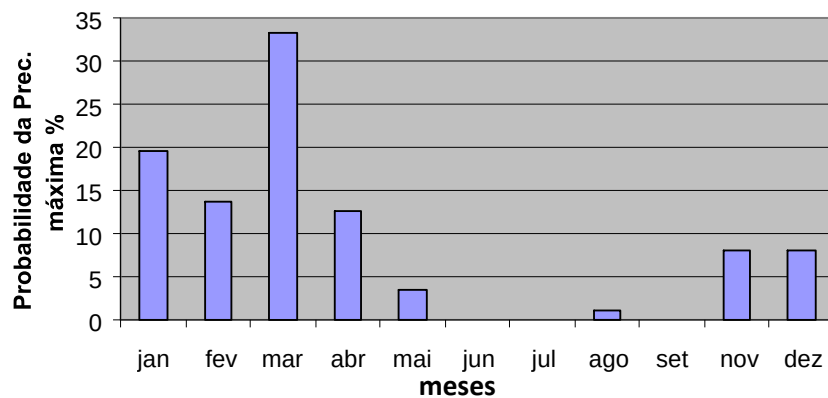


Figura 45 Frequência de ocorrência da precipitação máxima nos meses do ano.

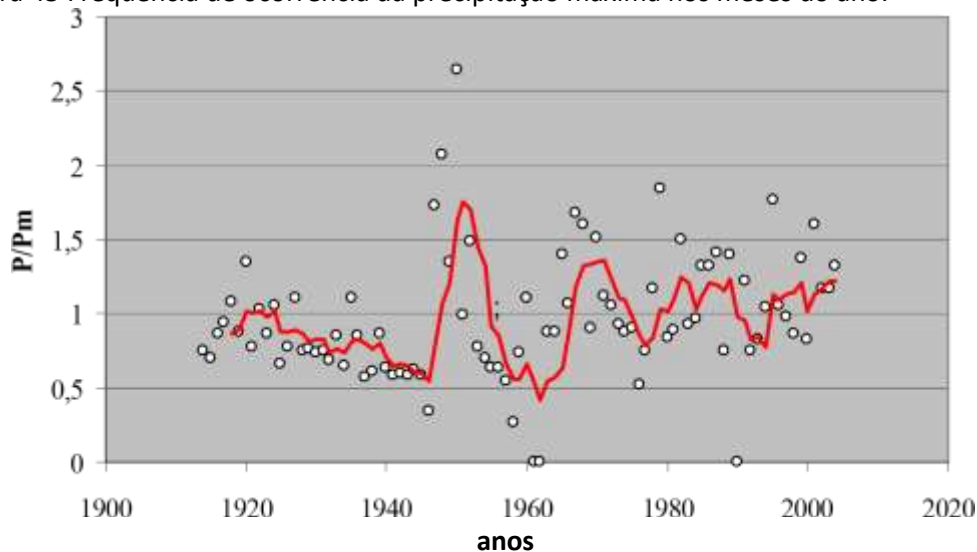


Figura 46 Precipitação máxima adimensional ao longo dos anos e sua média móvel anual de cinco anos.

$$G = \frac{N(\log P - X)^3}{\sum (\log P - X)^2 \cdot s^3} \quad (\text{B.4})$$

$$K = \frac{1}{\{1 - \frac{1}{2}G\}^{1/3}} \quad (\text{B.5})$$

válido para valores de G entre -1 e 1. Os valores de Kn são obtidos de tabela (Tucci,1993).

Os valores observados (tabela B.2) são ordenados de forma decrescente e a probabilidade obtida por

$$P_i = \frac{i - 0,4}{N + 0,1} \quad (B.6)$$

onde i é ordem dos valores e N o tamanho da amostra que neste caso é 88. A precipitação estimada é obtida por

$$P_T = 10^{\log P_T} \quad (B.7)$$

Os intervalos de confiança inferior (i) e superior (s) são determinados por

$$\log P_i = K_i \cdot s \quad (B.8)$$

$$\log P_s = K_s \cdot s \quad (B.9)$$

onde

$$K_i = \frac{Z_p \cdot Z_p^2 \cdot a \cdot b}{Z_p^2 \cdot a \cdot b}$$

$$K_s = \frac{Z_p \cdot Z_p^2 \cdot a \cdot b}{Z_p^2 \cdot a \cdot b}$$

$$a = 1 - \frac{Z_p^2}{2(N-1)} \text{ e } b = \frac{Z_p^2}{N} \cdot Z_a^2, \text{ onde } Z_p \text{ é o valor de } K \text{ para a probabilidade } p \text{ e } Z_a \text{ é o valor de } K \text{ para } G=0 \text{ e nível de significância escolhido.}$$

A qualidade do ajuste dos pontos a distribuição teórica e aos intervalos de confiança pode ser observado na figura B.4. A equação resultante obtida foi

$$\log P_T = 1,92629 + K(0,094152, T) \cdot 0,164598 \quad (B.10)$$

Observa-se que essa distribuição se ajustou bem aos valores. Na tabela B.3 são apresentados os valores da precipitação obtida da distribuição teórica e os intervalos de confiança.

B.3 Precipitação, duração e probabilidade para durações até 24h

Utilizando a IDF desenvolvida por Pfafstetter (1957) obtêm-se as proporções entre os valores das diferentes durações (anexo A). Com base nos valores da tabela B.3 e os referidos fatores são determinados os valores da IDF de Teresina para valores menores ou iguais a 24 h, apresentados na tabela B.4. Comparando os valores da IDF obtida com os valores antigos obtidos com série menor que a atual, observa-se na figura B.5 que a curva atual tende a apresentar valores equivalentes de precipitações para valores menores de precipitação (menor tempo de retorno) e menores valores de precipitação acima de 80 mm (para maior tempo de retorno).

Tabela 19 Precipitações máximas e seus intervalos de confiança em Teresina para 1 dia de duração.

Tempo de retorno (anos)	Precipitação Máxima (mm)		
	Limite inferior	Valor esperado	Limite superior
100	188,6	198,5	232,7
50	171,5	180,3	207,0
25	154,2	161,8	181,8
10	130,8	136,6	148,8

	Precipitação Máxima (mm)		
Tempo de retorno (anos)	Limite inferior	Valor esperado	Limite superior
5	111,8	116,3	123,5
2	81,5	84,9	87,8
1,25	57,4	61,4	64,6

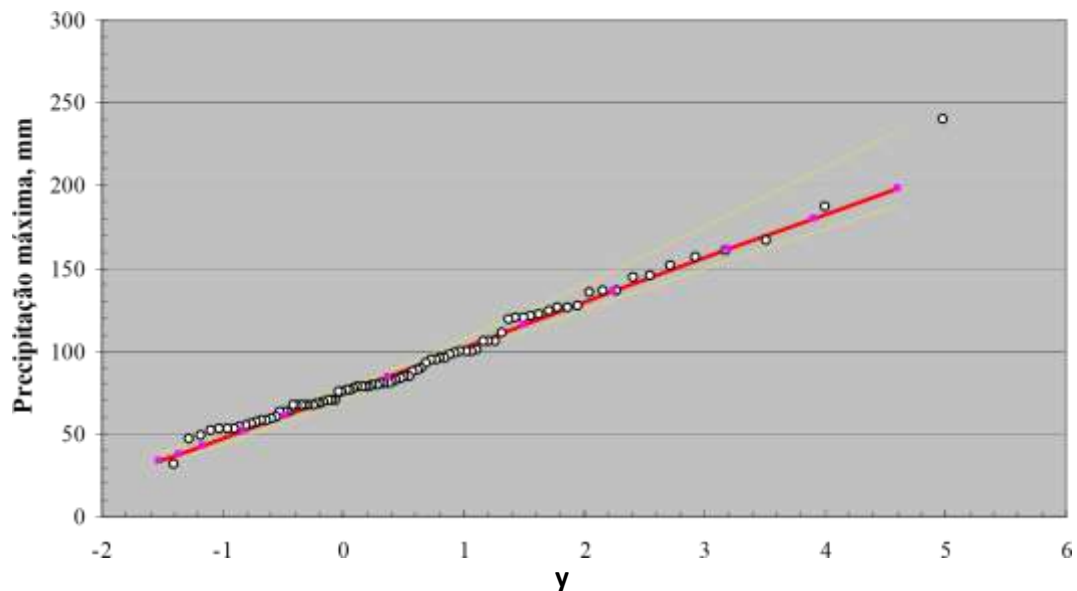


Figura 47 Ajuste da distribuição Log-Pearson III aos dados de Teresina de 1914 a 2004 e os intervalos de confiança

B.4. Precipitação máxima com durações superiores a 1dia.

Para durações acima de 1 dia os valores foram selecionados e encontram-se na tabela B.5 abaixo. Com base nestes valores a mesma distribuição estatística foi ajustada aos valores (figura B.6). A tabela resultante dos valores de precipitação, duração e tempo de retorno é apresentada na tabela B.6.

Tabela 20 Precipitações em mm em função da duração e do tempo de retorno para Teresina

Duração	Tempo de Retorno (anos)					
	2	5	10	25	50	100
5min	14,1	18,2	20,6	23,0	24,5	25,9
15 min	26,0	34,1	38,8	44,0	47,4	50,4
30 min	35,3	46,9	53,9	62,0	67,6	72,8
1h	45,4	61,4	71,4	83,6	92,2	100,6
2h	55,9	76,4	89,5	105,5	117,3	128,8
4h	66,9	92,0	108,4	128,8	143,9	159,0
8h	78,2	107,7	127,1	151,3	169,3	187,1
14 h	87,8	120,6	142,1	168,9	188,7	208,4
24h	97,6	133,7	157,1	186,1	207,3	228,3

Duração	Tempo de Retorno (anos)					
	2	5	10	25	50	100
1dia	84,9	116,3	136,6	161,8	180,3	198,5

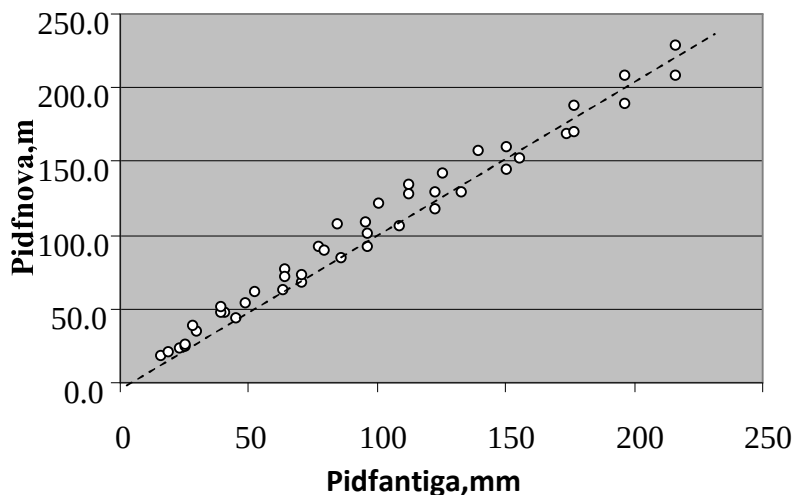


Figura 48 Comparação entre os valores estimados e os anteriores (Pfastetter, 1982) de precipitação em Teresina (linha tracejada representa a linha quando os valores são iguais).

Tabela 21 Precipitações máximas com duração acima de 1 dia em Teresina de Janeiro/1914 a Dezembro/2004.

Ano	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	25 dias	30 dias
1914	177,5	210,6	307,9	342,4	379,7	424,7
1915	110,5	139,2	164,1	187,5	236,4	272,7
1916	134,5	178,6	234,1	300,9	363,9	388,3
1917	174,5	269,6	349,5	452,7	525,9	554,4
1918	216,9	246,5	269,1	312,6	347,5	415,1
1919	122,9	176,3	228,2	230,2	257,0	345,7
1920	210,8	344,0	376,0	415,3	472,3	495,4
1921	138,9	239,9	350,3	436,3	499,5	529,3
1922	297,6	484,2	544,9	716,9	760,8	858,4
1923	163,4	255,4	332,2	425,0	467,4	503,1
1924	262,8	458,3	516,1	592,7	661,5	717,1
1925	171,4	293,2	369,9	439,8	557,2	611,4
1926	231,0	328,3	444,8	505,2	567,0	620,3
1927	150,4	230,8	314,1	383,6	460,6	562,3
1928	137,4	206,3	294,7	308,4	385,9	467,7
1929	261,6	374,4	443,4	542,0	656,9	721,2
1930	165,6	232,7	307,5	363,3	412,2	484,1
1931	159,6	233,2	333,3	401,0	472,9	508,6
1932	77,4	105,6	123,9	148,1	154,1	220,0

Ano	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	25 dias	30 dias
1933	162,3	255,0	322,3	401,6	462,4	505,1
1934	126,6	203,5	277,6	331,6	371,2	442,0
1935	157,7	272,2	389,7	476,6	505,9	586,4
1936	136,9	173,7	248,2	309,7	364,0	403,6
1937	113,6	199,0	234,4	282,5	311,3	344,5
1938	138,2	207,2	221,1	260,4	280,8	312,7
1939	100,6	123,8	203,0	242,2	267,0	317,3
1940	131,4	224,3	277,0	339,1	382,3	402,4
1941	106,5	106,5	165,7	174,9	202,1	241,3
1942	119,0	144,4	191,4	223,3	230,1	230,1
1943	144,0	157,0	170,0	207,0	230,5	281,5
1944	89,7	129,9	161,8	184,4	208,0	228,6
1945	77,0	118,3	149,3	185,3	220,8	249,3
1946	78,6	112,3	129,5	150,0	181,2	191,9
1947	448,5	673,5	868,8	1018,8	1368,8	1518,8
1948	262,4	276,8	341,3	450,1	563,9	626,4
1949	345,0	466,2	553,7	629,9	654,9	742,4
1950	542,5	750,0	1005,0	1112,5	1369,5	1437,0
1951	172,5	217,5	232,5	397,5	397,5	397,5
1952	305,0	404,0	559,0	669,0	811,7	824,5
1953	187,5	245,0	285,0	302,5	338,0	366,4
1954	146,4	210,4	266,8	301,8	349,4	376,2
1955	156,5	221,5	279,5	394,0	446,0	453,0
1956	181,5	246,5	290,5	341,5	372,5	441,5
1957	161,0	201,0	247,0	373,0	433,0	477,0
1958	52,5	52,5	52,5	52,5	107,7	207,0
1959	112,0	182,0	243,0	284,0	317,0	333,0
1960	245,0	378,0	506,2	578,2	618,2	664,2
1961	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-	-
1963	164,3	220,8	243,7	274,5	323,8	380,3
1964	134,1	194,5	265,7	331,0	376,0	389,8
1965	277,5	337,2	469,3	526,9	617,6	673,1
1966	186,7	254,7	333,2	357,4	371,1	380,1
1967	167,7	265,3	367,9	494,7	519,7	618,2
1968	195,3	266,6	359,5	418,9	526,7	603,5
1969	189,7	205,1	262,7	264,8	340,1	347,0
1970	212,3	238,7	304,7	332,3	414,9	434,5
1971	143,2	176,3	229,7	278,3	327,5	363,6
1972	157,6	196,3	262,4	292,1	301,6	312,8

Ano	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	25 dias	30 dias
1973	139,0	195,4	263,4	325,6	372,0	404,0
1974	115,9	192,8	254,1	295,9	344,7	378,5
1975	99,8	140,4	159,4	213,6	216,1	225,6
1976	98,5	160,6	164,9	220,0	240,7	386,6
1977	145,9	176,3	264,2	306,8	358,6	394,0
1978	152,4	165,2	202,6	271,8	334,3	338,7
1979	262,7	325,2	337,1	379,3	401,3	451,3
1980	154,5	230,0	351,3	412,9	485,3	533,9
1981	146,4	221,6	313,4	355,1	380,3	380,4
1982	174,8	222,5	246,7	309,2	353,7	387,5
1983	216,8	321,3	360,1	401,9	413,3	420,1
1984	144,2	199,8	260,5	321,9	432,7	522,0
1985	179,2	244,2	333,5	396,3	489,8	540,9
1986	201,2	263,0	318,4	386,6	490,1	560,1
1987	262,2	343,8	546,9	616,6	680,1	727,4
Ano	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	25 dias	30 dias
1988	153,8	208,6	261,6	320,2	416,3	507,4
1989	177,0	272,8	350,4	360,0	437,6	437,6
1990	-	-	-	-	-	-
1991	147,0	181,5	247,3	269,5	328,1	344,4
1992	115,6	163,0	239,8	295,4	314,6	324,8
1993	113,8	156,2	199,6	223,0	347,8	372,0
1994	136,8	179,4	215,8	337,2	353,5	401,0
1995	180,5	275,5	356,0	464,1	510,2	535,3
1996	127,0	189,6	230,5	272,8	320,5	380,6
1997	231,1	244,8	270,5	284,2	367,8	418,0
1998	130,3	174,9	218,8	253,4	300,6	314,4
1999	184,4	200,8	214,4	231,5	312,6	326,0
2000	209,1	286,4	333,8	403,6	486,8	542,3
2001	182,1	213,3	281,1	301,8	409,2	451,1
2002	165,9	241,4	271,4	286,5	327,0	342,0
2003	127,0	174,9	240,8	276,2	315,4	413,8
2004	248,7	331,3	385,6	467,3	519,8	595,9

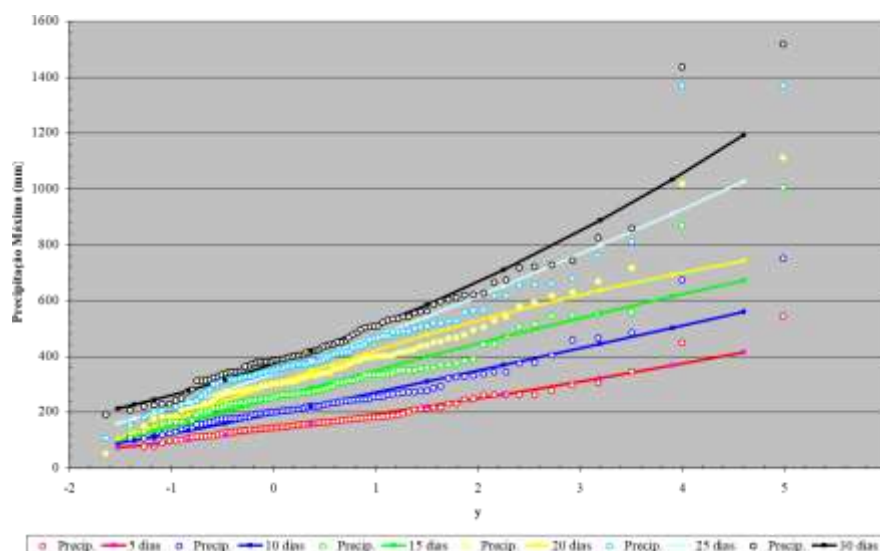


Figura 49 Ajustes da distribuição Log-Pearson III aos dados de Teresina de 1914 a 2004 para durações maiores que 1 dia

Figura 50 Precipitações em mm em função da duração e do tempo de retorno para Teresina

Duração (dias)	Período de Retorno (anos)					
	2	5	10	25	50	100
5	159.3	220.6	264.0	322.0	367.7	415.3
10	222.5	310.3	369.5	445.3	502.5	560.2
15	287.4	399.9	470.4	554.9	615.0	672.6
20	348.0	478.7	553.8	637.4	692.5	742.4
25	385.5	542.9	652.8	798.0	910.8	1027.1
30	420.0	585.1	710.2	887.2	1033.9	1193.6

C - MODELOS MATEMÁTICOS

C.1. MODELO HIROLÓGICO

As simulações necessárias ao desenvolvimento deste estudo para a obtenção dos hidrogramas foram realizadas através do sistema computacional IPHS1 (Tucci et al., 1983). O IPHS1 constitui-se em um sistema computacional modulado que permite ao usuário a determinação de hidrogramas de projeto em diferentes seções do sistema hídrico.

Para a presente aplicação foi utilizado o módulo de transformação de precipitação em vazão. A seguir são discutidos os algoritmos adotados para a separação do escoamento no solo e propagação superficial na bacia.

Transformação de precipitação – vazão: Este módulo possui alternativas de algoritmo de simulação. Neste estudo foi utilizado o método do Soil Conservation Service (SCS, 1975 apud Porto, 1995) para a separação do escoamento e o método de Clark (Clark, 1943 apud Porto, 1995) para a propagação superficial.

O método do Soil Conservation Service tem sido mais utilizado porque tem estabelecida a relação entre seus parâmetros e características físicas das bacias.

A relação para a separação do escoamento no método é a seguinte:

$$P_{ef} = \frac{P^2}{P + 0.2S} \quad (c.1)$$

$$P > 0.8S$$

onde: P_{ef} é a precipitação efetiva ou escoamento direto (mm); P é a precipitação (mm) e S é capacidade máxima de armazenamento do solo (mm).

O valor de S depende do tipo de uso do solo, e relaciona-se com o CN através da seguinte equação:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (c.2)$$

A equação (c.1) é válida para a condição de $P > 0,2S$, ou seja a altura precipitada deve ser superior às perdas iniciais, caso contrário $P_{ef} = 0$.

A determinação do valor de CN depende do tipo de solo com relação à sua permeabilidade, da sua condição de umidade antecedente e do tipo de uso e cobertura do solo. Existem muitas tabelas com valores de CN para diversos cenários em manuais e bibliografia referentes a escoamento superficial, estas não serão transcritas para este estudo, mas podem ser verificadas nas seguintes publicações Tucci (1985), Porto (1995), SCS (1975), entre outras.

A propagação do escoamento superficial pelo método de Clark utiliza uma combinação do histograma tempo-área com um reservatório linear situado na saída da bacia, como forma de considerar os efeitos de translação e armazenamento do escoamento superficial (Figura 3.4).

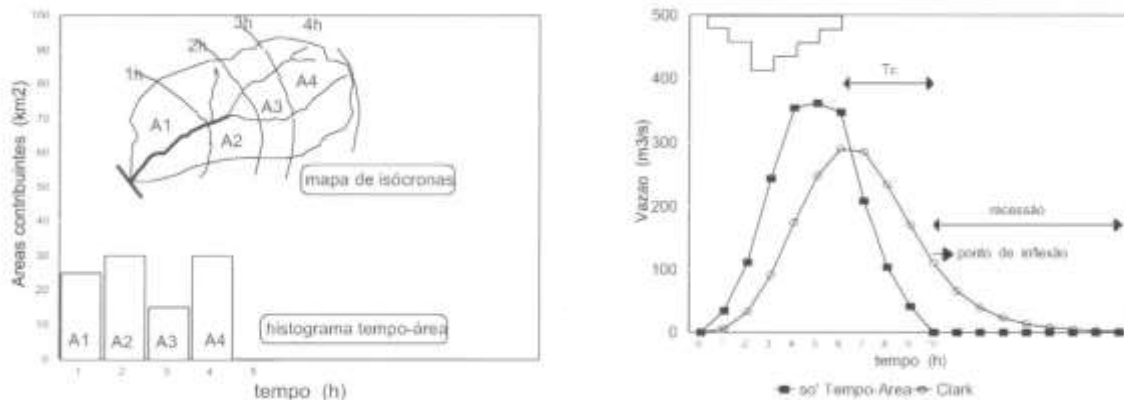


Figura 51 Histograma tempo-área e hidrogramas com e sem amortecimento (Porto,1995)

Para levar em conta o efeito de armazenamento o histograma resultante do uso do histograma tempo-área é simulado através do método do Reservatório Linear Simples. Este modelo considera a relação:

$$S = k_s \cdot Q_s \quad (c.3)$$

onde S é o armazenamento de um reservatório fictício, k_s o parâmetro do mesmo e Q_s a vazão de saída do escoamento superficial. Combinando-se com a equação da continuidade tem-se:

$$Q_{St+1} = Q_{St} e^{-\frac{\Delta t}{k_s}} + V_{t+1} \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{k_s}} \right) \quad (c.4)$$

onde Q_{S_t} e $Q_{S_{t+1}}$ são as vazões nos intervalos t e $t+1$ e V_{t+1} é o volume escoado .

O Hydrological Engineering Corps (HEC,1974 apud Porto,1995) utilizou uma função de potência para expressar o Histograma Tempo-Área onde a área acumulada é relacionada ao tempo de percurso por equações empíricas, gerando HTAs Sintéticos:

$$\begin{aligned} A_c &= aT^n & \text{para } 0 \leq T \leq T_c/2 \\ & & n & \text{para } T_c/2 \leq T \leq T_c \\ A_c &= 1 - a(T_c - T) & \text{(c.5)} \end{aligned}$$

onde A_c é a área contribuinte acumulada expressa relativamente à área total, T o tempo, T_c o tempo de concentração da bacia e n o coeficiente que varia com a forma da bacia. O valor de n pode ser obtido através da forma aproximada da bacia, conforme mostra a Figura 3.5.

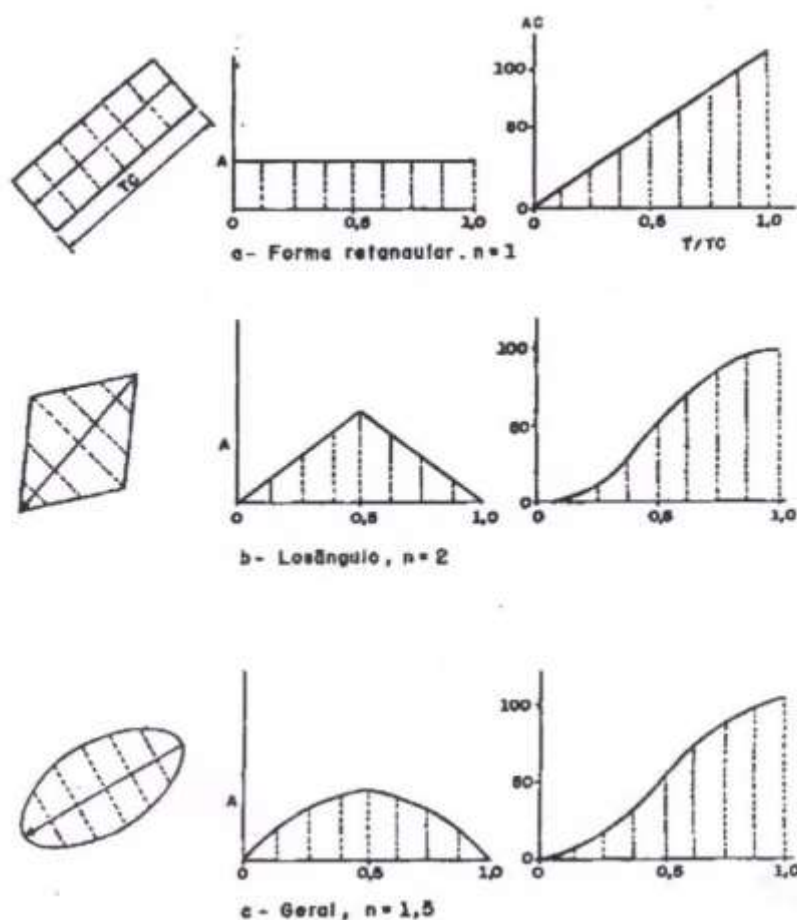


Figura 52 Valores do parâmetro n para HTA sintéticos em função da forma da bacia (Fonte: Porto, 1995)

C.2. MODELO HIDRODINÂMICO DE CANAIS E LAGOAS

A simulação hidráulica do sistema deve considerar a necessidade de utilização de um modelo matemático que possibilite a representação adequada do comportamento do escoamento no sistema. Neste caso especificamente, faz-se primordial a boa representação do escoamento em lagoas (reservatórios), redes de interligação destas lagoas e sistema de bombeamento.

SWMM é um software bastante difundido e com grande aplicação para bacias urbanas desenvolvido pela U.S. EPA (Environmental Protection Agency) no começo da década de 70. O modelo pode ser obtido gratuitamente no site da EPA (<http://www.epa.gov/ednnrmrl/models/swmm/>). SWMM é um modelo matemático distribuído chuva-vazão e hidrodinâmico (1D) utilizado para simulações contínuas e de eventos isolados. Alguns dos objetivos da utilização do SWMM podem ser:

- Dimensionamento do sistema de drenagem urbana para controle de alagamentos;
- Avaliação de uso de sistemas de retenção de cheias e proteção da qualidade das águas;
- Mapeamento de áreas inundáveis;
- Análise do efeito de medidas compensatórias;
- Efeito qualitativo no sistema devido ao carreamento de poluentes;
- Entradas de esgoto e outras fontes pontuais externas ao sistema de águas pluviais;
- Redução da concentração de poluentes no tratamento das águas em reservatórios e através de processos naturais em galerias e canais;
- Sensibilidade quanto aos componentes do ciclo hidrológico de bacias como infiltração, evaporação e escoamento superficial.

O SWMM representa vários processos do ciclo hidrológico em áreas urbanas, integrando elementos naturais da paisagem com o sistema de drenagem construído (figura 3.8). O modelo pode ser utilizado para avaliar processos: hidrológicos (Simulação do processo chuva-vazão na bacia em estudo; Cálculo da infiltração para as camadas não-saturadas do solo; Evaporação), hidráulicos (Simulação do fluxo na rede; Modelagem de elementos especiais: reservatórios de retenção, estações de bombeamento, vertedores, entre outros; Utilização do Método da Onda Cinemática ou Onda Dinâmica para propagação do fluxo na rede de drenagem), e de qualidade de água (Simulação da acumulação e remoção de cargas poluentes na bacia; Propagação dos contaminantes na rede de drenagem; Redução da carga de contaminantes mediante simulação de processos de tratamento).

O aplicativo tem recebido diversas atualizações pela EPA e por empresas que trabalham no desenvolvimento de aplicativos, inclusive promovendo integração com o ambiente SIG ou CAD, bem como ferramentas de apresentação dos resultados (pós-processamento) e melhoria na capacidade do banco de dados (pré-processamento). Alguns aplicativos desenvolvidos neste sentido são o PCSWMM (Computational Hydraulics Int.-CHI), XPSWMM (XP Software Inc.) e o MIKE SWMM (DHI Water & Environment).

De uma maneira geral, os dados de entrada básicos para funcionamento do modelo são:

- Precipitação pluviométrica;
- Área de Contribuições: Declividade Média, Área, Percentual Permeável do Solo; Depressões;
- Poços de Visita: Cotas, Profundidade, entre outros;
- Tubulações: Seção, Diâmetro, Comprimento, entre outros;
- Nível do lençol freático, poços de bombeamentos, entre outros.

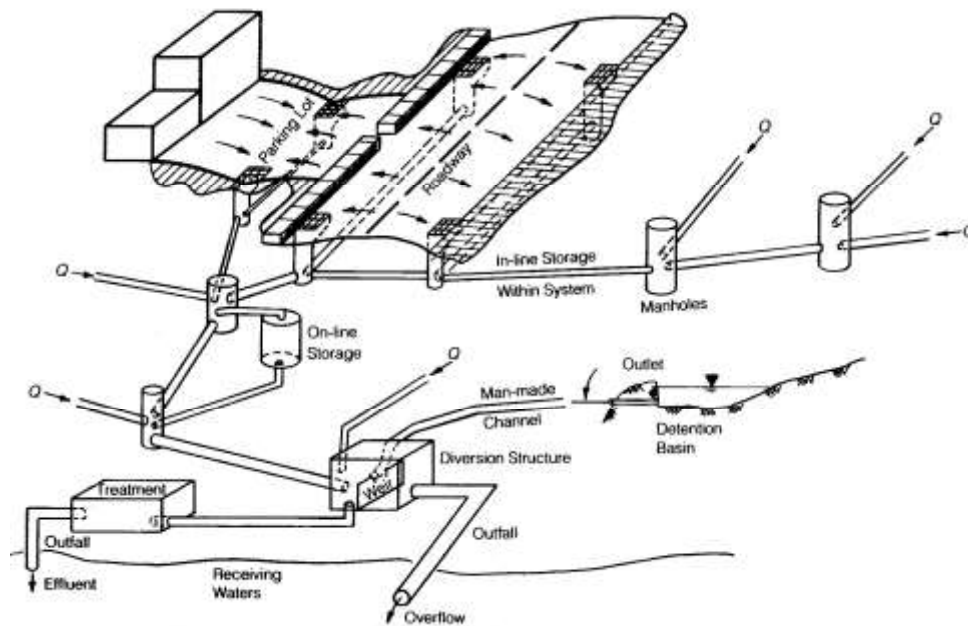


Figura 53. Processos e estruturas hidráulicas simuladas pelo EPA-SWMM.

O SWMM é formado por módulos, sendo quatro de cálculo computacional e cinco de serviços, além do módulo executivo (Figura 3.9). Os módulos de cálculo computacional são: a) Runoff, referente à transformação de chuva em vazão; b) o módulo Transport, referente ao transporte na rede de drenagem segundo o conceito da onda cinemática; c) o módulo Extran, referente à modelação hidrodinâmica em condutos e canais; e c) o módulo Storage/Treatment referente ao tratamento das águas pluviais.

Módulo Runoff

O módulo Runoff permite a simulação quali-quantitativa do escoamento gerado em áreas urbanas e sua propagação na superfície ou através de canais de forma simplificada. O módulo processa suas rotinas com base em dados de precipitação ou neve, simulando degelo, infiltração em áreas permeáveis (modelos de Horton, Green Ampt ou Curve-Number), detenção na superfície, escoamento na superfície e em canais, podendo ser utilizado para simulações de eventos isolados ou contínuos.

As sub-bacias podem ser subdivididas em três sub-áreas, como mostrado na figura 3.10. A classificação interna é dada segundo a taxa de impermeabilização do solo e armazenamento da seguinte forma (Tabela 3.4): (a) sub-área A1 é classificada como impermeável e com armazenamento nas depressões (detenção), (b) a sub-área A2 é permeável com armazenamento nas depressão do solo, e (c) a sub-área A3 é impermeável e sem armazenamento nas depressão.

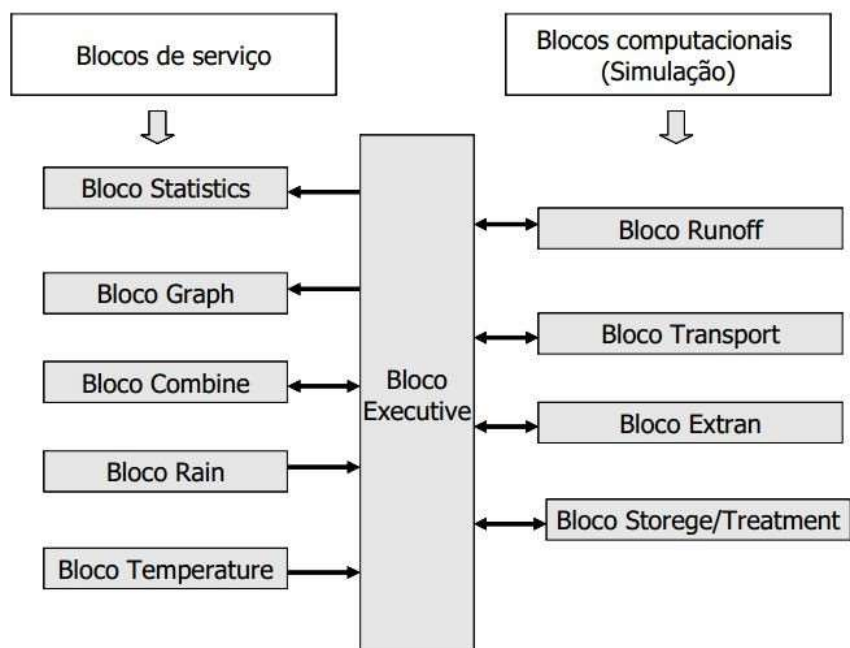


Figura 54. Relação entre os módulos estruturais do modelo EPA-SWMM.

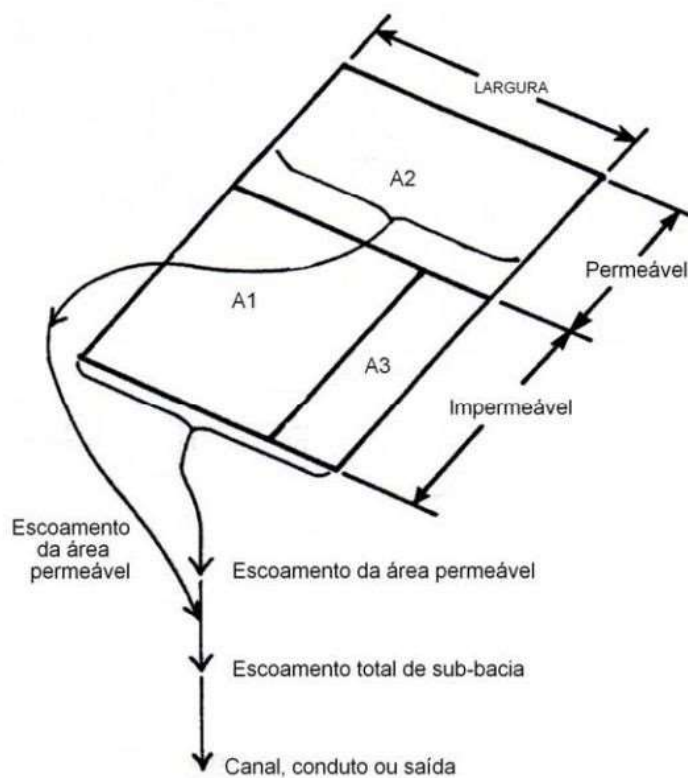


Figura 55 Representação conceitual das unidades de resposta hidrológica no modelo SWMM.

Tabela 22 Classificação das subáreas quanto à impermeabilidade e armazenamento.

Sub-área	Impermeabilidade	Armazenamento por detenção
A1	Impermeável	Sim
A2	Permeável	Sim
A3	Impermeável	Não

As informações básicas para a simulação hidrológica chuva-vazão são dados de precipitação, área da sub-bacia, largura representativa da sub-bacia, coeficiente de rugosidade de Manning, declividade da sub-bacia, altura do armazenamento em depressões, e parâmetros relacionados aos algoritmos de infiltração. A largura representativa das sub-bacias é um parâmetro do modelo e provoca alterações no hidrograma, ocasionando efeitos de armazenamento e atenuação dos picos dos hidrogramas.

O escoamento superficial é obtido através de um reservatório não-linear para cada sub-área e pode ser representado pela combinação das equações de Manning e da continuidade (Figura 3.11). A resolução da equação diferencial não linear abaixo pode ser resolvida para valores de desconhecidos, através do processo iterativo de Newton-Raphson.

$$\frac{dd}{dt} = i^* - \frac{W}{A \cdot n} (d - d_p)^{5/3} S^{1/2} \quad (\text{c.10})$$

onde:

W = largura representativa da sub-bacia n =

coeficiente de rugosidade de Manning

A = área da sub-bacia; S = declividade da sub-bacia; dp= altura do armazenamento;

i* = precipitação efetiva; d = profundidade da água no reservatório; t = tempo.

Módulo Transport e Extran

O módulo Transport propaga o escoamento na rede de drenagem segundo o conceito da onda cinemática, enquanto que o módulo Extran, desenvolvido em 1973 e adicionado no ano subsequente ao SWMM, agregou um módulo alternativo para a propagação do escoamento, em redes de condutos e canais. O Extran acrescentou uma rotina mais sofisticada e complexa, possibilitando a simulação de condutos sobpressão.

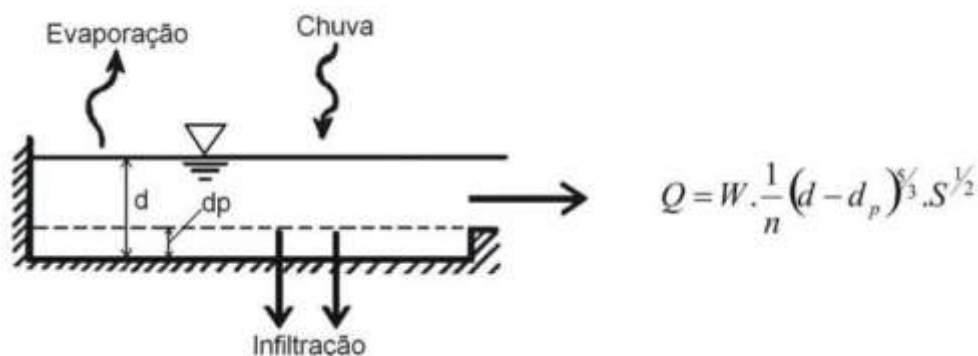


Figura 56 Modelo de reservatório não-linear para a propagação do escoamento superficial nas sub-bacias no modelo SWMM.

O modelo hidrodinâmico Extran propaga o escoamento utilizando as equações completas de Saint Venant tendo a vazão e a cota piezométrica como variáveis. A solução se dá através de um esquema explícito adiantado no tempo, segundo o método de Euler modificado. Nas simulações são utilizados intervalos de tempo pequenos, menores que 60 segundos, fazendo com que o tempo de simulação seja uma variável importante no uso do modelo.

O módulo simula efeitos de jusante, fluxo reverso, fluxo a superfície livre e ou sob pressão. O sistema de drenagem é concebido como uma série de vínculos e nós. Os vínculos (links) transmitem fluxo entre os nós, sendo a vazão a variável dependente, os nós têm características de armazenamento, sendo a equação da continuidade aplicada aos nós e a equação da quantidade de movimento ao longo dos vínculos (links).

A equação dinâmica utilizada pelo modelo é descrita na equação c.11.

$$Q_{t+\Delta t} = \frac{1}{1 + \left(\frac{g \cdot n^2 \cdot \Delta t}{R} \right) \frac{|V|}{R^{-1/3}}} \left\{ Q_t + 2 \cdot \bar{V} \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_t + \bar{V}^2 \left[\frac{(A_2 \cdot A_1)}{L} \right] \cdot \Delta t - g \cdot \bar{A} \left[\frac{(H_2 \cdot H_1)}{L} \right] \cdot \Delta t \right\} \quad (c.11)$$

Onde:

g = aceleração de gravidade;

R = raio hidráulico;

A = superfície da seção transversal do conduto;

L = comprimento do conduto;

H = cota piezométrica;

V = velocidade no conduto.

Na equação c.11 os valores de R, V e A são as médias ponderadas no extremo de jusante do conduto no tempo t e $(\Delta A/\Delta t)_t$ é a derivada no tempo para o passo de tempo anterior.

As incógnitas da equação são $Q_{t+\Delta t}$, H_2 e H_1 , os sub-índices 1 e 2 referem-se aos extremos de montante e jusante do conduto, respectivamente. As variáveis V, R e A podem ser relacionadas com as variáveis Q e H. A relação entre estas variáveis é obtida da equação da continuidade aplicada aos nós:

$$H_{t+\Delta t} = H_t + \sum \left(Q_t \cdot \Delta t / A_{n_i} \right) \quad (c.12)$$

Onde: A_n é a área superficial associada a cada nó.

As equações c.11 e c.12 são resolvidas iterativamente, determinando a descarga em cada link e a cota piezométrica em cada nó, no final do passo de tempo.

No modelo SWMM esses compartimentos físicos são simulados por: (a) unidades de armazenamento, que representam as lagoas, (b) *links*, que representam canais ou bueiros e bombas para representar a Casa de Bombas na lagoa Oleiros. Em cada unidade de armazenamento, se for o caso, são dados como entrada os hidrogramas calculados pelo modelo IPH-S1.

Outros dados necessários para a simulação dizem respeito às características geométricas dos elementos comentados acima. Para as lagoas são necessárias as curvas cota x área. No caso dos canais e bueiros deve-se configurar as seções transversais (trapezoidal, retangular ou circular) e dimensões. Todas essas informações foram obtidas dos levantamentos topobatimétricos disponíveis e projetos hidráulicos do sistema.

A figura 3.14 mostra a discretização do sistema simulado no modelo SWMM. Os links que representam os canais e bueiros são mostrados em amarelo. As lagoas são apresentadas em verde. Os círculos em verde representam *junction* e são utilizados para segmentar trechos com diferentes dimensões ou entradas de vazão.

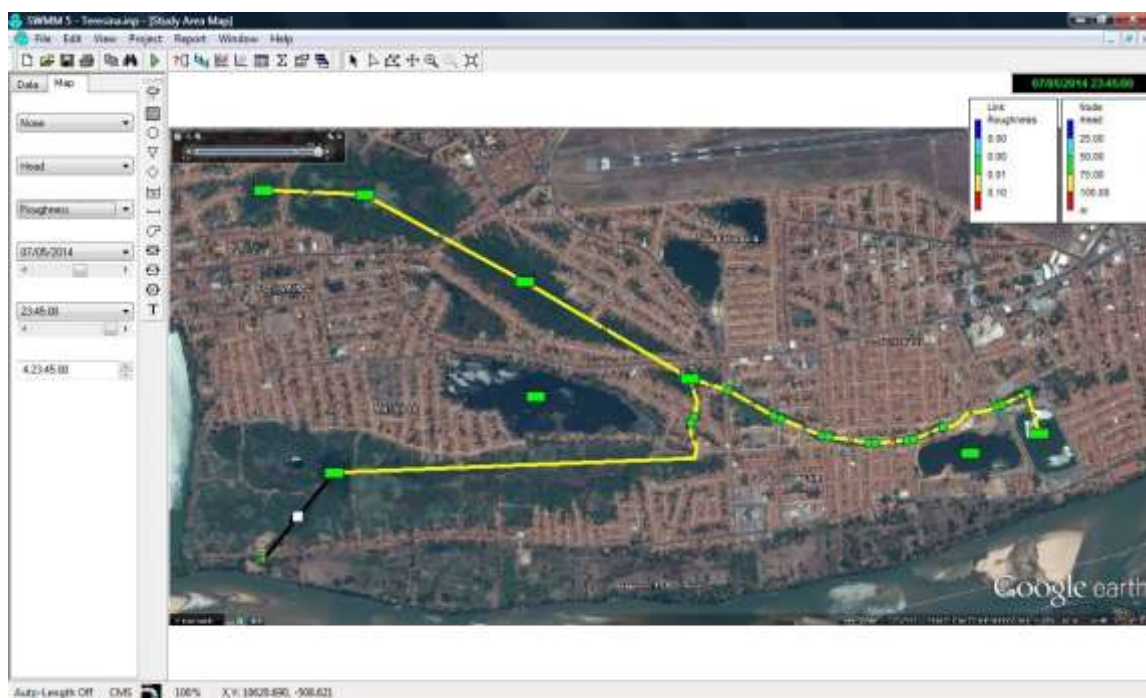


Figura 57. Interface do modelo SWMM – Sistema Principal de Lagoas de Teresina.

D – FORMULAÇÃO DO MODELO DE BALANÇO

D.1 Equação de balanço

O modelo de simulação estabelece o balanço hídrico nas lagoas. A equação que governa o balanço hídrico nas lagoas é apresentada abaixo:

$$Vol_{(t+1)} = Vol_t + (Q_{ent(t)} + Q_{bacia(t)} - Q_{sai(t)}) + [(P_{(t)} - E_{(t)}) * A_{(t)} * K_2] \quad (G.1)$$

Onde:

$Vol_{(t+1)}$ = Volume em (1000 m³) na lagoa no mês (t+1);

$Vol_{(t)}$ = Volume (1000 m³) na lagoa no mês (t);

$Q_{ent(t)}$ = Vazão proveniente de lagoa de montante (1000 m³);

$Q_{bacia(t)}$ = Vazão afluente a lagoa das bacias no durante o mês t (1000 m³);

$Q_{sai(t)}$ = Vazão que sai do reservatório no mês t (1000 m³);

$P_{(t)} - E_{(t)}$ = A diferença entre a Precipitação e a Evaporação no mês t (mm);

$A_{(t)}$ = Área da Lagoa no mês t (1000 m²);

K_2 = Conversor de unidades cujo valor é igual 0,001.

A vazão das bacias, por sua vez, é calculada por

$$Q_{bacia(t)} = P_{(t)} * A_{bacia} * C \quad (G.2)$$

$Q_{bacia(t)}$ = Vazão resultante da bacia (1000 m³);

$P_{(t)}$ = Precipitação (mm);

A_{bacia} = Área da bacia (km²);

C = Coeficiente de Escoamento.

O volume das lagoas foi estimado a partir da relação Cota x Área. Essa relação foi utilizada para estimar os volumes estocados por

$$Vol(h) = \left[\left(\frac{A_{h-1} + A_h}{2} \right) * \Delta_h \right] + Vol_{(h-1)} \quad (G.3)$$

Onde:

$Vol(h)$ = Volume para a cota atual (1000 m³);

A_{h-1} = Área para a cota anterior (1000 m²);

A_h = Área para a cota atual (1000 m²);

Δ_h = Diferença de altura entre a cota anterior e a atual(m);

$Vol_{(h-1)}$ = Volume para a cota anterior (1000 m³);

A vazão de saída do reservatório é estabelecida conforme a cota de ligação existente entre as lagoas, isto é, quando o reservatório atingir tal cota, há o escoamento do volume excedente ao volume correspondente à cota de ligação. Quanto à cota de entrada, ela ocorre apenas quando há o vertimento, ou seja, há vazão de saída na lagoa à montante.

D.2 Resultados

Os resultados da simulação se refletem na função correspondente as cotas no tempo (meses) de toda a série.

Para analisar os resultados determinou-se:

- (a) a curva de permanência dos níveis de cada lagoa. A curva de permanência relaciona o nível e a percentagem do tempo que o mesmo fica acima daquele valor durante toda a série;
- (b) Curva de níveis médios mensais em cada lagoa.