

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO

PROGRAMA LAGOAS DO NORTE

ACORDO DE EMPRÉSTIMO Nº 7523-BR - BIRD

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DE TERESINA

Rev.01
Volume 25 – Tomo 01
Relatório Final

 **CONCREMAT**
E N G E N H A R I A
Julho/2012

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO

PROGRAMA LAGOAS DO NORTE

ACORDO DE EMPRÉSTIMO Nº 7523-BR - BIRD

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DE TERESINA



Rev.01
Volume 25 – Tomo 01
Relatório Final

 **CONCREMAT**
E N G E N H A R I A
Julho/2012

Ficha Catalográfica

Município de Teresina, Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina – 2010.

Teresina: Concremat Engenharia, 2010

V.25, T.01/15

Conteúdo: 25 V

Relatório Final - Tomo 01.

1. Planejamento. 2. Plano Diretor de Drenagem Urbana. 3. Teresina.

I. Concremat Engenharia, II. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, III. Programa Lagoas do Norte

CDU 556:711.4

SUMÁRIO

TOMO 01

APRESENTAÇÃO	XVI
LISTA DE FIGURAS	XVII
LISTA DE QUADROS	LXXI
LISTA DE ANEXOS	LXXXVIII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	XCI
1 ASPECTOS GERAIS	1
1.1 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CONTRATO	2
1.2 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO TRABALHO	3
1.3 RESUMO DESTE RELATÓRIO	3
2 CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	5
2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁREA DE ESTUDO	5
2.1.1 <i>Relevo da área em estudo</i>	<i>6</i>
2.1.2 <i>Declividades da área de estudo</i>	<i>13</i>
2.1.3 <i>Uso do solo</i>	<i>13</i>
2.1.4 <i>Tipo de solo</i>	<i>16</i>
2.1.5 <i>Parâmetro Curva Número (CN)</i>	<i>23</i>
2.2 DESCRIÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PERÍMETRO URBANO DE TERESINA	25
2.2.1 <i>Delimitação das sub-bacias de drenagem</i>	<i>25</i>
2.2.2 <i>Metodologia de caracterização das sub-bacias de drenagem</i>	<i>28</i>
2.2.3 <i>Macroacia da margem direita do rio Poti</i>	<i>29</i>

TOMO 02

2.2.4 <i>Macroacia da margem esquerda do rio Poti</i>	<i>81</i>
---	-----------

TOMO 03

2.2.5	<i>Macrobacia do rio Parnaíba</i>	182
2.2.6	<i>Sub-bacias LDN e MOC</i>	244
3	DESCRIÇÃO DA INFRAESTRUTURA URBANA INSTALADA EM TERESINA	248
3.1	SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL	249
3.2	SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO	258
3.2.1	<i>Sistema de abastecimento de água</i>	258
3.2.2	<i>Sistema de esgotamento sanitário</i>	262
3.3	PAVIMENTAÇÃO DE RUAS.....	265
3.4	COLETA E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS	267

TOMO 04

4	CADASTRO TOPOGRÁFICO DO SISTEMA DE DRENAGEM	271
4.1	LEVANTAMENTO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS NOS RIOS PARNAÍBA E POTI	271
4.1.1	<i>Identificação das seções transversais</i>	271
4.1.2	<i>Resultados</i>	272
4.2	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DOS CURSOS D'ÁGUA NATURAIS E CONDUTOS DE DRENAGEM .	273
4.2.1	<i>Identificação dos trechos do sistema de drenagem a levantar</i>	273
4.2.2	<i>Resultados</i>	274
5	CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIDROLÓGICAS	276
5.1	DISPONIBILIDADE DE DADOS HIDROLÓGICOS	276
5.2	CARACTERÍSTICAS FIOGRÁFICAS	280
5.3	METODOLOGIA DOS ESTUDOS PARA CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA	284
5.4	SÉRIES DE COTAS E VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS NOS POSTOS	285
5.4.1	<i>Análise de consistência dos dados dos postos fluviométricos</i>	285

5.4.2	<i>Determinação das cotas e vazões médias diárias nos postos fluviométricos próximos a Teresina</i>	302
5.4.3	<i>Análise das séries de vazões médias diárias nos postos</i>	307
5.5	ANÁLISE DA DEFASAGEM DAS COTAS MÉDIAS DIÁRIAS MÁXIMAS NOS POSTOS.....	311
5.6	DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES MÁXIMAS NOS POSTOS FLUVIOMÉTRICOS	316
5.6.1	<i>Determinação das séries de vazões máximas</i>	316
5.6.2	<i>Análise de frequência de vazões máximas</i>	317
5.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	322
6	CARACTERIZAÇÃO INSTITUCIONAL	325
6.1	INTRODUÇÃO	325
6.2	ARCABOUÇO LEGAL	325
6.3	SOBRE A ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL DE TERESINA	334
6.4	ANÁLISE DAS INSTITUIÇÕES ATUANTES NA DRENAGEM URBANA	342
6.4.1	<i>Superintendências de Desenvolvimento Urbano (SDUs)</i>	342
6.4.2	<i>Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação - SEMPLAN</i>	345
6.4.3	<i>Funcionamento das instituições relacionadas à drenagem urbana</i>	346
6.5	OUTRAS INSTITUIÇÕES RELACIONADAS À DRENAGEM URBANA	349
6.5.1	<i>Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Piauí - SEMAR</i>	349
6.5.2	<i>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA</i>	350
6.6	INSTITUIÇÕES RELACIONADAS AOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO	353
6.6.1	<i>Agespisa - Teresina</i>	355
6.6.2	<i>Sistema de abastecimento de água potável</i>	356
6.6.3	<i>Coleta e tratamento de esgotos sanitários</i>	357

6.7	INSTITUIÇÕES RELACIONADAS AOS SERVIÇOS DE COLETA, RECICLAGEM E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	357
6.8	AGÊNCIA MUNICIPAL DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE TERESINA – ARSETE	358

TOMO 05

7	CARACTERIZAÇÃO HIDROMETEOROLÓGICA	364
7.1	CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA	364
7.1.1	<i>Eventos extremos</i>	<i>365</i>
7.1.2	<i>Clima em Teresina</i>	<i>369</i>
7.1.3	<i>Análise de parâmetros meteorológicos</i>	<i>369</i>
7.1.4	<i>Balanço Hídrico</i>	<i>377</i>
7.2	DETERMINAÇÃO DA RELAÇÃO IDF DE CHUVAS PARA TERESINA	381
7.2.1	<i>Metodologia</i>	<i>383</i>
7.2.2	<i>Resultados</i>	<i>389</i>
8	DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM ATUAL	399
8.1	DISCRETIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	399
8.2	ANÁLISE DOS RISCOS A SEREM CONSIDERADOS	401
8.3	ESCOLHA DOS MODELOS DE SIMULAÇÃO	404
8.3.1	<i>Modelo de simulação hidrológica</i>	<i>404</i>
8.3.2	<i>Modelo de simulação hidráulica</i>	<i>411</i>
8.4	HIDROGRAMAS DE PROJETO – CENÁRIO DIAGNÓSTICO	413
8.4.1	<i>Macrobacia da margem direita do rio Poti</i>	<i>416</i>
8.4.2	<i>Macrobacia da margem esquerda do rio Poti</i>	<i>425</i>
8.4.3	<i>Macrobacia do rio Parnaíba</i>	<i>441</i>
8.5	MODELAGEM E DIAGNÓSTICO HIDRÁULICO DO SISTEMA DE DRENAGEM	452
9	CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE INTEGRADA DAS SUB-BACIAS DE DRENAGEM	453

9.1	MACROBACIA DA MARGEM DIREITA DO RIO POTI	453
9.1.1	Sub-bacia PD01	453
9.1.2	Sub-bacia PD02	454
9.1.3	Sub-bacia PD03	454
9.1.4	Sub-bacia PD04	456
9.1.5	Sub-bacia PD05	456
9.1.6	Sub-bacia PD06	457
9.1.7	Sub-bacia PD07	459
9.1.8	Sub-bacia PD08	461
9.1.9	Sub-bacia PD09	462
9.1.10	Sub-bacia PD10	463
9.1.11	Sub-bacia PD11	464
9.1.12	Sub-bacia PD12	466
9.1.13	Sub-bacia PD13	470
9.1.14	Sub-bacia PD14	470
9.1.15	Sub-bacia PD15	474
9.1.16	Sub-bacia PD16	475
9.2	MACROBACIA DA MARGEM ESQUERDA DO RIO POTI	475
9.2.1	Sub-bacia PE01.....	475
9.2.2	Sub-bacia PE02.....	476
9.2.3	Sub-bacia PE03.....	476
9.2.4	Sub-bacia PE04.....	477
9.2.5	Sub-bacia PE05.....	478
9.2.6	Sub-bacia PE06.....	478
9.2.7	Sub-bacia PE07.....	479

9.2.8	Sub-bacia PE08.....	479
9.2.9	Sub-bacia PE09.....	480
9.2.10	Sub-bacia PE10.....	483
9.2.11	Sub-bacia PE11.....	483
9.2.12	Sub-bacia PE12.....	484
9.2.13	Sub-bacia PE13.....	484
9.2.14	Sub-bacia PE14.....	485
9.2.15	Sub-bacia PE15.....	487
9.2.16	Sub-bacia PE16.....	487
9.2.17	Sub-bacia PE17.....	488
9.2.18	Sub-bacia PE18.....	489
9.2.19	Sub-bacia PE19.....	490
9.2.20	Sub-bacia PE20.....	491
9.2.21	Sub-bacia PE21.....	491
9.2.22	Sub-bacia PE22.....	492
9.2.23	Sub-bacia PE23.....	492
9.2.24	Sub-bacia PE24.....	493
9.2.25	Sub-bacia PE25.....	493
9.2.26	Sub-bacia PE26.....	494
9.2.27	Sub-bacia PE27.....	495
9.2.28	Sub-bacia PE28.....	495
9.2.29	Sub-bacia PE29.....	496
9.2.30	Sub-bacia PE30.....	496
9.2.31	Sub-bacia PE31.....	497
9.2.32	Sub-bacia PE32.....	497

9.3	MACROBACIA DO RIO PARNAÍBA	498
9.3.1	Sub-bacia P01	498
9.3.2	Sub-bacia P02	500
9.3.3	Sub-bacia P03	501
9.3.4	Sub-bacia P04	501
9.3.5	Sub-bacia P05	502
9.3.6	Sub-bacia P06	502
9.3.7	Sub-bacia P07	503
9.3.8	Sub-bacia P08	503
9.3.9	Sub-bacia P09	504
9.3.10	Sub-bacia P10	504
9.3.11	Sub-bacia P11	505
9.3.12	Sub-bacia P12	506
9.3.13	Sub-bacia P13	507
9.3.14	Sub-bacia P14	508
9.3.15	Sub-bacia P15	508
9.3.16	Sub-bacia P16	509
9.3.17	Sub-bacia P17	510
9.3.18	Sub-bacia P18	511
9.3.19	Sub-bacia P19	511
9.3.20	Sub-bacia P20	511
9.4	SUB-BACIAS LDN E MOC	512
9.5	MODELAGEM DOS RIOS PARNAÍBA E POTI.....	519
9.5.1	O sistema modelado	520
9.5.2	Modelo hidráulico utilizado.....	522

9.5.3	<i>Representação do sistema no modelo hidráulico.....</i>	523
9.5.4	<i>Crêterios de modelagem</i>	530
9.5.5	<i>Ajuste do modelo hidráulico dos rios Parnaíba e Poti</i>	533

TOMO 06

10	PROBLEMAS RELACIONADOS À EROSÃO, ESTABILIDADE DE ENCOSTAS E ÁREAS INUNDÁVEIS	551
10.1	METODOLOGIA.....	551
10.2	ESTUDOS GEOLÓGICOS	552
10.2.1	<i>Geologia Regional</i>	552
10.2.2	<i>Geologia Local.....</i>	554
10.2.3	<i>Geomorfologia</i>	556
10.3	ESTUDOS GEOTÉCNICOS.....	557
10.3.1	<i>Áreas sujeitas a deslizamentos, focos de geração e transporte de sedimentos</i>	557
10.3.2	<i>Tipificação e ocorrência das erosões.....</i>	561
10.3.3	<i>Determinação das áreas sujeitas a assoreamento.....</i>	562
10.3.4	<i>Descrição da gênese das inundações e áreas afetadas.....</i>	564
10.4	SUSCETIBILIDADE POTENCIAL À EROSÃO LAMINAR	567
11	QUALIDADE DAS ÁGUAS PLUVIAIS	574
11.1	DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS.....	574
11.1.1	<i>Aspectos relacionados à origem da poluição dos corpos hídricos urbanos</i>	575
11.1.2	<i>Estudos relacionados à qualidade das águas pluviais.....</i>	578
11.1.3	<i>Diagnóstico qualitativo das águas superficiais dos principais cursos d'água de Teresina</i>	581
11.2	METODOLOGIA PARA O PLANO DE MONITORAMENTO.....	590
11.2.1	<i>Parâmetros a monitorar</i>	590

11.2.2	<i>Locais de monitoramento</i>	592
11.2.3	<i>Frequência de monitoramento</i>	600
11.2.4	<i>Tratamento dos dados, padrão de comparação e apresentação dos resultados ...</i>	600
11.3	CARREAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA O SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	604
11.3.1	<i>Classificação dos Resíduos Sólidos</i>	604
11.3.2	<i>Quantificação dos Resíduos Sólidos em Teresina</i>	606
11.3.3	<i>Medidas de controle</i>	616
11.3.4	<i>Disposição de Resíduos Sólidos</i>	624
11.4	PROBLEMAS DE SAÚDE PÚBLICA RELACIONADOS À DRENAGEM URBANA.....	627
12	RESTAURAÇÃO DE CANAIS NATURAIS	644
12.1	ANÁLISE DO ESPAÇO FÍSICO	644
12.1.1	<i>Localização e hidrografia</i>	644
12.2	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS RESTAURADORAS	648
12.2.1	<i>Definições</i>	648
12.2.2	<i>Importância da restauração</i>	649
12.2.3	<i>Atividades preliminares do Plano de Restauração de Canais Naturais</i>	652
12.2.4	<i>Plano de Restauração de Canais Naturais</i>	656
12.2.5	<i>Medidas restauradoras</i>	662
12.3	ESTIMATIVA DO TEMPO PARA QUE A RESTAURAÇÃO OCORRA.....	672
12.3.1	<i>Dificuldades na estimativa do tempo de restauração</i>	672
12.3.2	<i>Influência dos Objetivos e Técnicas na Estimativa do Tempo de Restauração</i> .	673

TOMO 07

13	ASPECTOS GERAIS RELATIVOS À ETAPA 3	675
13.1	PROGNÓSTICOS E SELEÇÃO DE INTERVENÇÕES	675

13.2	MEDIDAS ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS PARA A DRENAGEM URBANA	676
13.2.1	<i>Medidas estruturais para o sistema de drenagem urbana</i>	677
13.2.2	<i>Medidas não estruturais para o controle da drenagem urbana.....</i>	678
13.3	PLANO DE OBRAS DOS SISTEMAS DE DRENAGEM	680
14	PROGNÓSTICOS E SELEÇÃO DAS INTERVENÇÕES	681
14.1	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	681
14.1.1	<i>Discretização das bacias hidrográficas da área urbana de Teresina</i>	682
14.1.2	<i>Riscos de projeto</i>	682
14.1.3	<i>Determinação dos Hidrogramas de Projeto para o Cenário Futuro</i>	682
14.2	DETERMINAÇÃO DA IMPERMEABILIDADE DO SOLO NO CENÁRIO FUTURO	683
14.2.1	<i>Taxa de Ocupação – TO</i>	698
14.2.2	<i>Coeficiente de Aproveitamento (CA)</i>	699
14.3	DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE SIMULAÇÃO	706
14.4	HIDROGRAMAS DE PROJETO – CENÁRIO FUTURO	712
14.4.1	<i>Macrobacia da margem direita do rio Poti</i>	715
14.4.2	<i>Macrobacia da margem esquerda do rio Poti.....</i>	724
14.4.3	<i>Macrobacia do rio Parnaíba.....</i>	740

TOMO 08

15	MEDIDAS ESTRUTURAIS.....	751
15.1	MEDIDAS ESTRUTURAIS PARA ENCHENTES RIBEIRINHAS	751
15.1.1	<i>Medidas extensivas.....</i>	753
15.1.2	<i>Medidas intensivas</i>	753
15.2	MEDIDAS ESTRUTURAIS PARA AS INUNDAÇÕES URBANAS.....	756
15.2.1	<i>Na fonte</i>	756
15.2.2	<i>Na microdrenagem</i>	763

15.2.3	<i>Na macrodrenagem</i>	764
16	DIMENSIONAMENTO DE MEDIDAS ESTRUTURAIS PARA INUNDAÇÕES RIBEIRINHAS PARA A CIDADE DE TERESINA.....	766
16.1	ESTRUTURAS DO TIPO RESERVATÓRIOS DE AMORTECIMENTO DE CHEIAS.....	767
16.2	DIQUES E PÔLDERES PARA PROTEÇÃO DE ENCHENTES.....	769
16.2.1	<i>Estruturas existentes.....</i>	770
16.2.2	<i>Detalhamento das soluções sugeridas</i>	771
17	MEDIDAS ESTRUTURAIS PARA AS INUNDAÇÕES URBANAS	790
17.1	MODELOS AVALIADOS	791
17.1.1	<i>Storm Water Management Model (SWMM).....</i>	791
17.1.2	<i>Hydrologic Engineering Center – River Analysis System (HEC-RAS).....</i>	791
17.1.3	<i>Representação topológica dos sistemas de macrodrenagem</i>	792
17.2	DETALHAMENTO DOS CUSTOS	793
17.2.1	<i>Custo de implantação</i>	793
17.2.2	<i>Custo de manutenção</i>	804
17.3	MEDIDAS ESTRUTURAIS PROPOSTAS POR SUB-BACIA	806
17.3.1	<i>Macrobacia Poti Esquerda – PE.....</i>	810
 TOMO 09		
	<i>17.3.1.10 PE10</i>	898
 TOMO 10		
17.3.2	<i>Macrobacia Poti Direita – PD.....</i>	1032
 TOMO 11		
17.3.3	<i>Macrobacia Parnaíba – P.....</i>	1159

TOMO 12

18	GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS URBANAS.....	1314
18.1	GESTÃO DA CIDADE	1314
18.2	GESTÃO DAS ÁGUAS URBANAS.....	1316
18.2.1	<i>Estrutura</i>	<i>1316</i>
18.2.2	<i>Espaço de gestão</i>	<i>1316</i>
18.2.3	<i>Gestão urbana</i>	<i>1319</i>
18.2.4	<i>Serviços</i>	<i>1319</i>
18.2.5	<i>Gestão integrada</i>	<i>1323</i>
19	CARACTERIZAÇÃO INSTITUCIONAL.....	1327
19.1	INTRODUÇÃO	1327
19.2	ARCABOUÇO LEGAL	1327
19.3	SOBRE A ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL DE TERESINA	1336
19.4	ANÁLISE DAS INSTITUIÇÕES ATUANTES NA DRENAGEM URBANA	1344
19.4.1	<i>Superintendências de Desenvolvimento Urbano (SDUs)</i>	<i>1344</i>
19.4.2	<i>Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação – SEMPLAN</i>	<i>1347</i>
19.4.3	<i>Funcionamento das instituições relacionadas à drenagem urbana</i>	<i>1348</i>
19.5	OUTRAS INSTITUIÇÕES RELACIONADAS À DRENAGEM URBANA	1351
19.5.1	<i>Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Piauí - SEMAR.....</i>	<i>1351</i>
19.5.2	<i>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis -</i>	
IBAMA	<i>.....</i>	<i>1352</i>
19.6	INSTITUIÇÕES RELACIONADAS AOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO	1355
19.6.1	<i>Agespisa - Teresina</i>	<i>1357</i>
19.6.2	<i>Sistema de abastecimento de água potável.....</i>	<i>1358</i>

19.6.3	<i>Coleta e tratamento de esgotos sanitários</i>	<i>1359</i>
19.7	INSTITUIÇÕES RELACIONADAS AOS SERVIÇOS DE COLETA, RECICLAGEM E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	1359
19.8	AGÊNCIA MUNICIPAL DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE TERESINA – ARSETE	1361
19.9	PRINCIPAIS PROBLEMAS DETECTADOS NA DRENAGEM URBANA PLUVIAL DE TERESINA.	1365
19.10	DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL DO SISTEMA ATUAL DE GESTÃO DA DRENAGEM URBANA	1367
19.11	FUNCIONAMENTO ATUAL DO SISTEMA DE GESTÃO DAS ÁGUAS URBANAS	1368
19.11.1	<i>Tramitação dos projetos de drenagem pluvial urbana.....</i>	<i>1369</i>
19.11.2	<i>Avaliação dos serviços na drenagem urbana</i>	<i>1371</i>
19.11.3	<i>Resumo conclusivo</i>	<i>1377</i>
20	A GESTÃO DA DRENAGEM PLUVIAL URBANA	1378
20.1	CARACTERÍSTICAS DA ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL	1379
20.2	EXPERIÊNCIAS DE GESTÃO EXTERNA (BACIA HIDROGRÁFICA) DA DRENAGEM URBANA.	1380
20.2.1	<i>Estados Unidos.....</i>	<i>1380</i>
20.2.2	<i>França</i>	<i>1381</i>
20.2.3	<i>Brasil</i>	<i>1381</i>
20.3	CONTROLE INTERNO À CIDADE	1384
20.3.1	<i>Tendência da Regulação</i>	<i>1386</i>
20.3.2	<i>Medidas associadas à regulação</i>	<i>1394</i>
20.3.3	<i>Política dos países nas cidades.....</i>	<i>1395</i>
21	PROPOSTA DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS PARA A DRENAGEM PLUVIAL URBANA DE TERESINA	1400
21.1	INTRODUÇÃO	1400
21.2	MODELO DE GERENCIAMENTO DA DRENAGEM PLUVIAL URBANA.....	1400
21.2.1	<i>Atores.....</i>	<i>1402</i>

21.2.2	<i>Atividades</i>	1403
21.2.3	<i>Implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana</i>	1405
21.2.4	<i>Corpo técnico para implementação do Plano</i>	1406
21.3	MECANISMOS DE CONTROLE DOS IMPACTOS	1407
21.4	CONTROLE DAS INUNDAÇÕES RIBEIRINHAS	1408
21.5	PROPOSTA DE LEGISLAÇÃO PARA O CONTROLE DOS FUTUROS IMPACTOS E DE INUNDAÇÕES RIBEIRINHAS	1409
21.5.1	<i>Justificativa</i>	1409
21.5.2	<i>Elementos técnicos.....</i>	1410
21.5.3	<i>Proposta de regulamentação.....</i>	1418
21.6	PROGRAMAS	1424
21.6.1	<i>Capacitação</i>	1425
21.6.2	<i>Monitoramento.....</i>	1428
21.6.3	<i>Revisão e ampliação do Cadastro e da topografia relacionada ao sistema de drenagem</i>	1438
21.6.4	<i>Estudos complementares</i>	1440
21.6.5	<i>Redução da contaminação na drenagem pluvial</i>	1442
21.6.6	<i>Definição do marco regulatório de Saneamento Básico de Teresina</i>	1444
22	IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DE TERESINA	1447
22.1	INTRODUÇÃO	1447
22.1.1	<i>Medidas emergenciais</i>	1447
22.1.2	<i>Medidas de médio prazo.....</i>	1449
22.1.3	<i>Medidas de longo prazo.....</i>	1450
22.2	CRONOGRAMA	1450
23	EQUIPE TÉCNICA.....	1452
23.1	EQUIPE CHAVE	1452

23.2	EQUIPE DE APOIO TÉCNICO	1452
24	BIBLIOGRAFIA	1453

TOMO 13 – TOMO 15

25	ANEXOS	1469
----	--------------	------

APRESENTAÇÃO

O Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina, objeto do Contrato nº 04/2010, firmado entre a Prefeitura Municipal de Teresina – PMT, por intermédio da Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação – SEMPLAN, e a Concremat Engenharia e Tecnologia S. A., tem como finalidades principais, dentre outras: 1) a definição de diretrizes institucionais visando estabelecer condições de sustentabilidade para as políticas de drenagem urbana; 2) a caracterização das condições de funcionamento hidráulico das tubulações, galerias, canais a céu aberto, canais naturais, dispositivos de captação e conexão entre redes; e 3) as proposições, em nível de anteprojeto, de obras de curto, médio e longo prazo necessárias ao equacionamento dos problemas encontrados na drenagem urbana de Teresina.

Este relatório corresponde ao Relatório Final do Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de Teresina, contendo a versão definitiva dos relatórios parciais elaborados ao longo dos trabalhos.

Celso Silveira Queiroz

Diretor do Projeto

LISTA DE FIGURAS

TOMO 01

Figura 2.1. Diferença entre SRTM e dados da prefeitura no cruzamento das Ruas Ester Castelo Branco e Felismino Weser.....	9
Figura 2.2. Imagem de Satélite Ikonos mostrando o local do cruzamento das Ruas Ester Castelo Branco e Felismino Weser.....	10
Figura 2.3. Diferença entre SRTM e dados da Prefeitura após correção da topografia, no cruzamento das ruas Ester Castelo Branco e Felismino Weser.	10
Figura 2.4. Diferença entre SRTM e dados da Prefeitura, próximo ao cruzamento das avenidas Antônio Leitão e Horácio Ribeiro.	11
Figura 2.5. Fragmento da imagem de satélite Ikonos nas proximidades do cruzamento entre as avenidas Antônio Leitão e Horácio Ribeiro.....	12
Figura 2.6. Relações CN x área impermeável para os grupos de solo do SCS (Fonte: adaptado do SCS, 1957).....	24
Figura 2.7. Principais macrobacias urbanas de Teresina.	27
Figura 2.8. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 01.	30
Figura 2.9. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 01.....	31
Figura 2.10. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 01.	32
Figura 2.11. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 02.	34
Figura 2.12. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 02.....	35
Figura 2.13. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 02	36
Figura 2.14. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 03.	37
Figura 2.15. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 03.....	38
Figura 2.16. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 03.	39

Figura 2.17. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 04.	41
Figura 2.18. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 04.....	42
Figura 2.19. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 04.	43
Figura 2.20. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 05.	44
Figura 2.21. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 05.....	45
Figura 2.22. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 05.	46
Figura 2.23. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 06.	47
Figura 2.24. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 06.....	48
Figura 2.25. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 06.	49
Figura 2.26. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 07.	50
Figura 2.27. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 07.....	51
Figura 2.28. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 07.	52
Figura 2.29. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 08.	54
Figura 2.30. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 08.....	55
Figura 2.31. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 08.	56
Figura 2.32. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 09.	57
Figura 2.33. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 09.....	58
Figura 2.34. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD09	59
Figura 2.35. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 10.	60
Figura 2.36. Modelo Numérico do terreno da sub-bacia PD 10.	61
Figura 2.37. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 10.	62
Figura 2.38. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 11.	63
Figura 2.39. Modelo Numérico do terreno da sub-bacia PD 11.	64
Figura 2.40. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 11.	65

Figura 2.41. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 12.	66
Figura 2.42. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 12.	67
Figura 2.43. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 12.	68
Figura 2.44. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 13.	69
Figura 2.45. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 13.	70
Figura 2.46. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD13	71
Figura 2.47. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 14.	72
Figura 2.48. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 14.	73
Figura 2.49. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 14.	74
Figura 2.50. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 15.	75
Figura 2.51. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 15.	76
Figura 2.52. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 15.	77
Figura 2.53. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PD 16.	78
Figura 2.54. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PD 16.	79
Figura 2.55. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 16.	80

TOMO 02

Figura 2.56. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 01.	82
Figura 2.57. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 01.	83
Figura 2.58. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 01.	84
Figura 2.59. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 02.	85
Figura 2.60. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 02.	86
Figura 2.61. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 02.	87
Figura 2.62. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 03.	88

Figura 2.63. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 03.	89
Figura 2.64. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 03.	90
Figura 2.65. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 04.	91
Figura 2.66. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 04.	92
Figura 2.67. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 04.	93
Figura 2.68. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 05.	94
Figura 2.69. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 05.	95
Figura 2.70. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 05.	96
Figura 2.71. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 06.	98
Figura 2.72. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 06.	99
Figura 2.73. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 06.	100
Figura 2.74. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 07.	101
Figura 2.75. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 07.	102
Figura 2.76. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 07.	103
Figura 2.77. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 08.	104
Figura 2.78. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 08.	105
Figura 2.79. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 08.	106
Figura 2.80. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 09.	107
Figura 2.81. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 09.	108
Figura 2.82. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 09.	109
Figura 2.83. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 10.	110
Figura 2.84. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 10.	111
Figura 2.85. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 10.	112
Figura 2.86. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 11.	113

Figura 2.87. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 11.	114
Figura 2.88. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 11.....	115
Figura 2.89. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 12.....	116
Figura 2.90. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 12.	117
Figura 2.91. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 12.....	118
Figura 2.92. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 13.....	119
Figura 2.93. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 13.	120
Figura 2.94. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 13.....	121
Figura 2.95. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 14.....	122
Figura 2.96. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 14.	123
Figura 2.97. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 14.....	124
Figura 2.98. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 15.....	125
Figura 2.99. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 15.	126
Figura 2.100. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 15.....	127
Figura 2.101. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 16.....	128
Figura 2.102. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 16.	129
Figura 2.103. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 16.....	130
Figura 2.104. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 17.....	131
Figura 2.105. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 17.	132
Figura 2.106. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 17.....	133
Figura 2.107. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 18.....	135
Figura 2.108. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 18.	136
Figura 2.109. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 18.....	137
Figura 2.110. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 19.....	138

Figura 2.111. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 19.	139
Figura 2.112. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 19.	140
Figura 2.113. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 20.	141
Figura 2.114. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 20.	142
Figura 2.115. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 20.	143
Figura 2.116. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 21.	144
Figura 2.117. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 21.	145
Figura 2.118. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 21.	146
Figura 2.119. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 22.	147
Figura 2.120. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 22.	148
Figura 2.121. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 22.	149
Figura 2.122. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 23.	150
Figura 2.123. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 23.	151
Figura 2.124. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 23.	152
Figura 2.125. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 24.	153
Figura 2.126. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 24.	154
Figura 2.127. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE24.	155
Figura 2.128. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 25.	156
Figura 2.129. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 25.	157
Figura 2.130. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 25.	158
Figura 2.131. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 26.	159
Figura 2.132. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 26.	160
Figura 2.133. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 26.	161
Figura 2.134. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 27.	163

Figura 2.135. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 27.	164
Figura 2.136. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 27.	165
Figura 2.137. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 28.	166
Figura 2.138. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 28.	167
Figura 2.139. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 28.	168
Figura 2.140. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 29.	169
Figura 2.141. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 29.	170
Figura 2.142. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 29.	171
Figura 2.143. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 30.	173
Figura 2.144. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 30.	174
Figura 2.145. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 30.	175
Figura 2.146. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 31.	176
Figura 2.147. Modelo Numérico do terreno da sub-bacia PE 31.	177
Figura 2.148. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE 31.	178
Figura 2.149. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia PE 32.	179
Figura 2.150. Modelo numérico do terreno da sub-bacia PE 32.	180
Figura 2.151. Curva Hipsométrica da sub-bacia PE32.	181

TOMO 03

Figura 2.152. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia P 01.	183
Figura 2.153. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 01.	184
Figura 2.154. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 01.	185
Figura 2.155. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia P 02.	186
Figura 2.156. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 02.	187

Figura 2.157. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 02.....	188
Figura 2.158. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia P 03.....	189
Figura 2.159. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 03.	190
Figura 2.160. Curva Hipsométrica da sub-bacia P03.....	191
Figura 2.161. Imagem IKONOS de 2005 da sub-bacia P 04.....	193
Figura 2.162. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 04.	194
Figura 2.163. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 04.....	195
Figura 2.164. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia P 05.....	196
Figura 2.165. Modelo Numérico do terreno da sub-bacia P 05.....	197
Figura 2.166. Curva Hipsométrica da sub-bacia P05.....	198
Figura 2.167. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia P 06.....	199
Figura 2.168. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 06.	200
Figura 2.169. Curva Hipsométrica da sub-bacia P06.....	201
Figura 2.170. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia P 07.....	202
Figura 2.171. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 07.	203
Figura 2.172. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 07.....	204
Figura 2.173. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia P 08.....	205
Figura 2.174. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 08.	206
Figura 2.175. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 08.....	207
Figura 2.176. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia P 09.....	208
Figura 2.177. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 09.	210
Figura 2.178. Curva Hipsométrica da sub-bacia P09.....	211
Figura 2.179. Imagem IKONOS de 2005 da sub-bacia P 10.....	212
Figura 2.180. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 10.	213

Figura 2.181. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 10.....	214
Figura 2.182. Imagem IKONOS de 2005 da sub-bacia P 11.....	215
Figura 2.183. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 11.	216
Figura 2.184. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 11.....	217
Figura 2.185. Imagem IKONOS de 2005 da sub-bacia P 12.....	218
Figura 2.186. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 12.	219
Figura 2.187. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 12.....	220
Figura 2.188. Imagem IKONOS de 2005 da sub-bacia P 13.....	221
Figura 2.189. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 13.	222
Figura 2.190. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 13.....	223
Figura 2.191. Imagem IKONOS de 2005 da sub-bacia P 14.....	224
Figura 2.192. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 14.	225
Figura 2.193. Curva Hipsométrica da sub-bacia P14.....	226
Figura 2.194. Imagem IKONOS de 2005 da sub-bacia P 15.....	227
Figura 2.195. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 15.	228
Figura 2.196. Curva Hipsométrica da sub-bacia P15.....	229
Figura 2.197. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia P 16.....	230
Figura 2.198. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 16.	231
Figura 2.199. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 16.....	232
Figura 2.200. Imagem IKONOS de 2005 da sub-bacia P 17.....	233
Figura 2.201. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 17.	234
Figura 2.202. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 17.....	235
Figura 2.203. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia P 18.....	236
Figura 2.204. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 18.	237

Figura 2.205. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 18.....	238
Figura 2.206. Imagem IKONOS de 2007 da sub-bacia P 19.....	239
Figura 2.207. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 19.	240
Figura 2.208. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 19.....	241
Figura 2.209. Imagem IKONOS de 2005 da sub-bacia P 20.....	242
Figura 2.210. Modelo numérico do terreno da sub-bacia P 20.	243
Figura 2.211. Curva Hipsométrica da sub-bacia P20.....	244
Figura 2.212. Casa de bombas e bombeamento da lagoa dos Oleiros para o rio Parnaíba, na sub-bacia LDN.....	246
Figura 3.1. População absoluta e Taxa de crescimento anual da população (FONTE: Plano Diretor de Transporte e Reestruturação da Rede de Transportes Coletivos de Passageiros do Município de Teresina, 2008).....	250
Figura 3.2. Dispositivos de drenagem pluvial encontrados em diversos pontos da cidade de Teresina.	252
Figura 3.3. Presença de esgotos e resíduos sólidos na drenagem urbana detectada nas sub-bacias PE 11 e MOC.....	254
Figura 3.4. Situações inadequadas detectadas na rede de drenagem na cidade de Teresina.	255
Figura 3.5. Locais de alagamentos e inundações recorrentes em Teresina.	256
Figura 3.6. Exemplos de água servida escoando pelas sarjetas de drenagem pluvial em diversos pontos localizados na sub-bacia PD-07.....	263
Figura 3.7. Exemplos de estragos provocados pelas águas pluviais nos pavimentos de algumas ruas do Bairro Satélite, em Teresina.....	267
Figura 3.8. Resíduos sólidos dispostos de forma inadequada impactam o sistema de drenagem pluvial, afetando seu desempenho e a qualidade das águas pluviais que atingem os cursos d'água urbanos.	268

TOMO 04

Figura 5.1. Postos fluviométricos selecionados na bacia do rio Parnaíba e Poti nos trechos de interesse.	278
Figura 5.2. Bacias hidrográficas e talvegues nos trechos de interesse.	282
Figura 5.3. Perfil longitudinal do rio Parnaíba.	283
Figura 5.4. Perfil longitudinal do rio Poti.	283
Figura 5.5. Limnigramas das cotas médias diárias do rio Parnaíba nos postos fluviométricos Barão de Grajaú (34311000), Fazenda Veneza (34660000) e Teresina (34690000).	286
Figura 5.6. Limnigramas das cotas médias diárias do rio Poti nos postos fluviométricos Prata do Piauí (34770000), Fazenda Cantinho II (34789000) e Fazenda Cantinho (34790000).	287
Figura 5.7. Limnigramas das cotas médias diárias do rio Parnaíba nos postos fluviométricos Barão de Grajaú (34311000), Fazenda Veneza (34660000) e Teresina (34690000) para um ano típico (1993).	287
Figura 5.8. Limnigramas das cotas médias diárias do rio Poti nos postos fluviométricos Prata do Piauí (34770000), Fazenda Cantinho II (34789000) e Fazenda Cantinho (34790000) para um ano típico (1993).	288
Figura 5.9. Inconsistências detectadas, no ano de 1984, nos limnigramas das cotas médias diárias do rio Parnaíba nos postos fluviométricos Barão de Grajaú (34311000), Fazenda Veneza (34660000) e Teresina (34690000).	288
Figura 5.10. Inconsistências detectadas, no ano de 1982, nos limnigramas das cotas médias diárias do rio Parnaíba nos postos fluviométricos Barão de Grajaú (34311000), Fazenda Veneza (34660000) e Teresina (34690000).	289
Figura 5.11. Limnigramas das cotas médias diárias do rio Parnaíba nos postos fluviométricos Barão de Grajaú (34311000), Fazenda Veneza (34660000) e Teresina (34690000) para o ano de 1988.	289

Figura 5.12. Limnigramas das cotas médias diárias do rio Poti nos postos fluviométricos Prata do Piauí (34770000), Fazenda Cantinho II (34789000) e Fazenda Cantinho (34790000) para o ano de 1990.....	290
Figura 5.13. Relações cota x descarga coletadas do rio Parnaíba no posto fluviométrico Barão de Grajaú (34311000) (01/06/1983 a 31/12/2005).....	291
Figura 5.14. Relações cota x descarga coletadas e revisadas do rio Parnaíba no posto fluviométrico Barão de Grajaú (34311000) (01/06/1983 a 28/02/2010).....	292
Figura 5.15. Relações cota x descarga coletadas do rio Parnaíba no posto fluviométrico Fazenda Veneza (34660000) (01/01/1973 a 31/12/2005).....	292
Figura 5.16. Relações cota x descarga revisadas do rio Parnaíba no posto fluviométrico Fazenda Veneza (34660000) (01/01/1973 a 30/04/2010).....	293
Figura 5.17. Relações cota x descarga coletadas do rio Parnaíba no posto fluviométrico Teresina-Chesf (34690000) (01/03/1981 a 30/09/2007).....	293
Figura 5.18. Relações cota x descarga revisadas do rio Parnaíba no posto fluviométrico Teresina-Chesf (34690000) (01/03/1981 a 28/02/2010).....	294
Figura 5.19. Relações cota x descarga coletadas do rio Poti no posto fluviométrico Prata do Piauí (34770000) (01/01/1973 a 30/09/2007).....	294
Figura 5.20. Relações cota x descarga revisadas do rio Poti no posto fluviométrico Prata do Piauí (34770000) (01/03/1981 a 29/04/2010).....	295
Figura 5.21. Relações cota x descarga coletadas do rio Poti no posto fluviométrico Fazenda Cantinho (34790000) (01/01/1973 a 31/01/1991).....	295
Figura 5.22. Relações cota x descarga coletadas do rio Poti no posto fluviométrico Fazenda Cantinho II (34789000) (01/07/1990 a 31/12/2005).....	296
Figura 5.23. Relações cota x descarga coletadas e revisadas do rio Poti no posto fluviométrico Fazenda Cantinho II (34789000) (01/07/1990 a 30/04/2010).....	296

Figura 5.24. Hidrogramas das vazões médias diárias do rio Parnaíba nos postos fluviométricos Barão de Grajaú (34311000), Fazenda Veneza (34660000) e Teresina (34690000).	300
Figura 5.25. Hidrogramas das vazões médias diárias do rio Poti nos postos fluviométricos Prata do Piauí (34770000), Fazenda Cantinho II (34789000) e Fazenda Cantinho (34790000).	300
Figura 5.26. Hidrogramas das vazões médias diárias do rio Parnaíba nos postos fluviométricos Barão de Grajaú (34311000), Fazenda Veneza (34660000) e Teresina (34690000) para um ano típico (1993).	301
Figura 5.27. Hidrogramas das vazões médias diárias do rio Poti nos postos fluviométricos Prata do Piauí (34770000), Fazenda Cantinho II (34789000) e Fazenda Cantinho (34790000) para um ano típico (1993).	301
Figura 5.28. Correlação das cotas médias diárias do rio Parnaíba nos postos fluviométricos Fazenda Veneza (34660000) e Teresina (34690000).	304
Figura 5.29. Correlação das cotas médias diárias do rio Poti nos postos fluviométricos Fazenda Cantinho (34790000) e Prata do Piauí (34770000).	304
Figura 5.30. Correlação das cotas médias diárias do rio Poti nos postos, Fazenda Cantinho II (34789000) e Prata do Piauí (34770000).	305
Figura 5.31. Correlação das vazões médias diárias do rio Parnaíba nos postos fluviométricos Fazenda Veneza (34660000) e Teresina (34690000).	305
Figura 5.32. Curva de permanência de vazões médias diárias dos rios Parnaíba e Poti nos postos fluviométricos próximos a Teresina.	310
Figura 5.33. Curva de permanência normalizada das vazões médias diárias dos rios Parnaíba e Poti nos postos fluviométricos próximos a Teresina.	310
Figura 5.34. Análise da defasagem dos limnigramas das cotas médias diárias dos rios Poti e Parnaíba no evento 1 de cheia nos postos fluviométricos Faz. Cantinho II e Faz. Cantinho (34789000 e 34790000, respectivamente) e Teresina (34690000).	312

Figura 5.35. Análise da defasagem dos limnigramas das cotas médias diárias dos rios Poti e Parnaíba no evento 2 de cheia nos postos fluviométricos Faz. Cantinho II e Faz. Cantinho (34789000 e 34790000, respectivamente) e Teresina (34690000).	313
Figura 5.36. Análise da defasagem dos limnigramas das cotas médias diárias dos rios Poti e Parnaíba no evento 3 de cheia nos postos fluviométricos Faz. Cantinho II e Faz. Cantinho (34789000 e 34790000, respectivamente) e Teresina (34690000).	313
Figura 5.37. Análise da defasagem dos limnigramas das cotas médias diárias dos rios Poti e Parnaíba no evento 4 de cheia nos postos fluviométricos Faz. Cantinho II e Faz. Cantinho (34789000 e 34790000, respectivamente) e Teresina (34690000).	314
Figura 5.38. Análise da defasagem dos limnigramas das cotas médias diárias dos rios Poti e Parnaíba no evento 5 de cheia nos postos fluviométricos Faz. Cantinho II e Faz. Cantinho (34789000 e 34790000, respectivamente) e Teresina (34690000).	314
Figura 5.39. Análise da defasagem dos limnigramas das cotas médias diárias dos rios Poti e Parnaíba no evento 6 de cheia nos postos fluviométricos Faz. Cantinho II e Faz. Cantinho (34789000 e 34790000, respectivamente) e Teresina (34690000).	315
Figura 5.40. Análise da defasagem dos limnigramas das cotas médias diárias dos rios Poti e Parnaíba no evento 7 de cheia nos postos fluviométricos Faz. Cantinho II e Faz. Cantinho (34789000 e 34790000, respectivamente) e Teresina (34690000).	315
Figura 5.41. Distribuição sazonal das vazões médias mensais do rio Parnaíba em Teresina (34690000).	317
Figura 5.42. Distribuição empírica das vazões máximas médias diárias do rio Parnaíba em Teresina (34690000) e do rio Poti em Faz. Cantinho (34790000 e 34789000).	319
Figura 5.43. Distribuição probabilística das vazões máximas médias diárias do rio Parnaíba em Teresina (34690000).	320
Figura 5.44. Distribuição probabilística das vazões máximas médias diárias do rio Poti em Faz. Cantinho (34790000 e 34789000).	320
Figura 6.1. Organograma de uma SDU.....	344

Figura 6.2. Organograma da SEMPLAN.	346
Figura 6.3. Organograma do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Fonte: www.ibama.gov.br).	352

TOMO 05

Figura 7.1. Alternância entre períodos secos e úmidos de 1911 a 1988 no estado do Ceará: índice de precipitação LRDI e anos ENSO. Adaptado: FREITAS (2004).	367
Figura 7.2. Alternância entre períodos secos e úmidos de 1933 a 2001 no estado do Piauí: índice de precipitação LRDI e anos ENSO. Adaptado: FREITAS (2004).	368
Figura 7.3. Precipitação média mensal de Teresina, período de 1914 - 2009.	371
Figura 7.4. Totais precipitados e a média anual de chuvas em Teresina, período 1914 - 2009.	372
Figura 7.5. Temperatura média, máxima média e mínima média mensal de Teresina.	374
Figura 7.6. Tendência da temperatura média anual em Teresina.	375
Figura 7.7. Umidade relativa média mensal e anual em Teresina.	376
Figura 7.8. Representação esquemática dos fluxos do balanço hídrico (Adaptado: PEREIRA et al., 2002).	378
Figura 7.9. Balanço hídrico mensal para o período de 1961 a 1990.	381
Figura 7.10. Chuvas observadas e calculadas pela distribuição de Gumbel no município de Teresina.	390
Figura 7.11. Estimativa do parâmetro c.	391
Figura 7.12. Curvas de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) para cidade de Teresina, ajustadas pelo método de Gumbel.	393
Figura 7.13. Curvas de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) para cidade de Teresina, calculadas pela equação 11.	393

Figura 7.14 Comparação da curva IDF deste estudo e de Fragoso Jr. (2004), para o tempo de retorno de 5 anos.	394
Figura 7.15. Comparação da curva IDF deste estudo e de Fragoso Jr. (2004), para o tempo de retorno de 100 anos.	395
Figura 7.16. Série histórica de máximos diários anuais para o posto ANA-CHESF código 00542012, em Teresina.	396
Figura 7.17. Frequência da chuva máxima diária anual para o posto ANA-CHESF código 00542012, em Teresina, período anterior a 1957.	397
Figura 7.18. Frequência da chuva máxima diária anual para o posto ANA-CHESF código 00542012, em Teresina, período posterior a 1957.	397
Figura 8.1. Principais macrobacias urbanas de Teresina.	400
Figura 8.2. Hietograma de projeto de Teresina para o tempo de retorno de 2 anos.	408
Figura 8.3. Hietograma de projeto de Teresina para o tempo de retorno de 5 anos.	408
Figura 8.4. Hietograma de projeto de Teresina para o tempo de retorno de 10 anos.	409
Figura 8.5. Hietograma de projeto de Teresina para o tempo de retorno de 25 anos.	409
Figura 8.6. Hietograma de projeto de Teresina para o tempo de retorno de 50 anos.	410
Figura 8.7. Hietograma de projeto de Teresina para o tempo de retorno de 100 anos.	410
Figura 8.8. Relações CN x Área Impermeável para os grupos de solo do SCS (Adaptado: SCS, 1957).	414
Figura 8.9. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD01.	417
Figura 8.10. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD02.	417
Figura 8.11. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD03.	418
Figura 8.12. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD04.	418
Figura 8.13. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD05.	419
Figura 8.14. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD06.	419

Figura 8.15. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD07.....	420
Figura 8.16. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD08.....	420
Figura 8.17. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD09.....	421
Figura 8.18. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD10.....	421
Figura 8.19. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD11.....	422
Figura 8.20. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD12.....	422
Figura 8.21. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD13.....	423
Figura 8.22. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD14.....	423
Figura 8.23. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD15.....	424
Figura 8.24. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PD16.....	424
Figura 8.25. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE01.	425
Figura 8.26. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE02.	426
Figura 8.27. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE03.	426
Figura 8.28. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE04.	427
Figura 8.29. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE05.	427
Figura 8.30. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE06.	428
Figura 8.31. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE07.	428
Figura 8.32. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE08.	429
Figura 8.33. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE09.	429
Figura 8.34. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE10.	430
Figura 8.35. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE11.	430
Figura 8.36. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE12.	431
Figura 8.37. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE13.	431
Figura 8.38. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE14.	432

Figura 8.39. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE15.	432
Figura 8.40. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE16.	433
Figura 8.41. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE17.	433
Figura 8.42. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE18.	434
Figura 8.43. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE19.	434
Figura 8.44. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE20.	435
Figura 8.45. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE21.	435
Figura 8.46. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE22.	436
Figura 8.47. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE23.	436
Figura 8.48. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE24.	437
Figura 8.49. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE25.	437
Figura 8.50. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE26.	438
Figura 8.51. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE27.	438
Figura 8.52. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE28.	439
Figura 8.53. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE29.	439
Figura 8.54. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE30.	440
Figura 8.55. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE31.	440
Figura 8.56. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia PE32.	441
Figura 8.57. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P01.	442
Figura 8.58. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P02.	442
Figura 8.59. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P03.	443
Figura 8.60. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P04.	443
Figura 8.61. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P05.	444
Figura 8.62. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P06.	444

Figura 8.63. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P07.	445
Figura 8.64. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P08.	445
Figura 8.65. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P09.	446
Figura 8.66. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P10.	446
Figura 8.67. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P11.	447
Figura 8.68. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P12.	447
Figura 8.69. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P13.	448
Figura 8.70. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P14.	448
Figura 8.71. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P15.	449
Figura 8.72. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P16.	449
Figura 8.73. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P17.	450
Figura 8.74. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P18.	450
Figura 8.75. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P19.	451
Figura 8.76. Hidrogramas de projeto para o cenário de diagnóstico na sub-bacia P20.	451
Figura 9.1. Alagamento na Curva São Paulo.	454
Figura 9.2. Casa em construção dentro de área alagadiça do bairro Recanto dos Pássaros.	455
Figura 9.3. Rua Desembargador Sá Barreto, no Bairro Extrema, inundada pela invasão de águas do rio Poti.	457
Figura 9.4. Região pertencente a sub-bacia PD06 próxima a Av. Deputado Paulo Ferraz (BR-343).	458
Figura 9.5. Alagamento de galpões de atacadista às margens da Av. Deputado Paulo Ferraz.	459
Figura 9.6. Formação de lagoas ao lado da Av. Deputado Paulo Ferraz. (Foto: Erasmo Júnior)	459

Figura 9.7. Vista para a Rua Apolo XI a partir da Rua Rotary Club (Foto: Edgar Felipe).	461
Figura 9.8. Alagamento no Bairro São João: Av. Dr. Wladimir Monteiro.	464
Figura 9.9. Estabelecimentos comerciais atingidos por alagamento no bairro São João.....	465
Figura 9.10. Vista das regiões naturalmente alagadas (Fonte: Google Earth).....	466
Figura 9.11. Av. Cajuína inundada pelo rio Poti.	467
Figura 9.12. Alagamento Av. Pres. Kennedy (Foto: Hérlon Moraes).	468
Figura 9.13. Traçado do projeto básico existente para o sistema de galerias na sub-bacia PD12: ramais e galerias a serem implantados (Fonte: PMT/SEMPPLAN).....	469
Figura 9.14. Alagamento na rotatória da Av. Raul Lopes com a Av. Jóquei Clube.	471
Figura 9.15. Alagamento na Av. Raul Lopes.	471
Figura 9.16. Alagamento nas margens do rio Poti, ao lado da Av. Raul Lopes.	472
Figura 9.17. R. Ipê inundada pelas águas do rio Poti, Bairro Fátima (Fonte: Portal 180 graus).	472
Figura 9.18. Alagamento na Av. Raul Lopes em frente ao Shopping Riverside.	473
Figura 9.19. Alagamento na Av. Ininga, que passa atrás do Shopping Riverside, distante cerca de 300 metros da margem do rio Poti.	474
Figura 9.20. Visão parcial do Nova Alegria em construção: junho/2009 (Fonte: www.pi.gov.br/materia.php?id=35618).	478
Figura 9.21. Cheias de 2009 no Rio Poti: vista da Ponte da BR-343 (Fonte: Google Earth Panoramio – Erasmo Júnior).	481
Figura 9.22. Cheia do Rio Poti, Av. Celso Pinheiro (Fonte: Google Earth Panoramio – Erasmo Júnior).....	481
Figura 9.23. Inundação na Av. Celso Pinheiro (Fonte: Google Earth Panoramio – Erasmo Júnior).....	482
Figura 9.24. Inundação na Av. Celso Pinheiro. (Fonte: Portal 180 Graus).	482

Figura 9.25. Cheia do rio Poti (Fonte: Google Earth Panoramio - Adalto Araújo).	485
Figura 9.26. Avenida Marechal Castelo Branco inundada pelas águas do rio Poti. (Fonte: extraída de vídeo do CidadeVerde.com).....	486
Figura 9.27. Av. Castelo Branco inundada.....	488
Figura 9.28. Avenida Marechal Castelo Branco represou águas nas adjacências da Ponte da Primavera, ano 2009 (Fonte: extraída de vídeo do CidadeVerde.com).....	490
Figura 9.29. Cheia no rio Parnaíba (Foto: Erasmo Júnior).....	499
Figura 9.30. Rua Estômato próximo a esquina com Av. Goytacaz, na Vila Irmã Dulce: pavimento destruído pelas chuvas.	500
Figura 9.31. Acúmulo de águas pluviais e consequente engarrafamento do tráfego, promovido pela falta de dispositivos de drenagem pluvial no Balão da Av. Miguel Rosa. ...	505
Figura 9.32. Av. Maranhão submersa pelas águas do rio Parnaíba no ano de 1985.	507
Figura 9.33. Cheia do rio Parnaíba vista da Av. Maranhão, ao lado do Iate Clube de Teresina. Em épocas de vazante, a diferença de cotas entre a avenida e o rio pode alcançar 4 metros.	509
Figura 9.34. Visão parcial da área de pasto da sub-bacia P16.	510
Figura 9.35. Detalhes do controle de cheias nas lagoas do Norte de Teresina (Fonte: Geni Moura, 2005).....	515
Figura 9.36. Habitações em áreas de risco.....	516
Figura 9.37. Enchentes nas lagoas do Norte (Fonte: UPJ Nordeste, 2004).	518
Figura 9.38. Situação sanitária nas lagoas do Norte (Fonte: Geni Moura, 2005).	519
Figura 9.39. Representação esquemática do sistema modelado na área urbana de Teresina.	521
Figura 9.40. Representação do sistema dos rios Parnaíba e Poti na área urbana da cidade de Teresina no programa HEC-RAS.	524

Figura 9.41. Representação do sistema e seções transversais no modelo hidráulico dos rios Parnaíba e Poti na área urbana da cidade de Teresina no programa HEC-RAS.....	526
Figura 9.42. Exemplo de seção transversal composta, onde na cor verde é apresentada a seção da calha e na cor marrom e azul as planícies de inundação.....	529
Figura 9.43. Seção transversal do rio Parnaíba s2 (progressiva 21963), localizada a 20 km da confluência com o rio Poti, com identificação das margens da calha e coeficiente de rugosidade (η).	532
Figura 9.44. Seção transversal do rio Parnaíba, localizada a 20 km da confluência com o rio Poti, no programa HEC-RAS, com identificação das margens da calha e coeficiente de rugosidade (η).	532
Figura 9.45. Série histórica de vazões no posto fluviométrico Teresina, no rio Parnaíba.	534
Figura 9.46. Série histórica de vazões no posto fluviométrico Fazenda Cantinho, no rio Poti.	534
Figura 9.47. Série histórica de níveis no posto fluviométrico Teresina, no rio Parnaíba.....	535
Figura 9.48. Série histórica de vazões no posto fluviométrico Teresina, no período de calibração.	536
Figura 9.49. Série histórica de vazões no posto fluviométrico Fazenda Cantinho, no período de calibração.	536
Figura 9.50. Série histórica de níveis no posto fluviométrico Teresina, no período de calibração.	537
Figura 9.51. Comparação de anomalias de níveis calculadas pelo modelo hidráulico e observadas na série histórica no posto fluviométrico Teresina, no período de calibração completo.	538
Figura 9.52. Comparação de anomalias de níveis calculadas pelo modelo hidráulico e observadas na série histórica no posto fluviométrico Teresina, no ano de 1981 – período de calibração.	538

Figura 9.53. Comparação de anomalias de níveis calculadas pelo modelo hidráulico e observadas na série histórica no posto fluviométrico Teresina, no ano de 1985 – período de calibração.	539
Figura 9.54. Mancha de inundação no rio Parnaíba no dia 19/04/1985, data de uma das maiores cheias acontecidas na região. Os pontos vermelhos indicam os limites da calha do rio, enquanto que os pontos na cor rosa indicam o traçado da Av. Boa Esperança.	540
Figura 9.55. Mancha de inundação no rio Poti no dia 19/04/1985, data de uma das maiores cheias acontecidas na região. Os pontos vermelhos indicam os limites da calha do rio.	541
Figura 9.56. Perfil longitudinal do rio Parnaíba e níveis máximos d'água durante o evento de 1985.	542
Figura 9.57. Perfil longitudinal do rio Poti e níveis máximos d'água durante o evento de 1985.	543
Figura 9.58. Comparação de anomalias de níveis calculadas pelo modelo hidráulico e observadas na série histórica no posto fluviométrico Teresina, no período de verificação completo.	545
Figura 9.59. Comparação de anomalias de níveis calculadas pelo modelo hidráulico e observadas na série histórica no posto fluviométrico Teresina, no ano de 1997 – período de verificação.	545
Figura 9.60. Comparação de anomalias de níveis calculadas pelo modelo hidráulico e observadas na série histórica no posto fluviométrico Teresina, no ano de 2004 – período de verificação.	546
Figura 9.61. Comparação de anomalias de níveis calculadas pelo modelo hidráulico e observadas na série histórica no posto fluviométrico Teresina, no ano de 2008 – período de verificação.	546
Figura 9.62. Comparação de anomalias de níveis calculadas pelo modelo hidráulico e observadas na série histórica no posto fluviométrico Teresina, no ano de 2009 – período de verificação.	547

Figura 9.63. Mancha de inundação no rio Parnaíba no dia 06/04/2008, data de uma cheia acontecidas na região. Os pontos vermelhos indicam os limites da calha do rio, enquanto que os pontos na cor rosa indicam o traçado da Av. Boa Esperança.	548
Figura 9.64. Mancha de inundação no rio Poti no dia 06/04/2008, data de uma cheia acontecida na região. Os pontos vermelhos indicam os limites da calha do rio.	549
Figura 9.65. Pontos críticos identificados Defesa Civil durante o evento crítico de 2008 (Imagem esquemática).....	550

TOMO 06

Figura 10.1. Sedimentos quaternários - rio Parnaíba.	555
Figura 10.2. Detalhe dos sedimentos Quaternários (aluvionar) depositados às margens do rio Paranaíba: notar camadas alternadas de areia e silte.	556
Figura 10.3. Bueiro rompido na Av. Maranhão próximo ao cruzamento com a Av. Gil Martins: erosão em detalhe (à direita).....	557
Figura 10.4. Bueiro rompido na Rua Celso Pinheiro próximo a Rua Chico Xavier: erosão em detalhe (à direita).....	558
Figura 10.5. Rua Santa Efigênia: parte da pista e seu talude foram levados pelo escoamento pluvial, provocando ainda o colapso de um muro de arrimo.	558
Figura 10.6. Avenida de acesso ao Residencial Mário Covas: vista da saída do dispositivo de drenagem e pista danificada.	559
Figura 10.7. Avenida principal do Loteamento Hugo Prado: sem pavimento e drenagem o solo exposto é levado pelo escoamento superficial, provocando a abertura de sulcos.	560
Figura 10.8. Bancos de areia no Parnaíba formados a partir da deposição de carga sedimentar, devido à redução da capacidade de transporte do rio.....	560
Figura 10.9. Detalhe da margem côncava de um meandro do rio Poti, onde ocorre processo erosivo.	561

Figura 10.10. Meandro apresentando um elevado grau de assoreamento em sua margem convexa, ao fundo.	563
Figura 10.11. Encontro dos rios Poti e Parnaíba, onde o rio Poti contribui com uma alta carga sedimentar.	564
Figura 10.12. Planície de inundação ocupada por moradia. Notar a presença de uma lagoa remanescente de inundações antigas.....	565
Figura 10.13. Refluxo de água da drenagem pluvial, inundando as regiões mais baixas: Rua Raul Lopes em frente ao Eurobusiness.	566
Figura 10.14. Lagoa que durante os períodos de chuva tem seu volume d'água aumentado, esse fato somado a ausência de drenagens faz com que a mesma transborde, alagando regiões de topografias mais baixas a sua volta.	567
Figura 10.15. Graus de suscetibilidade à erosão das sub-bacias urbana de Teresina.	573
Figura 11.1. Representação esquemática de poluição pontual, representada pelas setas maiores, e difusa, representada pelas setas menores (Fonte: VON SPERLING, 2005).	576
Figura 11.2. Estrutura SCS: primeira configuração (Fonte: adaptado de ARMITAGE et al., 1998).	621
Figura 11.3. Estrutura SEPT (Fonte: adaptado de ARMITAGE et al., 1998).	623
Figura 11.4. Seção transversal típica de um aterro controlado (Fonte: MONTEIRO et al., 2001).	625
Figura 11.5. Localização do aterro de Teresina (Fonte: GOOGLE EARTH, 2009).	626
Figura 11.6. Presença de animais e catadores no aterro de Teresina (Fonte: PIEROT, 2009).	627
Figura 11.7. Ilustração das doenças de veiculação hídrica mais conhecidas e seus vetores (FONTE: COUTO, 2008).	628
Figura 11.8. Gastos em saúde e saneamento no Brasil como percentagem do PIB. FONTE: (FGV, 2007).	629

Figura 12.1. Mapa de localização da mancha urbana de Teresina e a hidrografia existente.	645
Figura 12.2. Canal de interligação entre as lagoas.....	646
Figura 12.3. Ocupação das margens das lagoas.....	646
Figura 12.4. Sequência esquemática de restauração natural (BINDER, 1998).	650
Figura 12.5. Contraste entre trechos restaurado com intervenção parcial e não restaurado	651
Figura 12.6. Restauração do leito e margens do rio Cheonggycheon em Seoul (Coréia do Sul).	652
Figura 12.7. Faixas de preservação permanente conforme o corpo d'água (CALHEIROS, 2004).	659

TOMO 07

Figura 14.1. A Taxa de ocupação mede apenas a projeção da edificação sobre o terreno. (Fonte: Saboya, 2007).	698
Figura 14.2. A TO apenas muda com o número de pavimentos se houver elementos que se projetam para além dos limites do pavimento térreo.....	699
Figura 14.3. Parâmetros de referência para a TO.	699
Figura 14.4. Variações do número de pavimentos e da TO, mantendo o mesmo CA.	700
Figura 14.5. Praça dos Três Poderes, Brasília – DF.....	703
Figura 14.6. Maquete digital da Praça do PAC que será construída em Teresina (FONTE: Teresina, 2010).	704
Figura 14.7. Cemitério de Teresina (FONTE: Teresina, 2010).	705
Figura 14.8. Hietograma de projeto de Teresina para o tempo de retorno de 2 anos.	709
Figura 14.9. Hietograma de projeto de Teresina para o tempo de retorno de 5 anos.	710
Figura 14.10. Hietograma de projeto de Teresina para o tempo de retorno de 10 anos.	710

Figura 14.11. Hietograma de projeto de Teresina para o tempo de retorno de 25 anos.	711
Figura 14.12. Hietograma de projeto de Teresina para o tempo de retorno de 50 anos.	711
Figura 14.13. Hietograma de projeto de Teresina para o tempo de retorno de 100 anos. ..	712
Figura 14.14. Relações CN x Área Impermeável para os grupos de solo do SCS (Adaptado: SCS, 1957).....	713
Figura 14.15. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD01...	716
Figura 14.16. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD02...	716
Figura 14.17. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD03...	717
Figura 14.18. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD04...	717
Figura 14.19. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD05...	718
Figura 14.20. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD06...	718
Figura 14.21. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD07...	719
Figura 14.22. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD08...	719
Figura 14.23. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD09...	720
Figura 14.24. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD10...	720
Figura 14.25. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD11...	721
Figura 14.26. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD12...	721
Figura 14.27. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD13...	722
Figura 14.28. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD14...	722
Figura 14.29. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD15...	723
Figura 14.30. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PD16...	723
Figura 14.31. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE01. ..	724
Figura 14.32. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE02. ..	725
Figura 14.33. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE03. ..	725

Figura 14.34. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE04. ..	726
Figura 14.35. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE05. ..	726
Figura 14.36. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE06. ..	727
Figura 14.37. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE07. ..	727
Figura 14.38. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE08. ..	728
Figura 14.39. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE09. ..	728
Figura 14.40. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE10. ..	729
Figura 14.41. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE11. ..	729
Figura 14.42. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE12. ..	730
Figura 14.43. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE13. ..	730
Figura 14.44. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE14. ..	731
Figura 14.45. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE15. ..	731
Figura 14.46. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE16. ..	732
Figura 14.47. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE17. ..	732
Figura 14.48. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE18. ..	733
Figura 14.49. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE19. ..	733
Figura 14.50. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE20. ..	734
Figura 14.51. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE21. ..	734
Figura 14.52. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE22. ..	735
Figura 14.53. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE23. ..	735
Figura 14.54. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE24. ..	736
Figura 14.55. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE25. ..	736
Figura 14.56. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE26. ..	737
Figura 14.57. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE27. ..	737

Figura 14.58. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE28. ..	738
Figura 14.59. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE29. ..	738
Figura 14.60. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE30. ..	739
Figura 14.61. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE31. ..	739
Figura 14.62. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia PE32. ..	740
Figura 14.63. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P01.	741
Figura 14.64. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P02.	741
Figura 14.65. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P03.	742
Figura 14.66. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P04.	742
Figura 14.67. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P05.	743
Figura 14.68. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P06.	743
Figura 14.69. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P07.	744
Figura 14.70. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P08.	744
Figura 14.71. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P09.	745
Figura 14.72. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P10.	745
Figura 14.73. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P11.	746
Figura 14.74. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P12.	746
Figura 14.75. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P13.	747
Figura 14.76. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P14.	747
Figura 14.77. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P15.	748
Figura 14.78. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P16.	748
Figura 14.79. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P17.	749
Figura 14.80. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P18.	749
Figura 14.81. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P19.	750

Figura 14.82. Hidrogramas de projeto para o cenário de prognóstico na sub-bacia P20. 750

TOMO 08

Figura 15.1. Situação prévia e perspectiva da restauração do rio Cheonggyecheon (Seul, Coreia do Sul). 756

Figura 15.2. Biorretenção..... 758

Figura 15.3. Telhados Verdes. 759

Figura 15.4. Pavimentos Permeáveis. 760

Figura 15.5. Aproveitamento de água de chuva (Brasil, Austrália e EUA). 761

Figura 15.6. Washington, D.C. (EUA) pré(2002) e pós (2025): implementação de programa de instalação de telhados verdes em 20% das edificações (mais de 900 m²).Crédito: Casey Trees Endowment Fund. 762

Figura 15.7. Detenções em Porto Alegre. 763

Figura 15.8. Resíduo sólido urbano extraído de sistemas de drenagem (Austrália e Porto Alegre). 764

Figura 16.1. Série histórica de vazões médias diárias do ano de 1985. Fonte: HIDROWEB. . 769

Figura 16.2. Largura da plataforma de terraplenagem (Fonte: Normas do DAER – RS)..... 771

Figura 17.1. Croqui dos elementos considerados no custo das galerias retangulares..... 795

Figura 17.2. Croqui dos elementos considerados no custo das tubulações circulares. 795

Figura 17.3. Vistas em perspectiva do projeto paisagístico tipo dos reservatórios de retenção..... 802

Figura 17.4 Eficiência da Implementação Parcial de Microrreservatórios no lote (Tassi, 2002).
..... 808

Figura 17.5. Perfil longitudinal da solução convencional proposta para a sub-bacia PE01... 810

Figura 17.6. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa de dimensionamento na sub-bacia PE01. 812

Figura 17.7. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE01 considerando a alternativa convencional.	813
Figura 17.8. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE01 considerando a alternativa compensatória.....	815
Figura 17.9. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE01.	816
Figura 17.10. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE02.	819
Figura 17.11. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para dimensionamento na sub-bacia PE02.	820
Figura 17.12. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE02 – alternativa convencional.	821
Figura 17.13. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE02 – alternativa compensatória.....	823
Figura 17.14. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional para a sub-bacia PE02.	824
Figura 17.15. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE03.	826
Figura 17.16. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE03.....	827
Figura 17.17. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE03 considerando a alternativa convencional.	828
Figura 17.18. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE03 na alternativa compensatória.....	830
Figura 17.19. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE03.	832
Figura 17.20. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE04.	834

Figura 17.21. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE04.....	835
Figura 17.22. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE04 considerando a alternativa convencional.	836
Figura 17.23. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE04 na alternativa compensatória.....	838
Figura 17.24. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE04.	839
Figura 17.25. Perfil longitudinal da solução convencional proposta para a sub-bacia PE05.	841
Figura 17.26. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE05.....	843
Figura 17.27. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE05 considerando a alternativa convencional.	844
Figura 17.28. Perfil longitudinal da solução compensatória proposta para a sub-bacia PE05.	845
Figura 17.29. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa compensatória de dimensionamento na sub-bacia PE05.....	846
Figura 17.30. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE05 na alternativa compensatória.....	849
Figura 17.31. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE05.	851
Figura 17.32. Perfil longitudinal da solução convencional proposta para a sub-bacia PE06.	853
Figura 17.33. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE06.....	854
Figura 17.34. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE06 considerando a alternativa convencional.	855

Figura 17.35. Perfil longitudinal da solução compensatória proposta para a sub-bacia PE06.	856
Figura 17.36. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa compensatória de dimensionamento na sub-bacia PE06.....	857
Figura 17.37. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE06 na alternativa compensatória.....	860
Figura 17.38. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE06.	862
Figura 17.39. Perfil longitudinal da solução convencional proposta para a sub-bacia PE07 (trechos 1 a 48).....	865
Figura 17.40. Perfil longitudinal da solução convencional proposta para a sub-bacia PE07 (trechos 49 a 73).....	865
Figura 17.41. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE07.....	866
Figura 17.42. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE07 considerando a alternativa convencional.	867
Figura 17.43. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE07 na alternativa compensatória.....	871
Figura 17.44. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE07.	873
Figura 17.45. Perfil longitudinal da solução convencional proposta para a sub-bacia PE08.	875
Figura 17.46. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE08.....	876
Figura 17.47. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE08 considerando a alternativa convencional.	877

Figura 17.48. Perfil longitudinal da solução compensatória proposta para a sub-bacia PE08.	878
Figura 17.49. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa compensatória de dimensionamento na sub-bacia PE08.....	879
Figura 17.50. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE08 na alternativa compensatória.....	882
Figura 17.51. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE08.	883
Figura 17.52. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE09 (trechos 1 a 30).	886
Figura 17.53. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE09 (trechos 31 a 43).	887
Figura 17.54. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE09.....	888
Figura 17.55. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE09 considerando a alternativa convencional.	889
Figura 17.56. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE09 na alternativa compensatória.....	892
Figura 17.57. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE09 na alternativa compensatória+canais naturais.	895
Figura 17.58. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários sugeridos para a sub-bacia PE09.	896

TOMO 09

Figura 17.59. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 1 a 8 para a sub-bacia PE10.	899
---	-----

Figura 17.60. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 9 a 16 para a sub-bacia PE10.....	899
Figura 17.61. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE10.....	900
Figura 17.62. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE10 considerando a alternativa convencional.	901
Figura 17.63. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE11 – trechos 1 a 7, 17 a 19 e 31 a 35 (trecho principal).	904
Figura 17.64. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE11 – trechos 8 a 16. .	904
Figura 17.65. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE11 – trechos 20 a 27.	905
Figura 17.66. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE11.....	906
Figura 17.67. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE11 considerando a alternativa convencional.	907
Figura 17.68. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE11 na alternativa compensatória.....	910
Figura 17.69. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE11.	911
Figura 17.70. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE12.	914
Figura 17.71. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE12.....	915
Figura 17.72. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE12 considerando a alternativa convencional.	916
Figura 17.73. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE13.	918
Figura 17.74. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE13.....	920

Figura 17.75. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE13 considerando a alternativa convencional.	921
Figura 17.76. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE14.	923
Figura 17.77. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE14.....	924
Figura 17.78. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE14 considerando a alternativa convencional.	925
Figura 17.79. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE15.	928
Figura 17.80. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE15.....	929
Figura 17.81. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE15 considerando a alternativa convencional.	930
Figura 17.82. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE16.	932
Figura 17.83. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE16.....	934
Figura 17.84. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE16 considerando a alternativa convencional.	935
Figura 17.85. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE17.	937
Figura 17.86. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE17.....	938
Figura 17.87. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE17 considerando a alternativa convencional.	939
Figura 17.88. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE18.	941
Figura 17.89. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE18.....	942

Figura 17.90. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE18 considerando a alternativa convencional.	943
Figura 17.91. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE19 – trechos 1 a 8 e 15 a 17.	945
Figura 17.92. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE19 – trechos 9 a 14.	946
Figura 17.93. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE19.....	947
Figura 17.94. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE19 considerando a alternativa convencional.	948
Figura 17.95. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE20.....	950
Figura 17.96. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE20.....	952
Figura 17.97. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE20 considerando a alternativa convencional.	953
Figura 17.98. Perfil longitudinal da solução convencional proposta para a sub-bacia PE21 – trechos 1 a 8.	955
Figura 17.99. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE21 – trechos 9 a 11.	956
Figura 17.100. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE21.....	957
Figura 17.101. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE21 considerando a alternativa convencional.....	958
Figura 17.102. Perfil longitudinal da solução compensatória proposta para a sub-bacia PE21 – trechos 1 a 8.	959

Figura 17.103. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa compensatória de dimensionamento na sub-bacia PE21.....	960
Figura 17.104. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE21 na alternativa compensatória.....	961
Figura 17.105. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE21.	963
Figura 17.106. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE22.	965
Figura 17.107. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE22.....	966
Figura 17.108. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE22 considerando a alternativa convencional.....	967
Figura 17.109. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE23.	969
Figura 17.110. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE23.....	970
Figura 17.111. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE23 considerando a alternativa convencional.....	971
Figura 17.112. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE24 (trechos 1 a 11 – 19 a 20).....	973
Figura 17.113. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE24 (trechos 12 a 18).	973
Figura 17.114. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para a sub-bacia PE24.	976
Figura 17.115. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE24 considerando a alternativa canais revestidos + reservatório.	977
Figura 17.116. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE24 considerando a alternativa canais naturais + reservatório.	979

Figura 17.117. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários de concepção considerados na sub-bacia PE24.	980
Figura 17.118. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE25.	982
Figura 17.119. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE25.....	983
Figura 17.120. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE25 considerando a alternativa convencional.	984
Figura 17.121. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE26.	986
Figura 17.122. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE26.....	987
Figura 17.123. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE26 considerando a alternativa convencional.	988
Figura 17.124. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE26 na alternativa compensatória.....	990
Figura 17.125. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE26.	992
Figura 17.126. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE27.	994
Figura 17.127. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE27.....	995
Figura 17.128. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE27 considerando a alternativa convencional.	996
Figura 17.129. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE27 na alternativa compensatória.....	998
Figura 17.130. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE27.	1001
Figura 17.131. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE28.	1002

Figura 17.132. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE28.....	1003
Figura 17.133. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE28 considerando a alternativa convencional.....	1004
Figura 17.134. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE28 na alternativa compensatória.....	1006
Figura 17.135. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE28.	1008
Figura 17.136. Perfil longitudinal da solução convencional proposta para a sub-bacia PE29.	1010
Figura 17.137. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE29.....	1011
Figura 17.138. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE29 considerando a alternativa convencional.....	1012
Figura 17.139. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa compensatória de dimensionamento na sub-bacia PE29.....	1014
Figura 17.140. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE29 na alternativa compensatória.....	1015
Figura 17.141. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE29.	1018
Figura 17.142. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE31.	1020
Figura 17.143. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE31.....	1021
Figura 17.144. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE31 considerando a alternativa convencional.....	1022

Figura 17.145. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE31 na alternativa compensatória.....	1024
Figura 17.146. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE31.	1027
Figura 17.147. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE32.	1029
Figura 17.148. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE32.....	1030
Figura 17.149. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE32 considerando a alternativa convencional.....	1031

TOMO 10

Figura 17.150. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD01.	1033
Figura 17.151. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD01.	1034
Figura 17.152. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD01 considerando a alternativa convencional.....	1035
Figura 17.153. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD02.	1037
Figura 17.154. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD02.	1038
Figura 17.155. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD02 considerando a alternativa convencional.....	1039
Figura 17.156. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD02 na alternativa compensatória.....	1041
Figura 17.157. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PD02.....	1044
Figura 17.158. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD03 (trechos 1 a 27 – 40 a 41).....	1047

Figura 17.159. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD03 (trechos 28 a 39).....	1048
Figura 17.160. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD03 (trechos 42 a 60).....	1048
Figura 17.161. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD03.	1049
Figura 17.162. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD03 considerando a alternativa convencional.	1050
Figura 17.163. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD03 na alternativa compensatória.....	1052
Figura 17.164. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PD03.....	1056
Figura 17.165. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD04.	1058
Figura 17.166. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD04.	1059
Figura 17.167. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD04 considerando a alternativa convencional.	1060
Figura 17.168. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD05.	1062
Figura 17.169. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD05.	1063
Figura 17.170. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD05 considerando a alternativa convencional.	1064
Figura 17.171. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD05 na alternativa compensatória.....	1066
Figura 17.172. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PD05.....	1068

Figura 17.173. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD06.	1071
Figura 17.174. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD06.	1072
Figura 17.175. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD06 considerando a alternativa convencional.	1073
Figura 17.176. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD07- trecho 1 a 37.	1077
Figura 17.177. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD07 – trecho 38 a 71.	1077
Figura 17.178. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD07.	1079
Figura 17.179. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD07 considerando a alternativa convencional.	1080
Figura 17.180. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD07 na alternativa compensatória.	1085
Figura 17.181. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PD07.	1086
Figura 17.182. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD08.	1088
Figura 17.183. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD08.	1089
Figura 17.184. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD08 considerando a alternativa convencional.	1090
Figura 17.185. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD08 na alternativa compensatória.	1093
Figura 17.186. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PD08.	1094

Figura 17.187. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD09.	1096
Figura 17.188. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD09.	1097
Figura 17.189. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD09 considerando a alternativa convencional.	1098
Figura 17.190. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD10 nos trechos 1 a 5.	1100
Figura 17.191. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD10 nos trechos 6 a 11.	1101
Figura 17.192. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD10.	1102
Figura 17.193. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD10 considerando a alternativa convencional.	1103
Figura 17.194. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD11.	1108
Figura 17.195. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa I de dimensionamento na sub-bacia PD11.	1109
Figura 17.196. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD11 considerando a alternativa I.	1110
Figura 17.197. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD11 considerando a alternativa II.	1115
Figura 17.198. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) das alternativas I e II na sub-bacia PD11.	1116
Figura 17.199. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD12.	1118
Figura 17.200. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD12.	1119

Figura 17.201. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD12 considerando a alternativa convencional.....	1120
Figura 17.202. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD12 na alternativa compensatória.....	1122
Figura 17.203. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PD12.....	1124
Figura 17.204. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD13.	1126
Figura 17.205. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD13.....	1127
Figura 17.206. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD13 considerando a alternativa convencional.....	1128
Figura 17.207. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD13 na alternativa compensatória.....	1130
Figura 17.208. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PD13.....	1132
Figura 17.209. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD14.	1134
Figura 17.210. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD14.....	1135
Figura 17.211. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD14 considerando a alternativa convencional.....	1136
Figura 17.212. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD14 na alternativa compensatória.....	1138
Figura 17.213. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PD14.....	1140
Figura 17.214. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD15.	1143

Figura 17.215. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD15.....	1144
Figura 17.216. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD15 considerando a alternativa convencional.....	1145
Figura 17.217. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD15 na alternativa compensatória.....	1147
Figura 17.218. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PD15.....	1149
Figura 17.219. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PD16.	1151
Figura 17.220. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PD16.	1152
Figura 17.221. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD16 considerando a alternativa convencional.....	1153
Figura 17.222. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PD16 na alternativa compensatória.....	1155
Figura 17.223. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PD16.....	1157

TOMO 11

Figura 17.224. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 1 a 19 da sub-bacia P01.	1161
Figura 17.225. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 51 a 39 da sub-bacia P01.	1162
Figura 17.226. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 40 a 50 da sub-bacia P01.	1162
Figura 17.227. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P01.	1163

Figura 17.228. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P01 considerando a alternativa convencional.	1164
Figura 17.229. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P01 na alternativa compensatória.....	1166
Figura 17.230. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P01.	1169
Figura 17.231. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia P02.	1172
Figura 17.232. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P02.	1173
Figura 17.233. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P02 considerando a alternativa convencional.	1174
Figura 17.234. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P02 na alternativa compensatória.....	1177
Figura 17.235. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P02.	1179
Figura 17.236. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 1 a 30 para a sub-bacia P03.....	1182
Figura 17.237. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 31 a 43 para a sub-bacia P03.....	1182
Figura 17.238. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P03.	1183
Figura 17.239. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P03 considerando a alternativa convencional.	1184
Figura 17.240. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P03 na alternativa compensatória.....	1187

Figura 17.241. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P03.	1189
Figura 17.242. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 1 a 8 para a sub-bacia P04.	1191
Figura 17.243. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 9 a 18 para a sub-bacia P04.	1192
Figura 17.244. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P04.	1193
Figura 17.245. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P04 considerando a alternativa convencional.	1194
Figura 17.246. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia P05.	1197
Figura 17.247. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P05.	1198
Figura 17.248. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P05 considerando a alternativa convencional.	1199
Figura 17.249. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P05 na alternativa compensatória.	1201
Figura 17.250. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P05.	1204
Figura 17.251. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia P06.	1206
Figura 17.252. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P06.	1207
Figura 17.253. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P06 considerando a alternativa convencional.	1208
Figura 17.254. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P06 na alternativa compensatória.	1211

Figura 17.255. Comparação das vazões de pico nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P06.	1212
Figura 17.256. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 1 a 29 para a sub-bacia P07.....	1215
Figura 17.257. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 30 a 37 para a sub-bacia P07.....	1216
Figura 17.258. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 38 a 47 para a sub-bacia P07.....	1216
Figura 17.259. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P07.	1217
Figura 17.260. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P07 considerando a alternativa convencional.	1218
Figura 17.261. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P07 na alternativa compensatória.....	1221
Figura 17.262. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P07.	1223
Figura 17.263. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 1 a 27 para a sub-bacia P08.....	1226
Figura 17.264. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 28 a 45 para a sub-bacia P08.....	1226
Figura 17.265. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P08.....	1227
Figura 17.266. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P08 considerando a alternativa convencional.	1228
Figura 17.267. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P08 na alternativa compensatória.....	1230

Figura 17.268. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P08.	1233
Figura 17.269. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia P09 (trechos 1 a 9)... ..	1236
Figura 17.270. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia P09 (trechos 12 a 39).	1236
Figura 17.271. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia P09 (trechos 40 a 49).	1237
Figura 17.272. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P09.	1238
Figura 17.273. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P09 considerando a alternativa convencional.	1239
Figura 17.274. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P09 na alternativa compensatória.....	1241
Figura 17.275. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P09.	1244
Figura 17.276. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia P10.	1246
Figura 17.277. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P10.	1247
Figura 17.278. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P10 considerando a alternativa convencional.	1248
Figura 17.279. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P10 na alternativa compensatória.....	1250
Figura 17.280. Comparação das vazões de pico ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P10.	1252
Figura 17.281. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia P11.	1254

Figura 17.282. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P11.	1255
Figura 17.283. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P11 considerando a alternativa convencional.	1256
Figura 17.284. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P11 na alternativa compensatória.....	1258
Figura 17.285. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P11.	1260
Figura 17.286. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia P12.	1262
Figura 17.287. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P12.	1263
Figura 17.288. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P12 considerando a alternativa convencional.	1264
Figura 17.289. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia P13 (trechos 1 a 8)...	1266
Figura 17.290. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia P13 (trechos 9 a 14).	1267
Figura 17.291. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P13.	1268
Figura 17.292. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P13 considerando a alternativa convencional.	1269
Figura 17.293. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia P14 (trechos 1 a 7)...	1271
Figura 17.294. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia P14 (trechos 8 a 11).	1272
Figura 17.295. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P14.	1273
Figura 17.296. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P14 considerando a alternativa convencional.	1274
Figura 17.297. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia P15.	1276

Figura 17.298. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P15.	1277
Figura 17.299. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P15 considerando a alternativa convencional.	1278
Figura 17.300. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia P17 (trechos 1 a 15, 29 a 42).	1281
Figura 17.301. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia P17 (trechos 16 a 28).	1282
Figura 17.302. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P17.	1283
Figura 17.303. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P17 considerando a alternativa convencional.	1284
Figura 17.304. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P17 na alternativa compensatória.....	1287
Figura 17.305. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P17.	1288
Figura 17.306. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia P18.	1290
Figura 17.307. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P18.	1291
Figura 17.308. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P18 considerando a alternativa convencional.	1292
Figura 17.309. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P18 na alternativa compensatória.....	1294
Figura 17.310. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P18.	1295
Figura 17.311. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia P19.	1298

Figura 17.312. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P19.	1299
Figura 17.313. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P19 considerando a alternativa convencional.	1300
Figura 17.314. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P19 na alternativa compensatória.....	1303
Figura 17.315. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P19.	1304
Figura 17.316. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia P20.	1307
Figura 17.317. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P20 considerando a alternativa convencional.	1308
Figura 17.318. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia P20 na alternativa compensatória.....	1311
Figura 17.319. Comparação das vazões de pico ($m^3.s^{-1}$) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia P20.	1312

TOMO 12

Figura 18.1. Estrutura da Gestão Integrada (Adaptado de Tucci, 2005).	1315
Figura 18.2. Estrutura dos componentes da Gestão Integrada urbana (Adaptado de Tucci, 2005).	1317
Figura 18.3. Relações entre os sistemas das águas urbanas.	1321
Figura 18.4. Visão integrada (TUCCI, 2005).	1324
Figura 18.5. Interface entre os Planos da cidade e o Plano Diretor de Drenagem Urbana.	1325
Figura 19.1. Organograma de uma SDU.	1346
Figura 19.2. Organograma da SEMPLAN.	1348

Figura 19.3. Organograma do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Fonte: www.ibama.gov.br).....	1354
Figura 19.4. Interação entre os componentes dos serviços da drenagem.	1368
Figura 19.5. Trâmite da análise de projeto.	1370
Figura 20.1. Impactos e Controles (TUCCI & MELLER, 2007).	1387
Figura 21.1. Atores da Gestão da Drenagem Urbana que atuam na política de drenagem urbana estabelecida pela legislação.	1401

LISTA DE QUADROS

TOMO 01

Quadro 2.1. Conversão entre os tipos de solos da Classificação Brasileira e os tipos de Solos definidos pelos grupos do SCS (Adaptado de Sartori et al, 2006).	22
---	----

TOMO 03

Quadro 3.1. Volumes de armazenamento de água do Centro de Reservação Parque Piauí.	259
--	-----

TOMO 04

Quadro 5.1. Disponibilidade de dados fluviométricos nos trechos de interesse dos rios Parnaíba e Poti.	279
Quadro 5.2. Características fisiográficas das bacias dos rios Parnaíba e Poti nos trechos de interesse.	280
Quadro 5.3. Resumo estatístico das séries de vazões.	307
Quadro 5.4. Defasagens entre os picos das cotas médias diárias para os eventos selecionados.	311
Quadro 5.5. Séries de vazões máximas médias diárias do Parnaíba em Teresina (34690000) e do rio Poti em fazenda cantinho (34790000 e 34789000).	317
Quadro 5.6. Vazões e cotas máximas do rio Parnaíba em Teresina (34690000).	321
Quadro 5.7. Vazões e cotas máximas do rio Poti em Fazenda Cantinho (34790000 e 34789000).	322
Quadro 6.1. Legislação Municipal de Teresina inventariada.	325
Quadro 6.2. Legislação Estadual do Piauí inventariada.	332
Quadro 6.3. Legislação Federal relacionada aos recursos hídricos e drenagem urbana.	333
Quadro 6.4. Legislação e as principais finalidades dos principais órgãos da Prefeitura Municipal de Teresina.	334

Quadro 6.5. Conselhos existentes na organização institucional de Teresina.....	341
Quadro 6.6. Tarifas adotadas pela Agespisa com vigência a partir de 01/04/2009.	355

TOMO 05

Quadro 7.1. Estações meteorológicas na cidade de Teresina.	370
Quadro 7.2. Resumo das ocorrências de precipitações médias, máximas e mínimas em Teresina.	372
Quadro 7.3. Resultados do balanço hídrico para Teresina.	380
Quadro 7.4. Postos pluviométricos da cidade de Teresina (ANA, 2010).	384
Quadro 7.5. Coeficientes para desagregação de chuvas: relações entre durações para Teresina (Fonte: PMT, 2005).	384
Quadro 7.6. Chuvas mínimas para cada duração segundo diversos autores.	385
Quadro 7.7. Intensidades das chuvas máximas (mm/h), segundo tempos de retorno e durações, calculadas pelo método de Gumbel para cidade de Teresina: período de 1914 a 2009.....	390
Quadro 7.8. Intensidades das chuvas máximas (mm/h), segundo tempos de retorno e durações, calculadas pela equação IDF (eq. 11), obtida com dados de pluviômetro do período de 1914 a 2009.	392
Quadro 8.1. Valores do parâmetro tempo de concentração por sub-bacia de drenagem. ..	405
Quadro 8.2. Valores médios do parâmetro CN por sub-bacia de drenagem.	415
Quadro 9.1. Precipitação anual, dias com chuva e famílias desabrigadas em Teresina, referente ao período de 1995 a 2004.	517
Quadro 9.2 Identificação das seções transversais do levantamento topográfico no rio Parnaíba.....	527
Quadro 9.3 Identificação das seções transversais do levantamento topográfico no rio Poti.	528

TOMO 06

Quadro 10.1. Erosividade R calculada para Teresina.	569
Quadro 10.2. Tipos de solo ocorrentes na área de estudo e respectivo fator K adotado.....	570
Quadro 10.3. Uso e ocupação ocorrentes na área de estudo e respectivo fator C adotado.	570
Quadro 10.4. Classificação dos graus de suscetibilidade à erosão laminar hídrica.	571
Quadro 11.1. Origem e natureza dos poluentes.	577
Quadro 11.2. Parâmetros de qualidade – montante da ETE Pirajá.	583
Quadro 11.3. Parâmetros de qualidade – jusante da ETE Pirajá.	584
Quadro 11.4. Parâmetros de qualidade – montante da ETE Alegria.	585
Quadro 11.5. Parâmetros de qualidade – jusante da ETE Alegria.	586
Quadro 11.6. Parâmetros de qualidade – montante da ETE Leste.	588
Quadro 11.7. Parâmetros de qualidade – jusante da ETE Leste.	589
Quadro 11.8. Tipos de poluentes em relação a sua incidência no meio e seus parâmetros associados.	590
Quadro 11.9. Identificação e localização dos pontos propostos para monitoramento.	594
Quadro 11.10. Parâmetros e pesos relativos para o cálculo do IQA.	602
Quadro 11.11. Faixas de qualidade da água para o IQA proposto pelo NSF.	602
Quadro 11.12. Limites de alguns parâmetros para cada classe da Resolução Conama Nº 357/05.	603
Quadro 11.13. Tonelagem de resíduos obtidos nas atividades de limpeza pública.	606
Quadro 11.14. Resumo dos resultados de estudos de quantificação de resíduos na drenagem urbana.	609
Quadro 11.15. Estimativa da quantidade de resíduos que atingem o exutório das sub-bacias urbanas de Teresina.	610

Quadro 11.16. Estimativa da quantidade de resíduos nas ruas e redes de drenagem das sub-bacias urbanas de Teresina.	613
Quadro 11.17. Casos de dengue em Teresina – Ano 2007.	631
Quadro 11.18. Casos de dengue em Teresina – Ano 2008.	634
Quadro 11.19. Casos de dengue em Teresina – Ano 2009.	637
Quadro 11.20. Casos de dengue em Teresina – Ano 2010.	640
Quadro 11.21. Casos de hepatite em Teresina – Ano 2005 e 2006.	643
Quadro 12.1. Ferramentas de inclusão participativa e divulgação.	655

TOMO 07

Quadro 14.1. Legislação Municipal de Teresina inventariada.	684
Quadro 14.2. População, densidade populacional e crescimento de Teresina (FONTE: IBGE, 2010 e Teresina, 2010).	692
Quadro 14.3. Taxa de Ocupação e Coeficiente de Aproveitamento para cada Zona prevista no Plano de Desenvolvimento Sustentável – Teresina Agenda 2015.	701
Quadro 14.4. Taxa de Ocupação e Coeficiente de Aproveitamento para cada Zona prevista no Plano de Desenvolvimento Sustentável – Teresina Agenda 2015.	702
Quadro 14.5. Valores do parâmetro tempo de concentração por sub-bacia de drenagem para o cenário de prognóstico.	707
Quadro 14.6. Valores médios do parâmetro CN por sub-bacia de drenagem para o cenário de prognóstico.	714

TOMO 08

Quadro 15.1. Medidas estruturais e suas características.	752
Quadro 16.1. Composição dos custos por m3 de dique construído. Fonte dos custos: SINAPI.	773

Quadro 16.2. Cotas do terreno e de alagamento para diferentes TR ao longo do dique proposto na Av. Henry Wall de Carvalho.	774
Quadro 16.3. Cotas do terreno e de alagamento para diferentes TR ao longo do dique proposto na Av. Maranhão.	775
Quadro 16.4. Cotas do terreno e de alagamento para diferentes TR ao longo do dique proposto da Boa Esperança.....	778
Quadro 16.5. Cotas do terreno e de alagamento para diferentes TR ao longo do dique proposto Mocambinho.....	780
Quadro 16.6. Cotas do terreno e de alagamento para diferentes TR ao longo do dique proposto Poti Direita (medidas em metros).	783
Quadro 16.7. Volumes e vazões máximas de bombeamento em caso de implantação dos diques sugeridos.....	789
Quadro 17.1. Composição do custo de tubulações circulares (por metro linear).....	796
Quadro 17.2. Composição do custo de galerias retangulares in loco (por metro linear).....	798
Quadro 17.3. Composição do custo de reservatórios de detenção gramados (por m ³).	803
Quadro 17.4. Custos de limpeza para Bacias de Detenção (DEP, 2012).....	805
Quadro 17.5. Custos de limpeza de Galerias (DEP, 2012).	805
Quadro 17.6. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE01.	811
Quadro 17.7. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória de dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE01.....	814
Quadro 17.8. Características dos reservatórios de detenção da sub-bacia PE01.	814
Quadro 17.9. Características e resultados da simulação para a alternativa convencional na sub-bacia PE02.	818
Quadro 17.10. Características e resultados da simulação para a alternativa compensatória de dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE02.	822

Quadro 17.11. Características do reservatório de retenção da sub-bacia PE02.....	822
Quadro 17.12. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE03.	825
Quadro 17.13. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE03.	829
Quadro 17.14. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE03 (alternativa compensatória).	831
Quadro 17.15. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE04.	833
Quadro 17.16. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE04.	837
Quadro 17.17. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE04.	837
Quadro 17.18. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE05.	840
Quadro 17.19. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE05.	847
Quadro 17.20. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE05.	848
Quadro 17.21. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE06.	851
Quadro 17.22. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE06.	858
Quadro 17.23. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE06.	859
Quadro 17.24. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE07.	862
Quadro 17.25. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE07.	868

Quadro 17.26. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE07.	870
Quadro 17.27. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE08.	874
Quadro 17.28. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE08.	880
Quadro 17.29. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE08.	881
Quadro 17.30. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE09.	885
Quadro 17.31. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE09.	890
Quadro 17.32. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE09 (alternativa compensatória).	891
Quadro 17.33. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória + canais naturais da sub-bacia PE09.	893
Quadro 17.34. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE09 (alternativa compensatória + canais naturais).	894

TOMO 09

Quadro 17.35. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE10.	898
Quadro 17.36. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE11.	902
Quadro 17.37. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE11.	908
Quadro 17.38. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE11.	909
Quadro 17.39. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE12.	912

Quadro 17.40. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE13.	917
Quadro 17.41. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE14.	922
Quadro 17.42. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE15.	926
Quadro 17.43. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE16.	931
Quadro 17.44. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE17.	936
Quadro 17.45. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE18.	940
Quadro 17.46. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE19.	944
Quadro 17.47. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE20.	949
Quadro 17.48. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE21.	954
Quadro 17.49. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE21.	962
Quadro 17.50. Características do reservatório de detenção da sub-bacia PE21.....	962
Quadro 17.51. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE22.	964
Quadro 17.52. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE23.	968

Quadro 17.53 Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa com canal revestido em concreto da sub-bacia PE24.	974
Quadro 17.54. Características do reservatório da sub-bacia PE24.....	975
Quadro 17.55 Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa com canal natural da sub-bacia PE24.	978
Quadro 17.56. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE25.	981
Quadro 17.57. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE26.	985
Quadro 17.58. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE26.	991
Quadro 17.59. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE26.	991
Quadro 17.60. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE27.	993
Quadro 17.61. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE27.	999
Quadro 17.62. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE27.	999
Quadro 17.63. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE28.	1001
Quadro 17.64. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE28.	1007
Quadro 17.65. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE28.	1007
Quadro 17.66. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE29.	1009
Quadro 17.67. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE29.	1016

Quadro 17.68. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE29.	1016
Quadro 17.69. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE31.	1018
Quadro 17.70. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE31.	1025
Quadro 17.71. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE31.	1026
Quadro 17.72. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE32.	1028

TOMO 10

Quadro 17.73. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD01.....	1032
Quadro 17.74. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD02.....	1036
Quadro 17.75. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PD02.....	1042
Quadro 17.76. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PD02.....	1042
Quadro 17.77. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD03.....	1045
Quadro 17.78. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PD03.....	1053
Quadro 17.79. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PD03.....	1054
Quadro 17.80. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD04.....	1057
Quadro 17.81. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD05.....	1061

Quadro 17.82. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PD05.....	1067
Quadro 17.83. Características dos reservatórios de detenção da sub-bacia PD05.....	1067
Quadro 17.84. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD06.....	1069
Quadro 17.85. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD07.....	1074
Quadro 17.86. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PD07.....	1081
Quadro 17.87. Características dos reservatórios de detenção da sub-bacia PD07.....	1083
Quadro 17.88. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD08.....	1087
Quadro 17.89. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PD08.....	1091
Quadro 17.90. Características dos reservatórios de detenção da sub-bacia PD08.....	1091
Quadro 17.91. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD09.....	1095
Quadro 17.92. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD10.....	1100
Quadro 17.93. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa I da sub-bacia PD11.....	1105
Quadro 17.94. Características dos reservatórios de detenção da sub-bacia PD11 – alternativa I.....	1107
Quadro 17.95. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa II da sub-bacia PD11.....	1111

Quadro 17.96. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PD11 – alternativa II.....	1113
Quadro 17.97. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD12.....	1117
Quadro 17.98. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PD12.....	1123
Quadro 17.99. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PD12.....	1123
Quadro 17.100. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD13.....	1125
Quadro 17.101. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PD13.....	1131
Quadro 17.102. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PD13.....	1131
Quadro 17.103. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD14.....	1133
Quadro 17.104. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PD14.....	1139
Quadro 17.105. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PD14.....	1139
Quadro 17.106. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD15.....	1142
Quadro 17.107. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PD15.....	1148
Quadro 17.108. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PD15.....	1148
Quadro 17.109. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PD16.....	1150
Quadro 17.110. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PD16.....	1156

Quadro 17.111. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PD16. 1156

TOMO 11

Quadro 17.112. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P01. 1159

Quadro 17.113. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P01. 1167

Quadro 17.114. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia P01. 1168

Quadro 17.115. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P02. 1170

Quadro 17.116. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P02. 1175

Quadro 17.117. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia P02. 1178

Quadro 17.118. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P03. 1180

Quadro 17.119. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P03. 1185

Quadro 17.120. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia P03. 1188

Quadro 17.121. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P04. 1190

Quadro 17.122. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P05. 1195

Quadro 17.123. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P05. 1202

Quadro 17.124. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia P05. 1203

Quadro 17.125. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P06.	1205
Quadro 17.126. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P06.	1209
Quadro 17.127. Características do reservatório de detenção da sub-bacia P06.	1210
Quadro 17.128. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P07.	1213
Quadro 17.129. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P07.	1219
Quadro 17.130. Características dos reservatórios de detenção da sub-bacia P07.	1222
Quadro 17.131. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P08.	1224
Quadro 17.132. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P08.	1231
Quadro 17.133. Características dos reservatórios de detenção da sub-bacia P08.	1232
Quadro 17.134. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P09.	1234
Quadro 17.135. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P09.	1242
Quadro 17.136. Características dos reservatórios de detenção da sub-bacia P09.	1243
Quadro 17.137. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P10.	1245
Quadro 17.138. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P10.	1249
Quadro 17.139. Características dos reservatórios de detenção da sub-bacia P10.	1251

Quadro 17.140. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P11.	1253
Quadro 17.141. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P11.	1257
Quadro 17.142. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia P11.	1259
Quadro 17.143. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P12.	1261
Quadro 17.144. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P13.	1266
Quadro 17.145. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P14.	1270
Quadro 17.146. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P15.	1276
Quadro 17.147. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P17.	1280
Quadro 17.148. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P17.	1285
Quadro 17.149. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia P17.	1286
Quadro 17.150. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P18.	1289
Quadro 17.151. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P18.	1293
Quadro 17.152. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia P18.	1293
Quadro 17.153. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P19.	1296

Quadro 17.154. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P19.	1301
Quadro 17.155. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia P19.	1302
Quadro 17.156. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia P20.	1305
Quadro 17.157. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P20.	1309
Quadro 17.158. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia P20.	1309

TOMO 12

Quadro 18.1. Espaço de gestão das águas urbanas.	1319
Quadro 18.2. Características dos Planos na cidade.	1326
Quadro 19.1. Legislação Municipal de Teresina inventariada.	1327
Quadro 19.2. Legislação Estadual do Piauí inventariada.	1334
Quadro 19.3. Legislação Federal relacionada aos recursos hídricos e drenagem urbana. .	1335
Quadro 19.4. Legislação e as principais finalidades dos principais órgãos da Prefeitura Municipal de Teresina.	1336
Quadro 19.5. Conselhos existentes na organização institucional de Teresina.....	1342
Quadro 19.6. Tarifas adotadas pela Agespisa com vigência a partir de 01/04/2009.	1358
Quadro 19.7. Cargos em comissão e funções gratificadas da Agência Municipal de Regulação de Serviços Públicos de Teresina (Arsete) segundo Lei Municipal 3.825/08.....	1376
Quadro 20.1. Fases da Drenagem urbana em países desenvolvidos.....	1384
Quadro 20.2. Processos de regulação na drenagem urbana.	1385
Quadro 20.3. Impactos e regulamentação sobre o escoamento pluvial (TUCCI & MELLER, 2007).....	1387

Quadro 20.4. Exemplos de regulação para a vazão máxima da drenagem urbana em alguns países.....	1394
Quadro 20.5. Critérios para o dimensionamento dos volumes das estruturas de tratamento do escoamento.....	1395
Quadro 21.1. Valores do coeficiente de escoamento para áreas permeáveis (Cp).	1411
Quadro 21.2. Densidade mínima de estações pluviométricas (WMO, 1994).	1431
Quadro 21.3. Densidade mínima de estações pluviométricas (WMO, 1994).	1435

LISTA DE ANEXOS

TOMO 13

Anexo 1. Relevo de Teresina (Fonte: SRTM).	1470
Anexo 2. Mapa de declividades de Teresina.	1472
Anexo 3. Imagem de satélite IKONOS de 2005.	1474
Anexo 4. Imagem de satélite IKONOS de 2007.	1476
Anexo 5. Mapa de divisão de bairros de Teresina.	1478
Anexo 6. Mapa de densidade populacional da área urbana de Teresina.	1480
Anexo 7. Mapa de densidade habitacional da área urbana de Teresina.	1482
Anexo 8. Mapa de uso do solo na área urbana de Teresina.	1484
Anexo 9. Mapa de tipos de solo segundo o SiBCS.	1486
Anexo 10. Mapa de tipos hidrológicos de solo segundo o SCS.	1488
Anexo 11. Mapa do parâmetro CN para as sub-bacias de drenagem urbana de Teresina.	1490
Anexo 12. Mapa de delimitação das sub-bacias de drenagem urbana de Teresina.	1492
Anexo 13. Mapa de áreas sujeitas a alagamentos e inundações.	1494
Anexo 14. Mapa de áreas atendidas por rede de esgotamento sanitário em Teresina (Fonte: Agespisa).	1496
Anexo 15. Mapa de localização das seções transversais levantadas nos rios Parnaíba e Poti.	1498
Anexo 16. Perfis transversais das seções no rio Parnaíba.	1500
Anexo 17. Perfis transversais das seções no rio Poti.	1505
Anexo 18. Perfis longitudinais dos rios Poti e Parnaíba na área urbana de Teresina.	1509

TOMO 14

Anexo 19. Mapa de localização dos trechos da rede de drenagem cadastrados.	1511
Anexo 20. Pranchas de cadastro de sistema de drenagem de Teresina.....	1513
Anexo 21. Listagem dos pontos levantados.	1523
Anexo 22. Relatório Fotográfico dos levantamentos do sistema de drenagem.....	1532
Anexo 23. Cadastro Digital – Banco de Dados (CD)	1631
Anexo 24. Desenhos e imagem dos trechos de interesse.	1632
Anexo 25. Relações cota x descarga revisadas.	1635
Anexo 26. Limnigramas e hidrogramas das séries preenchidas.	1660
Anexo 27. Mapa de solos – Bacia do rio Parnaíba.	1673
Anexo 28. Divisão administrativa de Teresina – região atendida por cada SDU.	1675
Anexo 29. Mapa de discretização do sistema de drenagem urbana de Teresina.	1677
Anexo 30. Mapa de fração de áreas impermeáveis nas sub-bacias de drenagem urbana de Teresina.	1679
Anexo 31. Inventário de riscos geológicos.	1681
Anexo 32. Mapa Geológico das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luis. (baseado em LIMA & LEITE, 1978).	1683
Anexo 33. Estimativa de perda de solo por sub-bacia.	1685
Anexo 34. Pontos propostos para o monitoramento de qualidade.	1687
Anexo 35. Relação entre valor da característica e qualidade relativa para o cálculo do IQA.	1689

TOMO 15

Anexo 36. Quantificação de resíduos que atinge o exutório das sub-bacias urbanas de Teresina.	1698
--	------

Anexo 37. Quantificação de resíduos nas ruas e redes de drenagem por sub-bacia urbana de Teresina.....	1700
Anexo 38. Dados de monitoramento da Agespisa (jan/2009 a ago/2010).....	1702
Anexo 39. Mapa de Zoneamento de Teresina, segundo a Lei Complementar No 3.560. ...	1712
Anexo 40. Mapa da Taxa de Ocupação (%) por zona de Teresina.	1714
Anexo 41. Mapa da impermeabilidade média (%) por zona de Teresina - prognóstico.....	1716
Anexo 42. Mapa da área impermeável média (%) por sub-bacia de Teresina - prognóstico.	1718
Anexo 43. Mapa do parâmetro CN por sub-bacia de Teresina - prognóstico.	1720
Anexo 44. Principais estruturas contra enchente em Teresina.	1722
Anexo 45. Sistema de diques proposto para Teresina.....	1724
Anexo 46. Perfil longitudinal do Dique Henry Wall de Carvalho.	1726
Anexo 47. Perfil longitudinal do Dique da Av. Maranhão.....	1728
Anexo 48. Perfil longitudinal do Dique da Boa Esperança.	1730
Anexo 49. Perfil longitudinal do Dique Mocambinho.....	1732
Anexo 50. Perfil longitudinal do Dique Poti Direita.	1735
Anexo 51. Manchas de inundação ribeirinha para os TR de 5, 10, 25, 50 e 100 anos.	1739
Anexo 52. Proposta de zoneamento contra inundações ribeirinhas em Teresina.....	1745
Anexo 53. Rede pluviográfica proposta.	1747
Anexo 54. Prioridade das obras nas sub-bacias de drenagem de Teresina.....	1749

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGESPISA	Águas e Esgoto do Piauí S/A
ANA	Agência Nacional de Águas
ASTER	<i>Advanced Spaceborne Thermal Emission Reflection Radiometer</i>
BIRD	Banco Interamericano para Reconstrução e Desenvolvimento
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CHESF	Companhia Hidroelétrica do São Francisco
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DMAE	Departamento Municipal de Água e Esgoto de Porto Alegre
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
MDE	Modelo Digital de Elevação
MNT	Modelo Numérico do Terreno
NSF	<i>National Sanitation Foundation</i>
PDDrU	Plano Diretor de Drenagem Urbana
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PMT	Prefeitura Municipal de Teresina
SCS	<i>Soil Conservation Service</i>
SDU	Superintendência de Desenvolvimento Urbano

SEMPPLAN	Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>

1 ASPECTOS GERAIS

A crescente urbanização das cidades brasileiras observada nas últimas décadas tem sido acompanhada por grandes problemas relacionados a praticamente todos os aspectos da infraestrutura: transporte, habitação, abastecimento, dentre outros. A drenagem pluvial não é exceção: com a urbanização, vem a impermeabilização e uma parcela de água que infiltrava no solo passa a compor o escoamento superficial, com aumento dos volumes escoados e das vazões de pico, ao mesmo tempo em que o tempo de concentração se reduz, o que faz com que os hidrogramas de cheias se tornem mais críticos. Essas alterações provocam um aumento na frequência e gravidade das inundações, ao mesmo tempo em que ocorre a deterioração da qualidade da água.

A prática tradicional em projetos de drenagem urbana para evitar os alagamentos dentro da cidade tem sido a de soluções localizadas, buscando a rápida evacuação das águas para longe dos centros de geração do escoamento. Essa prática mostra-se insuficiente, além de apresentar altos custos. O projeto de drenagem é realizado, na maioria das vezes, procurando resolver um problema pontual, não identificando os impactos que essa solução pode gerar nas regiões a jusante. Muitas vezes, uma alternativa pode ser aparentemente razoável quando pensada e planejada isoladamente, mas inviável ou ineficiente quando o conjunto da bacia é considerado. As soluções localizadas resolvem o problema da cheia em uma área, mas o transferem para jusante, exigindo, assim, o redimensionamento da rede de drenagem de jusante e resultando em custos cada vez mais elevados devido às dimensões das novas estruturas.

Para resolver este problema, novas soluções têm sido pensadas e estudadas, procurando favorecer o controle na fonte, através de uma abordagem compensatória, ou ambientalista. As soluções compensatórias de drenagem, agindo em conjunto com as estruturas convencionais, buscam compensar os efeitos da urbanização. Dessa forma, os princípios de controle passam a priorizar o planejamento do conjunto da bacia, evitando a

transferência dos impactos para jusante, através da utilização de dispositivos de infiltração, detenção e retenção.

Os Planos Diretores de Drenagem Urbana tentam traduzir esses conceitos compensatórios buscando sua implementação nos centros urbanos. O Plano Diretor de Drenagem Urbana tem o objetivo de criar os mecanismos de gestão da infraestrutura urbana relacionados com o escoamento das águas pluviais e dos rios na área urbana. Busca planejar a distribuição da água no tempo e no espaço, com base na tendência de ocupação urbana compatibilizando esse desenvolvimento e a infraestrutura para evitar prejuízos econômicos e ambientais. Também procura controlar a ocupação de áreas de risco de inundação através de restrições nas áreas de alto risco, além de propiciar as condições para convivência com as enchentes nas áreas de baixo risco.

Inicialmente, são descritas as características principais do contrato, a área de abrangência dos trabalhos, os objetivos e o escopo dos estudos, bem como o conteúdo do presente Relatório.

1.1 Principais Características do Contrato

O Relatório que segue está de acordo com os ditames da Proposta Técnica apresentada pela CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A., em atendimento à SDP N° 001/2009, promovida pela Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação SEMPLAN para execução dos serviços de Elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de Teresina, no âmbito do Programa Lagoas do Norte, e do Plano de Trabalho Consolidado aprovado. O contrato do serviço que a rege foi protocolado como Contrato N° 04/2010 entre as partes mencionadas.

As atividades básicas a serem desenvolvidas para execução do PDDrU estão divididas em 3 etapas:

Etapas 1: realização dos serviços de campo, levantamento de dados, análise de estudos e projetos existentes;

Etapa 2: elaboração dos estudos hidrológicos e hidráulicos básicos, incluindo diagnóstico da situação atual das redes de drenagem diante da atual urbanização, e o prognóstico das condições das redes de drenagem para as condições futuras de urbanização;

Etapa 3: serão realizados paralelamente:

- a) detalhamento das medidas estruturais, ou seja, estruturas em nível de gestão dos sistemas de drenagem para as condições futuras de urbanização e;
- b) análise de medidas não estruturais e de melhorias da gestão da infraestrutura urbana relacionada com as águas pluviais.

1.2 Identificação da Área de Abrangência do Trabalho

A partir da observação do material cartográfico disponível para a região de interesse do estudo, referenciada às informações obtidas com a coleta e sistematização de dados existentes, foi estabelecida a área de abrangência do trabalho. Para sua delimitação, o perímetro urbano foi definido em conformidade com a Lei nº 3.559, de 20 de outubro de 2006, e as bacias hidrográficas foram definidas conforme a topografia disponibilizada.

A área do presente estudo corresponde às sub-bacias de drenagem urbana de Teresina, apresentada e discutida ao longo deste relatório.

1.3 Resumo deste Relatório

O presente Relatório Final tem por finalidade apresentar à Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação – SEMPLAN resultados consolidados de todas as atividades realizadas ao longo dos serviços para elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina. Em vista do grande volume de informações geradas, o Relatório Final do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina está dividido em 15 tomos.

Os tomos 01 a 04 contemplam as atividades relativas à *Etapa 1- Coleta de Dados e Informações Básicas*, abordando a caracterização por sub-bacia de drenagem da área urbana

de Teresina, área de trabalho do presente estudo, consolidada através de mapas de uso do solo e de tipo de solo, dentre outros, e da identificação de características hidráulico-hidrológicas das bacias e dos principais corpos hídricos. Contém ainda os estudos de caracterização hidrológica dos principais cursos d'água no contexto da área urbana de Teresina, que subsidiaram etapas posteriores do presente estudo. Apresenta também os resultados dos serviços de campo realizados. Inclui ainda a descrição da infraestrutura existente na cidade de Teresina com interface ou interferência no sistema de drenagem, bem como a caracterização institucional dos órgãos correlatos.

O conteúdo abordado pelos tomos 05 e 06 está focado nos estudos para a determinação da relação IDF e regime de chuvas, na discretização do sistema de drenagem urbana, na definição de riscos a serem considerados (às pessoas, aos bens da comunidade e ao patrimônio público, ao transporte urbano, entre outros), na escolha das metodologias e modelos de simulação a serem utilizados, na estimativa dos hidrogramas de projeto e no diagnóstico do sistema de drenagem, bem como na modelagem dos rios Parnaíba e Poti. Além disso, aborda a avaliação da qualidade das águas pluviais e sua interface com o sistema de coleta de esgotos, os impactos do carreamento de lixo para o sistema de drenagem, os problemas de saúde pública em função das áreas inundáveis, os aspectos relacionados à erosão e estabilidade de encostas bem como as proposições para a restauração de canais naturais, todas estas atividades referentes à *Etapa 2 – Estudos Básicos*.

Nos tomos 07 a 12 estão contemplados todos os estudos hidrológicos e hidráulicos para o prognóstico do sistema de drenagem, referentes à *Etapa 3 – Anteprojetos do Sistema de Drenagem*. Seu conteúdo está focado nos estudos para a estimativa dos hidrogramas de projeto dos cenários de prognóstico do sistema de drenagem, modelagem e seleção das alternativas de controle da drenagem urbana e o detalhamento, em nível de gestão, das medidas estruturais e não estruturais propostas para a gestão da drenagem em Teresina, abrangendo o plano de obras e estimativa dos investimentos necessários para as intervenções propostas. Os tomos 13 a 15 abrangem todos os anexos citados ao longo deste Relatório.

2 CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

Este item apresenta os dados básicos necessários à elaboração do PDDrU que dizem respeito às características físicas, hidrológicas e hidráulicas das sub-bacias de drenagem urbanas de Teresina.

As informações foram coletadas, qualificadas, tratadas, consolidadas, georreferenciadas (quando passível de posicionamento geográfico) e incorporadas a uma base de dados. Quando possível, e de acordo com a relevância das informações, foram incorporadas a um Sistema de Informações Geográficas (SIG) em formato compatível com ArcGIS 9.2, possibilitando, adicionalmente, a elaboração de mapas temáticos.

As características levantadas envolvem dados e informações acerca de: i) uso do solo, ii) tipo de solo, iii) topografia, iv) condições de drenagem, v) infraestrutura, vi) instituições.

A seguir são apresentadas as características físicas relativas às bacias hidrográficas na área de estudo. Os aspectos relativos à infraestrutura e informações institucionais são apresentados em capítulos específicos na sequência deste relatório.

2.1 Características físicas da área de estudo

O município de Teresina, a capital do Estado do Piauí, localiza-se no Centro-Norte Piauiense a 366 quilômetros do litoral, sendo, portanto, a única capital da região Nordeste que não se localiza no litoral do Oceano Atlântico. É a 22ª maior cidade do Brasil, com aproximadamente 800.000 habitantes.

Teresina tem parte de sua porção urbana localizada entre as coordenadas de latitude Sul 05° e 05° 13' e Longitude Oeste 42° 43' e 42° 48'. Ocupa uma área aproximada de 1.700 km², onde 283,9 km² (17% do total) são considerados área urbana, e o restante, área rural.

A zona central urbana da cidade é dividida na direção Sul-Norte pelo rio Poti, possuindo uma área que se estende à margem direita do Poti e outra, mesopotâmica (existente entre dois rios). Nessa área, o divisor de águas das bacias do Parnaíba e do Poti é

percebido e bem delimitado, fazendo-se passar por longos trechos sob a área próxima ao alinhamento da importante avenida comercial da cidade, a Miguel Rosa. Portanto, em função do relevo e da hidrografia de Teresina, são identificadas três macrobacias de escoamento das águas pluviais, que serão mais bem caracterizadas nos itens subsequentes.

2.1.1 Relevo da área em estudo

O relevo topográfico interfere nas características das cheias que ocorrem nas bacias urbanas, uma vez que a velocidade do escoamento depende diretamente das declividades. Para caracterizar o relevo, foi levada em consideração a informação transmitida por um dos integrantes da equipe de fiscalização e supervisão dos serviços do PDDrU, o qual alertou sobre possíveis diferenças entre a topografia utilizada oficialmente na PMT e a topografia referida ao mareógrafo de Imbituba (SC), utilizado como referência nos estudos em todo o Brasil (*datum* SAD69 e SIRGAS2000).

Assim, inicialmente foram inseridos no banco de dados compatível com ArcGIS 9.2 os dados de topografia das cartas de Teresina na escala 1:5.000, fornecidas pela PMT. Nestas cartas, havia indicação que a topografia estava sendo referenciada ao *datum* vertical Imbituba. Para confirmar a informação, os dados das cartas 1:5.000 foram comparados com dados de topografia dos marcos geodésicos da rede de referência geodésica da zona urbana de Teresina. O mapa geodésico do município se encontra em um link permanente na página inicial do portal da Prefeitura.

Também foram utilizadas informações de Nivelamento Geométrico de Alta Precisão, obtidos da Rede Altimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), implementado pelo IBGE. Estas informações foram repassadas pela SEMPLAN.

Foram ainda consultadas informações de altimetria da Missão Topográfica Radar Shuttle (SRTM, do inglês *Shuttle Radar Topography Mission*). A SRTM foi uma missão realizada pela NASA e parceiros para obter um modelo digital do terreno da zona do globo terrestre situada entre 56 °S e 60 °N, de modo a gerar uma base completa de cartas topográficas digitais terrestres de alta resolução.

A SRTM consiste em um sistema de radar especialmente modificado que voou a bordo do *Endeavour* (ônibus espacial) durante os 11 dias da missão STS-99, em fevereiro de 2000. Para adquirir os dados de altimetria estereoscópica, a SRTM contou com dois refletores de antenas de radar. Um refletor-antena estava separado do outro 60 m graças a um extensor que ampliava a envergadura do *shuttle* no espaço. A técnica empregada conjuga *software* interferométrico com radares de abertura sintética (SAR).

Como resultados da missão SRTM foram disponibilizados mapas topográficos com células de 90 m de lado (30 m para alguns locais do globo terrestre). A topografia do SRTM se encontra referida ao modelo geoidal EGM96, que é compatível com os dados do mareógrafo de Imituba, utilizado neste projeto.

No Anexo 1, observa-se o modelo numérico do terreno (MNT) de Teresina, obtido a partir de imagens do programa *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) com resolução de 90 m, considerada adequada para esta análise de características. Observa-se que as cotas em Teresina não variam muito no interior da área urbana, embora esta não possa ser considerada como uma cidade de relevo plano.

Também foi utilizada informação de topografia do ASTER (sigla do inglês *Advanced Spaceborne Thermal Emission Reflection Radiometer*). Esta topografia foi obtida por sensores a bordo do satélite Terra, lançado em dezembro de 1999, como parte do *Earth Observing System* (EOS) da NASA, e é constituído por três subsistemas de imageamento independentes, os quais coletam dados em várias porções do espectro eletromagnético: a região do espectro visível (VIS); o infravermelho próximo (IVP) e coberta com 3 bandas espectrais, na resolução espacial de 15 m; a região do espectro infravermelho de ondas curtas com 6 bandas, na resolução de 30 m; e a região do espectro infravermelho termal (IVT) com 5 bandas, na resolução de 90 m.

Entre os trabalhos experimentais já publicados que empregaram dados ASTER para a obtenção de modelos digitais de elevação, pode ser citado o de Parma (2007), que teve como objetivo analisar a aplicabilidade do modelo para Cartografia, o de Godoy e Diaz (2007), para o estudo da geomorfologia, o de Melgaço *et al.* (2005), que comparou modelos

extraídos a partir de dados ASTER e SRTM, Silva Junior e Fuckner (2010) e o de Oliveira (2005). Este último autor comparou a adequação dos MDE gerados a partir de imagens ASTER, RADARSAT-1 e SRTM aos padrões de exatidão cartográfica estabelecidos pela legislação nacional.

A partir da informação obtida foi possível observar nas imagens do ASTER, bandas de diferentes passagens do satélite, indicando certa falta de cuidados ao unir as bandas de imagem do satélite, sendo que a imagem acabou por perder qualidade para a análise pretendida. Desta forma, foi descartada preliminarmente a utilização da informação do satélite ASTER nesta análise.

Posteriormente, foram comparadas as informações da rede geodésica de alta precisão (mas com escasso número de pontos) com a informação de topografia das cartas 1:5.000 e do satélite SRTM. Os resultados mostraram que tanto o SRTM como a topografia das referidas cartas apresentaram diferenças com a rede geodésica dentro do esperado para a precisão requerida neste estudo, uma vez que os pontos não eram coincidentes. Observou-se uma muito boa concordância geral ainda entre SRTM e dados de topografia da Prefeitura, o que permitiu considerar a complementaridade entre estas informações topográficas.

No entanto, em diversos locais foram encontrados problemas. Na Figura 2.1 se encontra ilustrada a diferença entre SRTM e dados da prefeitura no cruzamento das ruas Éster Castelo Branco e Felismino Weser. Em tons de amarelo se encontram os locais com diferenças menores que 1 m e em verde locais com diferenças próximas a 2 m. Cores brancas indicam diferenças significativas entre as topografias. Justamente no local, se observa um único ponto com cota de 26,45 m, enquanto que os mais próximos se encontram na cota 80,0 m, aproximadamente. O SRTM, e inclusive o ASTER, apresentaram também cotas próximas de 80 m. Desta forma se deduz que no local, ou deveria existir um poço de grandes dimensões (hipótese que foi rejeitada pela análise da imagem de satélite do local, mostrada na Figura 2.2), ou pode-se concluir, em vista das evidências, que o ponto de 26,45 m é um erro na topografia obtida da PMT.

Para contornar esta situação, o ponto suspeito foi eliminado e se observa que as diferenças foram reduzidas significativamente entre as topografias da PMT e do SRTM (Figura 2.3).

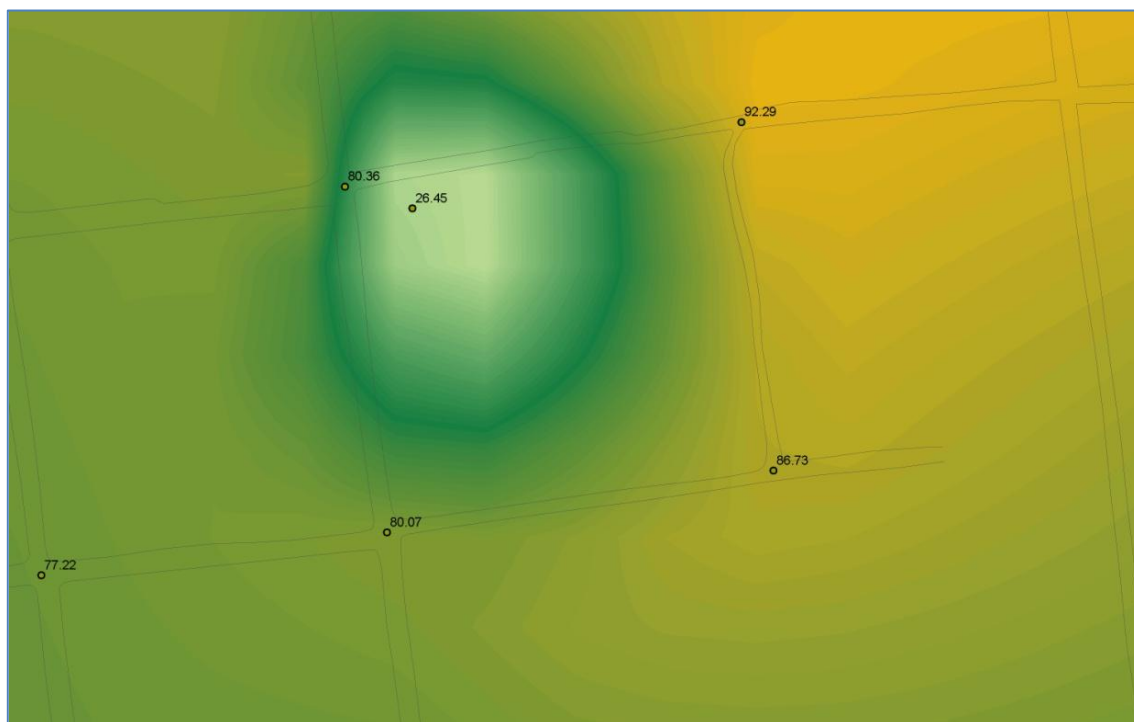


Figura 2.1. Diferença entre SRTM e dados da prefeitura no cruzamento das ruas Ester Castelo Branco e Felismino Weser.



Figura 2.2. Imagem de Satélite Ikonos mostrando o local do cruzamento das ruas Ester Castelo Branco e Felismino Weser.



Figura 2.3. Diferença entre SRTM e dados da Prefeitura após correção da topografia, no cruzamento das ruas Éster Castelo Branco e Felismino Weser.

Outro exemplo de inconsistência pode ser observado próximo ao cruzamento das avenidas Antônio Leitão e Horácio Ribeiro (Figura 2.4). Neste caso também há uma cota muito baixa (coincidentemente no valor de 26,45 m). A análise da imagem *Ikonos* (Figura 2.5) não mostrou a existência de uma depressão, somado à comparação com o ASTER e SRTM, o que reforçou ainda a hipótese de erro na topografia da PMT.

A análise exemplificada nos parágrafos anteriores foi estendida para toda a região urbana de Teresina, de forma que se obteve como resultado uma topografia livre de inconsistências (que haviam sido alertadas pela equipe de fiscalização e supervisão) e que atende satisfatoriamente às necessidades dos estudos realizados no âmbito do PDDrU de Teresina.

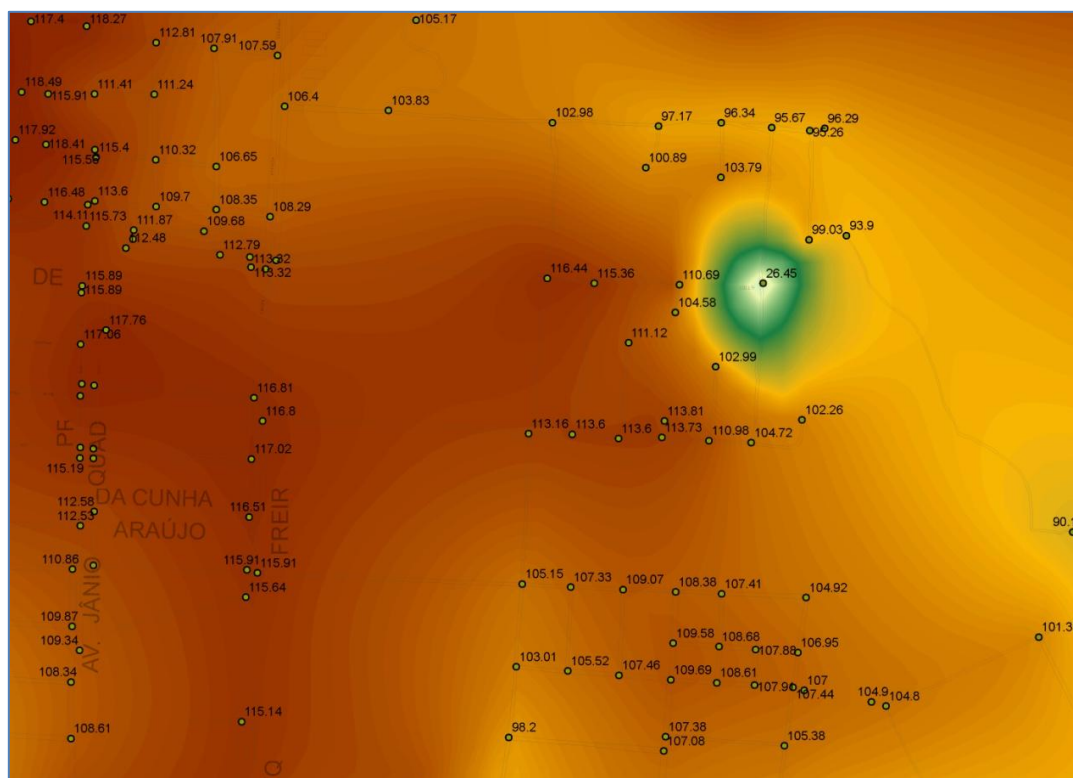


Figura 2.4. Diferença entre SRTM e dados da Prefeitura, próximo ao cruzamento das avenidas Antônio Leitão e Horácio Ribeiro.



Figura 2.5. Fragmento da imagem de satélite Ikonos nas proximidades do cruzamento entre as avenidas Antônio Leitão e Horácio Ribeiro.

Após a obtenção da topografia consistida, gerada pela fusão de cotas obtidas das cartas 1:5000 e informações do SRTM, foram delimitadas as sub-bacias de drenagem urbana e gerados mapas em detalhe para cada uma delas.

A análise do relevo deve levar em conta que o município de Teresina está situado na planície sedimentar do rio Parnaíba, onde as elevações são inferiores a 180 m de altitude e as declividades inferiores a 15%. Esse rio nasce na escarpa boreal da Chapada das Mangabeiras, no município de Barreiras do Piauí, a 709 m de altitude. Percorre 1.485 km até a sua famosa foz no delta do Oceano Atlântico, que possui área superior a 2.700 km². Dentro dos limites municipais de Teresina, esse rio percorre cerca de 90 km. Possui um barramento (Boa Esperança) no município de Guadalupe, voltado à obtenção de energia elétrica e à perenização do rio, e que dispõe de cinco bilhões de metros cúbicos de armazenamento.

O rio Poti, afluente do Rio Parnaíba, também possui grande importância na cidade, pois atravessa boa parte da malha urbana até a sua descarga no rio Parnaíba, em local

conhecido como Encontro dos Rios, situado na zona norte, uma região que concentra diversas lagoas. O rio Poti apresenta 550 km de extensão, dentre os quais, 59 km dentro da área de Teresina, nascendo na Serra da Jacobina no Estado do Ceará, a 600 m de altitude. Devido à existência de depressões naturais nas áreas marginais dos dois rios, durante o período chuvoso, formam-se inúmeras lagoas que, às vezes, se estendem por diversos bairros.

No relevo teresinense, foram mapeados morrotes alongados e espigões, onde predominam interflúvios e topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos e de drenagem de alta e média densidade, padrão dentrítico e vales abertos. No entorno da cidade, os baixos planaltos são individualizados pelos grandes rios Poti e Parnaíba e recortados pelos seus afluentes de menores dimensões, formando no Sul deste município as Serras do Longá, Cantinho, Jatobá, Peladinho e Grajaú. A altitude média do Município varia entre 70 a 75 m. Na maior parte da área do município o relevo é bastante plano. Destacam-se a região do bairro Monte Castelo e do Parque Piauí (zona Sul), onde se verificam algumas dentre as maiores altitudes, e as adjacências dos bairros Satélite e Vila Bandeirante (ambos na zona Leste), onde existem diversos morros e as maiores altitudes.

2.1.2 Declividades da área de estudo

As declividades medem a inclinação da superfície do solo em relação à horizontal. Elas são importantes para avaliar a velocidade do escoamento, o risco de erosão, dentre outros aspectos. Quanto maior o valor da porcentagem, maior o ângulo de inclinação do terreno.

No Anexo 2, observa-se o mapa de declividades de Teresina, obtido a partir da topografia consistida, gerada pela fusão de cotas obtidas das cartas 1:5.000 e informações do *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) com resolução de 30 m, considerada adequada para esta análise.

2.1.3 Uso do solo

O uso do solo, ou mais corretamente denominado uso da terra, pode ser entendido como sendo a forma pela qual o espaço geográfico está sendo ocupado pelo homem. As

práticas de gestão do território e de uso da terra têm um grande impacto sobre os ecossistemas e os recursos naturais, incluindo a água e o solo.

O levantamento do uso da terra é de grande importância, na medida em que o uso desordenado do solo causa a deterioração do meio ambiente. Os processos de erosão intensos, as inundações, os assoreamentos de reservatórios e cursos d'água são consequências do mau uso do solo.

A cobertura vegetal e o uso antrópico existentes nas áreas de interesse para este Plano foram analisados com base em diferentes fontes. Por um lado, foram utilizadas imagens de satélite *Ikonos* de 2005 e 2007 fornecidas pela SEMPLAN para este serviço. Também foram adquiridas imagens de satélite multiespectrais do satélite CBERS-2B de 2008 e 2009, e imagens *Landsat* 5 de 2000 e *Landsat* 3 de 1978, com a finalidade de comparar qualitativamente o crescimento da cidade.

No Anexo 3 é apresentada a imagem de satélite *Ikonos* de 2005 e no Anexo 4, a imagem de satélite *Ikonos* de 2007, para uma apreciação visual das características de ocupação da região estudada.

Na análise das imagens, observa-se uma grande heterogeneidade na ocupação do território, embora a cidade se caracterize por seus telhados de barro. Na área do Centro de Teresina, em semelhança ao que ocorre em outras cidades, percebe-se a existência de construções dos mais diversos tipos.

Foram identificadas quadras inteiras e pequenas glebas desocupadas em regiões do tecido urbano, mesmo em áreas com assentamentos antigos (Vermelha, Piçarra, Monte Castelo e Ilhotas). Ainda em regiões tais como no bairro Piçarreira, há construções com jardins e pátios, possuindo, portanto, uma impermeabilização baixa relativa. No entanto, em áreas como no bairro Mocambinho, as construções estão praticamente coladas umas às outras, indicando uma taxa de ocupação da área bastante elevada e, conseqüentemente, alta impermeabilização.

Também se observa que há uma ocupação e invasão de áreas ribeirinhas protegidas por legislação federal e sob fiscalização do IBAMA. Conforme o Código Florestal, a exploração econômica de áreas de preservação depende de prévia autorização do Poder Executivo Federal (visto que os rios Parnaíba e Poti são rios federais, o primeiro por ser divisa entre dois estados e o segundo por atravessar mais de um estado), quando for necessária a execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, além de inexistência de alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto, exigência incluída pela Medida Provisória 2.166-67, de 2001, que alterou o referido Código.

De acordo com ação civil pública dos Ministérios Públicos Estadual e Federal, ingressada em 1995 (95.00.01444-0), nenhum desses parâmetros foi observado na ocupação da margem do rio Parnaíba, no perímetro urbano de Teresina que vai do bairro Angelim ao bairro Chapadinha (para localização, ver mapa de bairros no Anexo 5). Sequer existe estudo de impacto ambiental, ou processo administrativo em que se tenha discutido a necessidade e a viabilidade dos empreendimentos, em caso de eventual interesse social. Na sentença, a magistrada do caso considerou responsáveis pela degradação ambiental da margem do rio tanto os particulares como o Município de Teresina e a Empresa Piauiense de Turismo (Piemtur), sendo os mesmos obrigados à recuperação ambiental da área. Os particulares são responsáveis diretos pela degradação ambiental, vez que com sua atuação diária interferiram no ecossistema, sendo inclusive notificados de longa data da consequência gravosa.

O município de Teresina tem responsabilidade por não cumprir preceito constitucional de promover adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano, conforme determina a Constituição Federal. (Art. 30, §VIII), vez que emitiu alvarás de construção e funcionamento que respaldaram a ocupação irregular. Por sua vez, a Piemtur contribuiu para a ocupação irregular, na área conhecida por Prainha, como permissionária das atividades para funcionamento de bares.

Teresina possui uma densidade populacional média de 27,4 habitantes/ha (considerando a divisão da população urbana pela área urbanizada) distribuída por setores censitários conforme ilustrado no mapa temático de densidade populacional por setor censitário, apresentado no Anexo 6. Adicionalmente, o Anexo 7 apresenta o mapa temático de densidade habitacional (número de habitações por hectare) por setor censitário de Teresina.

A população de Teresina cresceu 2,5% ao ano, no período entre 1996 e 2000, em uma taxa superior à média registrada no Brasil (cerca de 1,6% ao ano), no mesmo período. Analisando o crescimento populacional por bairro, verifica-se um esvaziamento na região central, com uma taxa de -3,1% ao ano. Cabe ressaltar que este fenômeno não é exclusivo do município de Teresina, ocorrendo em diversos municípios brasileiros. Por outro lado, neste período houve um intenso crescimento dos bairros periféricos, destacando-se os da região Sudeste (bairros de Gurupi e Redonda), com uma taxa de crescimento populacional superior a 10% ao ano (IBGE - Censo Demográfico, 2000 *apud* Plano Diretor de Transporte e Reestruturação da Rede de Transportes Coletivos de Passageiros do Município de Teresina, 2008).

O mapa de uso do solo da área urbana de Teresina é apresentado no Anexo 8, resultado da classificação supervisionada das imagens de satélite da área de estudo. O uso do solo em cada uma das sub-bacias de drenagem é analisado para realizar a estimativa do parâmetro CN da metodologia estabelecida pelo *Soil Conservation Service* (SCS), parâmetro este que reflete as características de ocupação e vegetação da área.

2.1.4 Tipo de solo

A caracterização dos solos da região foi realizada primeiramente de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, uma vez que pela ampla divulgação, é mais facilmente compreensível. Em seguida, os solos são apresentados de acordo com o grupo hidrológico da metodologia do SCS que é, finalmente, a utilizada para a incorporação do tipo de solo às simulações.

Solos de acordo com a classificação brasileira

A classificação brasileira de solos, em constante atualização, é chamada de SiBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos) e foi desenvolvida pela Embrapa, sendo a mais recente publicada em 1999, com importante atualização em 2005.

No caso de Teresina, e apoiados na *Folha SB.23 Teresina e parte da folha SB.24 Jaguaribe: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra* e no Mapa Exploratório – Reconhecimento de Solos do município de Teresina, baseado por sua vez no Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Piauí (Embrapa/Sudene, 1983), são apresentados os tipos de solos de acordo com as associações mais comuns encontradas.

Entre as unidades de solo predominam o Latossolo Vermelho-Amarelo e o Podzólico Vermelho-Amarelo, ambos de textura média. O Latossolo Vermelho-Amarelo ocorre com maior frequência nos trechos planos do Município, notadamente numa faixa paralela ao rio Parnaíba, com uma largura média de 10 km. Os solos nessa área são profundos, bem desenvolvidos, de boa drenagem, com nível muito baixo de fertilidade natural e acidez muito forte associada a percentuais representativos de alumínio. O Podzólico Vermelho-Amarelo está associado a situações de relevo mais movimentado, no qual os processos erosivos são mais acentuados. Os solos são mais rasos, com fertilidade natural muito baixa, fortemente ácidos e apresentam alumínio tóxico.

Podzólico Vermelho-Amarelo (Alissolos)

Esta classe compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade baixa, devido ao material do solo ser constituído por sesquióxidos, argilas do grupo 1:1 (caulinitas), quartzo e outros materiais resistentes ao intemperismo e saturação de bases (V%) baixa, isto é, inferior a 50%.

São solos, em geral, fortemente ácidos e de baixa fertilidade natural. Apresentam perfis bem diferenciados, com sequência de horizontes A, Bt e C, e com horizonte Bt, frequentemente, mostrando, nas superfícies dos elementos estruturais, película de materiais coloidais (cerosidade) quando o solo é de textura argilosa. São, comumente,

profundos a muito profundos, com a espessura do A + Bt oscilando entre 115 e 250 cm, exceto nos solos rasos, em áreas reduzidas. Possuem textura arenosa média ou, mais raramente, argilosa no horizonte A, e média ou argilosa, no horizonte Bt, com relação textural em torno de 1,5 (textura argilosa) e de 3,0 a 10,0 nos de caráter abrupício ou abrupício plinítico, os quais possuem características morfológicas bem distintas (coloração variegada ou com mosqueado abundante) e drenagem moderada e/ou imperfeita.

A estrutura é de moderada a forte, pequena a grande, granular, de consistência ligeiramente duro a muito duro, quando seco, e friável, quando úmido, nos solos com horizonte A moderado, enquanto nos solos com A fraco, a estrutura apresenta-se maciça, pouco ou muito coesa, ou em grãos simples, ou, ainda, fraca a muito fraca, pequena, granular ou blocos subangulares, cuja consistência varia de solto a ligeiramente duro, quando seco, e solto a muito friável, quando úmido.

O horizonte B apresenta coloração (úmido), mais frequente, vermelho-amarelado, vermelho, bruno-forte e bruno-amarelado. A estrutura é fraca ou moderada, pequena ou muito pequena, blocos subangulares, ocorrendo maciça em alguns solos com pliníthite.

É frequente a presença de cerosidade (pouca a abundante; fraca a forte) e a consistência macio a muito duro (seco) e muito friável a firme (úmido). Ocorrem sob relevo plano e suave ondulado e vegetação de caatingas hipo e hiperxerófila e transição floresta/caatinga. O relevo varia de plano a montanhoso.

A vegetação é bastante diversificada, encontrando-se as caatingas hipo e hiperxerófilas, as florestas subperenifólia, subcaducifólia e a transição floresta/caatinga, com um certo predomínio das caatingas hipo e hiperxerófilas. A maior limitação ao uso agrícola destes solos decorre de sua baixa fertilidade natural e forte acidez, necessitando, desse modo, do uso de fertilizantes, com a correção prévia da acidez. Em grande parte são favorecidos pelo relevo (predominantemente, plano e suave ondulado) que proporciona totais condições ao uso de máquinas agrícolas.

Latossolos Amarelos

No antigo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, os Latossolos Amarelos e os Vermelho-Amarelos do Cerrado estavam agrupados sob um único nome: Latossolo Vermelho-Amarelo. O novo Sistema dividiu-os em duas classes. O nome Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) ficou reservado para os latossolos que possuem cor laranjada, com matiz Munsell entre 2,5YR e 5YR. Os Latossolos Amarelos (LA) ficaram sendo os solos que possuem cor nitidamente amarela, mais que 5YR. O matiz amarelado é causado por um mineral chamado goethita, um óxido de ferro. Juntos, LA e LVA ocupam 22% da área do Cerrado.

O teor de óxidos de ferro extraídos pelo ataque sulfúrico é geralmente menor que em outros latossolos. Isso acontece porque o material de origem era pobre em ferro ou porque o ferro foi removido do solo pela água de percolação. Os LA e LVA podem apresentar todo o tipo de textura, desde média até muito argilosa. Graças à cor amarela, é relativamente fácil separar os horizontes. Embora os LA e LVA geralmente tenham vários metros de profundidade, eles não são tão profundos quanto os Latossolos Vermelhos. Outra característica interessante é a presença, em alguns LA, de nódulos e concreções avermelhadas. Alguns pedólogos dizem que isso indica que os LA já foram mais vermelhos, ou seja, no passado eles tinham características semelhantes aos Latossolos Vermelhos.

Solos Aluviais (Neossolo Flúvico)

Localizam-se ao Norte da cidade de Teresina. Solos minerais não hidromórficos, pouco evoluídos, formados em depósitos aluviais recentes, nas margens de cursos d'água. Estão relacionados à condição de saturação permanente ou temporária e ao acúmulo de matéria orgânica nos horizontes superficiais.

Sua ocorrência é restrita aos aluviões, nos vales ao longo dos cursos de água, em faixas ora estreitas ora mais largas nas margens dos córregos. São solos recentes, pouco desenvolvidos, sendo o material originário representado frequentemente por turfa e deposições intercaladas de areias, siltes e argilas de baixa compactidade e consistência, moderadamente a bem drenados.

Devido a sua origem das mais diversas fontes, esses solos são muito heterogêneos quanto à textura e demais propriedades físicas e químicas, que podem variar em um mesmo perfil entre as diferentes camadas.

Os maiores problemas ao desenvolvimento de atividade agrícola nesses solos decorrem dos riscos de inundação por cheias periódicas ou por acumulação de água de chuvas na época de intensa pluviosidade. De uma maneira geral, os solos aluviais são considerados de grande potencialidade agrícola, por ocorrerem em locais de relevo plano, favorecendo a prática de mecanização agrícola intensiva.

Brunizém Avermelhado (Chernossolo)

Solos minerais, não hidromórficos, moderadamente profundos a rasos com distinta diferenciação entre os horizontes, normalmente com textura média, nos horizontes superficiais, e argilosa nos horizontes subsuperficiais. Do ponto de vista químico, estes solos apresentam valores elevados de saturação e soma de bases, enquanto os valores de saturação com alumínio são baixos ou até praticamente inexistentes.

Trata-se, portanto, de solos com características químicas excelentes para o uso agrícola, com um elevado potencial nutricional, refletido em alta saturação de bases e capacidade de troca de cátions, além de apresentar uma acidez praticamente nula. No entanto, ocorrem em locais onde o relevo é acidentado e associado a solos rasos. Portanto, prevalecem as limitações decorrentes das fortes declividades que lhes conferem alto risco de erosão. Em razão disto, são mais usados com pastagens.

Urbano

Foi denominada assim a região, que, por sua ocupação urbana intensa, não fora mapeada pela Embrapa/Sudene (1983). Esta região será tratada particularmente na análise posterior.

O mapa de solos para a área em estudo é apresentado no Anexo 9.

Solos de acordo com o grupo hidrológico da metodologia do SCS (CN)

Para posterior utilização nas simulações, os tipos de solos encontrados na cidade foram classificados segundo o grupo hidrológico ao qual pertencem na metodologia desenvolvida pelo *Soil Conservation Service*. O modelo SCS (1964) determina o escoamento superficial a partir de uma equação empírica que requer como entrada a precipitação (observada ou de projeto) e um coeficiente relacionado às características da bacia, conhecido como *curva número* (CN). Esse coeficiente representa o escoamento superficial potencial das características do tipo e uso do solo na bacia (SHARMA & SINGH, 1992). Assim, o valor do parâmetro CN a ser utilizado nas simulações depende do tipo de solo, das características de ocupação do solo e do estado de umidade do solo no início do evento. Como o método da curva número foi idealizado para bacias com poucos ou sem dados, os tipos de solos foram agrupados em grupos hidrológicos de solo (GHS) onde se distinguem quatro grupos conforme mostrado a seguir (MOCKUS, 1972 *apud* SARTORI *et al.*, 2006):

Solo A – solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos com pouco silte e argila, ambos profundos e excessivamente drenados (taxa mínima de infiltração maior que 7,62 mm/h);

Solo B – solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundos do que o tipo A e com permeabilidade superior a média (taxa mínima de infiltração entre 3,81 – 7,62 mm/h);

Solo C – solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundo (taxa mínima de infiltração entre 1,27 – 3,81 mm/h);

Solo D – solos contendo argilas expansivas e pouco profundas com muito baixa capacidade infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial (taxa mínima de infiltração menor que 1,27 mm/h).

Uma vez que os tipos de solos são diferentes, e a Classificação Brasileira de Solos é muito mais abrangente que a do SCS, resulta a necessidade de estabelecer uma relação entre as duas metodologias. O agrupamento desses tipos de solo segundo os quatro grupos

hidrológicos apresentados na metodologia do SCS foi realizado seguindo a conversão proposta por Sartori *et al.* (2006) que é apresentada no Quadro 2.1.

Quadro 2.1. Conversão entre os tipos de solos da Classificação Brasileira e os tipos de Solos definidos pelos grupos do SCS (Adaptado de Sartori *et al.*, 2006).

TIPO DE SOLO - CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA	TIPO DE SOLO HIDROLÓGICO – SCS
LATOSSOLO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO, ambos de textura argilosa ou muito argilosa e com alta macroporosidade; LATOSSOLO AMARELO E LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial não arenoso.	Grupo Hidrológico A
LATOSSOLO AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial de textura arenosa; LATOSSOLO BRUNO; NITOSSOLO VERMELHO; NEOSSOLO QUARTZARÊNICO; ARGISSOLO VERMELHO ou VERMELHO AMARELO de textura arenosa/média, média/argilosa, argilosa/argilosa ou argilosa/muito argilosa que não apresentam mudança textural abrupta.	Grupo Hidrológico B
ARGISSOLO pouco profundo, mas não apresentando mudança textural abrupta ou ARGISSOLO VERMELHO, ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos profundos e apresentando mudança textural abrupta; CAMBISSOLO de textura média e CAMBISSOLO HÁPLICO ou HÚMICO, mas com características físicas semelhantes aos LATOSSOLOS (latossólico); ESPODOSSOLO FERROCÁRBICO; NEOSSOLO FLÚVICO.	Grupo Hidrológico C
NEOSSOLO LITÓLICO; ORGANOSSOLO; GLEISSOLO; CHERNOSSOLO; PLANOSSOLO; VERTISSOLO; ALISSOLO; LUVISSOLO; PLINTOSSOLO; SOLOS DE MANGUE; AFLORAMENTOS DE ROCHA; Demais CAMBISSOLOS que não se enquadram no Grupo C; ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos pouco profundos e associados à mudança textural abrupta.	Grupo Hidrológico D

De acordo com a classificação sugerida por Sartori *et al.* (2006), observa-se que a maior parte dos tipos de solos ocorrentes na área em estudo está enquadrada nos grupos B e D, que correspondem aos solos com boa capacidade de geração de escoamento superficial, ou seja, com capacidade de infiltração variando entre acima da média e muito baixa. O mapa de solos hidrológicos para as bacias da área urbana de Teresina é apresentado no Anexo 10.

2.1.5 Parâmetro Curva Número (CN)

O grau de impermeabilidade do solo traz profundos impactos nos volumes de escoamento superficial gerados em uma bacia urbana. Sob o ponto de vista de análise da capacidade das redes de drenagem pluvial, a impermeabilidade do solo se reflete em maiores vazões.

A determinação do grau de impermeabilidade do solo também se justifica pela necessidade de determinação do parâmetro CN (Curva Número do método TR 55 do SCS), necessário na etapa de modelagem hidrológica, de acordo com metodologia proposta para esse trabalho. Esse parâmetro é o único utilizado no método para a determinação do escoamento superficial.

O SCS fornece valores tabelados para o CN, que variam conforme o grau de impermeabilização, tipo de solo e condição de umidade antecedente do solo. A Figura 2.6 apresenta um gráfico onde alguns valores de CN foram agrupados em função do tipo de solo hidrológico (grupo hidrológico). O CN depende basicamente do tipo de ocupação do solo, das características do solo, assim como das condições de umidade antecedente do solo.

Com relação ao tipo de ocupação do solo em áreas urbanas, é necessário determinar o grau de impermeabilização do solo em cada cenário de análise hidrológica.

Portanto, o grau de impermeabilidade do solo atual será utilizado para a determinação do CN para o cenário atual de urbanização. Já para o cenário de ocupação futura será utilizada a ocupação prevista na Lei Nº 3.558, de 20 de outubro de 2006, que reinstitui o Plano Diretor de Teresina, denominado Plano de Desenvolvimento Sustentável –

Teresina Agenda 2015, e da Lei Complementar Nº 3.562, de 20 de outubro de 2006, que define as diretrizes para a ocupação do solo urbano.

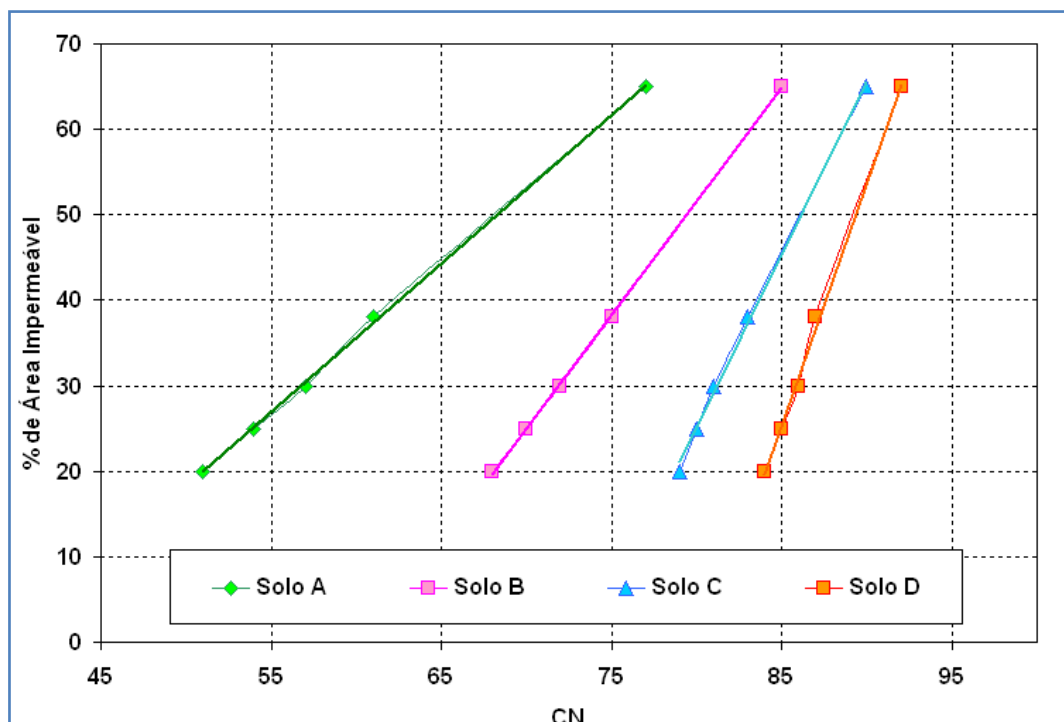


Figura 2.6. Relações CN x área impermeável para os grupos de solo do SCS (Fonte: adaptado do SCS, 1957).

O teor de umidade no solo tem importante reflexo no volume de água precipitada que será convertido em escoamento superficial. Para isso, o SCS propõe que o CN seja determinado em função de três condições de umidade do solo antecedente ao evento de chuva de projeto:

- Condição de Umidade Antecedente I: corresponde a uma situação em que os solos estão secos;
- Condição de Umidade Antecedente II: corresponde a uma situação média em que a umidade do solo equivale à capacidade de campo;
- Condição de Umidade Antecedente III: corresponde a uma situação em que os solos encontram-se praticamente saturados por chuvas antecedentes.

O uso da Condição de Umidade Antecedente I (CUA I) promoverá um menor volume de escoamento superficial e, conseqüentemente, menores vazões, enquanto na CUA III o volume escoado e as vazões serão maiores. Assim, a adoção da CUA a ser utilizado na determinação dos hidrogramas de diagnóstico e prognóstico foi definida conjuntamente com a equipe de fiscalização e acompanhamento da contratante.

Uma vez que todos os elementos necessários à determinação do CN tenham sido definidos, o procedimento a ser adotado, de forma a determinar o CN para cada sub-bacia (Atual e Futuro), consiste no cruzamento do mapa de solos com grau de impermeabilidade média de cada bacia.

No Anexo 11 é apresentado um mapa contendo o parâmetro CN estimado para cada sub-bacia hidrográfica da região urbana de Teresina.

2.2 Descrição das bacias hidrográficas do perímetro urbano de Teresina

2.2.1 Delimitação das sub-bacias de drenagem

A zona central urbana de Teresina é dividida na direção Sul-Norte pelo rio Poti, possuindo uma área que se estende à margem direita do Poti e outra, mesopotâmica (existente entre dois rios). Nessa área, o divisor de águas das bacias do Parnaíba e do Poti é percebido e bem delimitado, fazendo-se passar por longos trechos sob a área próxima ao alinhamento de importante avenida comercial da cidade, a Av. Miguel Rosa.

Portanto, em função do relevo e da hidrografia de Teresina, são identificadas três macrobacias de escoamento das águas pluviais (Figura 2.7). Uma delas de contribuição direta ao rio Parnaíba e outras duas de contribuição direta ao rio Poti. Esses rios possuem inúmeros pequenos afluentes que, descaracterizados e escondidos pela ocupação urbana, fazem escoar suas águas até esses dois rios. Eles são os corpos receptores dos caudais gerados sobre ruas, avenidas ou conduzidos no interior das galerias existentes. Neste item, são apresentadas as principais características destas bacias.

Para apresentação de resultados do PDDrU foram utilizadas sub-bacias de menor tamanho ou unidades de gerenciamento da drenagem urbana. As unidades foram definidas levando em consideração a relação entre as características físicas, os recursos hídricos e os aspectos políticos e socioeconômicos.

A organização das bacias foi realizada em três etapas: na primeira, procedeu-se uma divisão da área urbana de Teresina em três regiões hidrográficas (macrobasias urbanas), baseando-se nas três grandes bacias de referência citadas anteriormente (Figura 2.7). Em uma segunda etapa, tomando como referência os principais rios, córregos e redes identificadas nas macrobasias urbanas, estas foram subdivididas em setenta sub-bacias hidrográficas (mapa detalhado no Anexo 12). No desenvolvimento deste trabalho, as sub-bacias são consideradas as bacias elementares de estudo. Para simplificar o entendimento foi adotada uma nomenclatura, conforme segue:

- Sub-bacias nomeadas com o índice "P" são tributárias do rio Parnaíba;
- Sub-bacias tributárias do rio Poti, foram nomeadas com os índices "PD" e "PE", que dizem respeito às bacias de contribuição da margem direita e da margem esquerda, respectivamente.

Na fase de simulação do PDDrU, uma terceira etapa ou nível de detalhe das unidades hidrográficas foi necessária (sub-bacias de simulação), conforme delimitação apresentada em figuras mais adiante neste relatório, no item pertinente aos resultados das simulações.

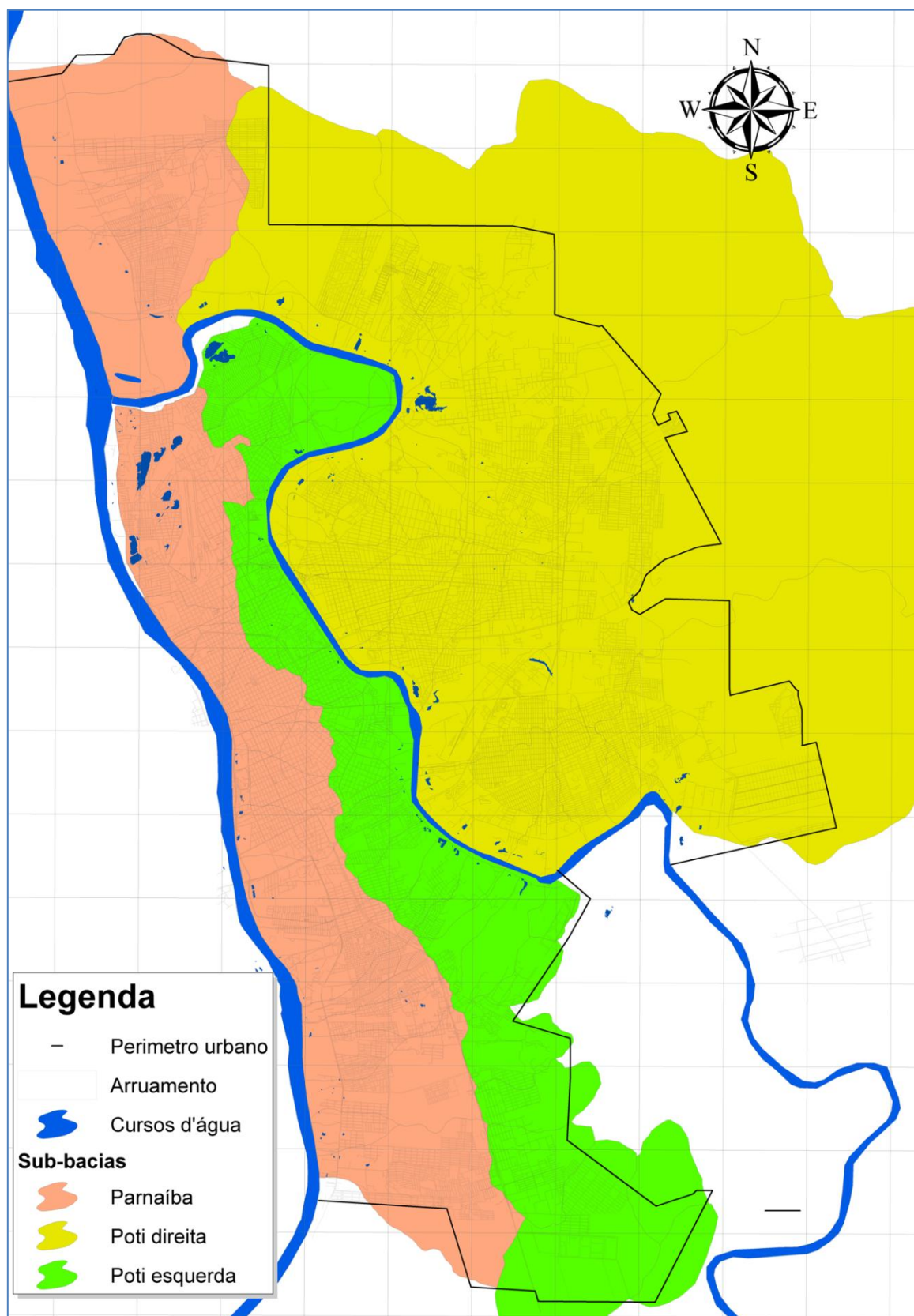


Figura 2.7. Principais macrobacias urbanas de Teresina.

2.2.2 Metodologia de caracterização das sub-bacias de drenagem

O primeiro passo consistiu em determinar precisamente os limites das bacias a serem analisadas na escala conveniente para o desenvolvimento do PDDrU de Teresina, conforme já explicado no item anterior.

Para a caracterização das sub-bacias de drenagem delimitadas foram determinados diversos índices que caracterizam uma bacia em função de seus dados fisiográficos. São considerados dados fisiográficos de uma bacia todos aqueles que podem ser extraídos de mapas, fotografias aéreas, imagens de satélite e MNTs. O MNT é uma matriz digital ou *raster*, no qual o valor de altitude de cada célula de dimensões finitas corresponde à média das altitudes dos pontos contidos na célula. Basicamente os dados fisiográficos são áreas, comprimentos e declividades medidos diretamente ou expressos por índices (TUCCI, 1993).

À rede de drenagem podem ser atribuídos diversos índices. Neste estudo, serão determinados outros índices, descritos a seguir.

A área de drenagem A e o perímetro da bacia P são calculados a partir da delimitação da bacia com base no MNT.

O *coeficiente de compacidade* ou de *Gravelius* indica o quanto a forma da bacia se aproxima do formato circular; quanto mais próximo da unidade, maior a tendência a inundações (mantidas as demais condições constantes). É estimado a partir da expressão:

$$K_c = \frac{0,282 \cdot P}{\sqrt{A}}$$

Onde K_c é o coeficiente de compacidade, P é o perímetro da bacia e A sua área de drenagem.

Outra característica relevante é a amplitude altimétrica da bacia, também relacionada ao *desnível máximo* H , corresponde à faixa de variação das altitudes no interior de uma bacia, ou seja, a cota máxima e a cota do exutório dela. Quando relacionadas ao comprimento de sua drenagem principal, indica a declividade média da bacia.

Visto que qualquer índice ou medida de fisiografia referente à rede de drenagem é profundamente dependente da escala do mapa utilizado, uma precisa indicação do mapa fonte e da sua escala deve acompanhar os índices de drenagem. Sendo assim, os índices referentes à rede de drenagem e declividade, além da delimitação das áreas de drenagem de cada uma das bacias elementares analisadas neste estudo, foram determinados com base em informações extraídas de um modelo digital de elevação. O MDE foi construído a partir da fusão das informações topográficas obtidas das cartas 1:5.000, fornecidas pela PMT, e da altimetria do SRTM, da forma já explicada no item 2.1.1. A extração das informações ocorreu mediante a utilização de programas computacionais de geoprocessamento tais como o *Terrain Analysis System* - TAS (LINDSAY, 2005) e ArcGIS (ESRI).

Outras características importantes das bacias elementares a serem abordadas são os tipos de solo ocorrentes e ainda o uso e ocupação que se faz destes, visto serem parâmetros diretamente intervenientes nos processos de geração de escoamento superficial em função das águas precipitadas. Assim, nos próximos itens são apresentados os índices e características de cada sub-bacia de drenagem, agrupadas por macrobacia.

2.2.3 Macrografia da margem direita do rio Poti

Na área urbana de Teresina, a bacia que drena em direção à margem direita do rio Poti foi discretizada em 16 sub-bacias. As principais características de cada uma destas sub-bacias, para fins de gestão da drenagem urbana, são apresentadas a seguir.

Sub-bacia PD 01

A sub-bacia PD 01 localiza-se na porção sudeste da cidade de Teresina, próximo ao limite do perímetro urbano da cidade, sendo contribuinte do rio Poti na sua margem direita (Figura 2.8). Esta bacia localiza-se em uma região de baixa declividade (Figura 2.9). A variação altimétrica na bacia é da ordem de 55 metros, com altitude máxima de 95 m (Figura 2.10).

Sua área de drenagem abrange 140,43 ha com um perímetro de 6.139 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,45, indicando que a bacia não apresenta grande tendência a inundações, o que pode ser percebido em vista de seu formato alongado.

A totalidade dos solos desta sub-bacia é do tipo Latossolo Amarelo, ou seja, do grupo hidrológico B. Predomina a ocupação urbana nesta bacia, principalmente ao norte. Junto às margens do rio Poti, verifica-se que existe uma área com vegetação bastante preservada, embora junto ao meandro do rio Poti seja possível identificar uma zona de ocupação que avança até a calha do rio, denominada Balneário Curva São Paulo.

A partir do cruzamento da informação do tipo de solo e ocupação da terra, o parâmetro CN médio para a sub-bacia foi estimado em 81,2.

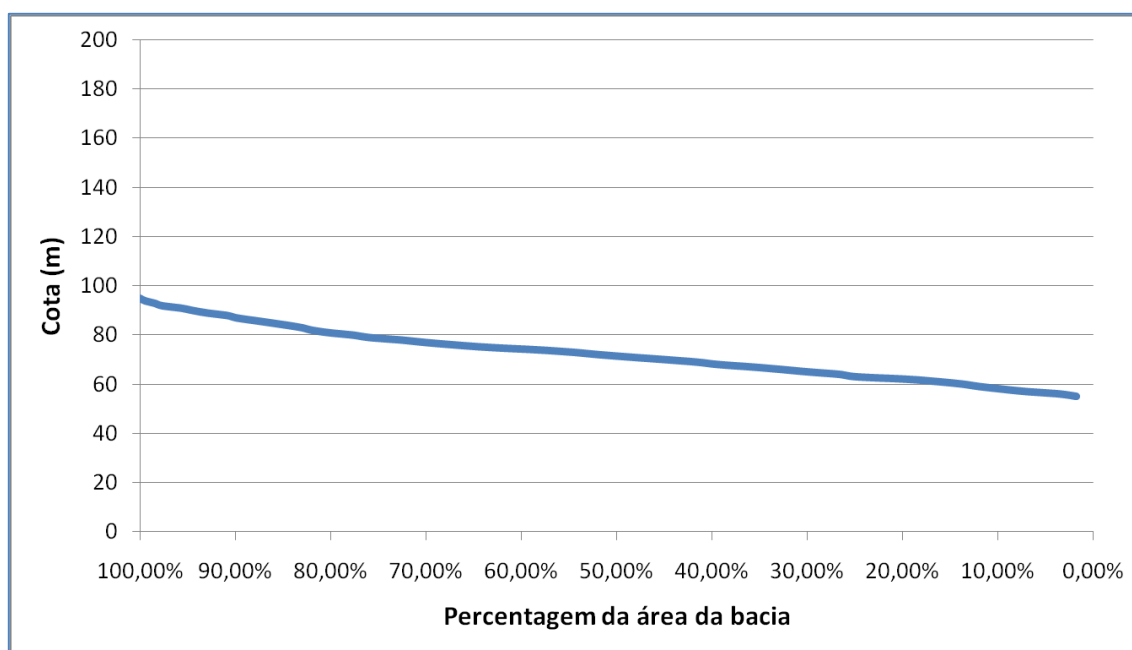


Figura 2.10. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 01.

Sub-bacia PD 02

A sub-bacia PD 02 localiza-se na porção sudeste da cidade de Teresina, próximo ao limite do perímetro urbano da cidade, sendo contribuinte do rio Poti pela sua margem direita (Figura 2.11).

Esta sub-bacia localiza-se em uma região de baixa declividade (Figura 2.12). A variação altimétrica na bacia é da ordem de 45 metros, com altitude máxima de aproximadamente 102 m (Figura 2.13).

Sua área de drenagem abrange 249,55 ha com um perímetro de 7.303 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,25, indicando que a bacia não apresenta grande tendência a inundações, o que pode ser percebido em vista de seu formato alongado.

Nesta sub-bacia predomina a ocupação urbana, especialmente ao norte, enquanto ao sul, nas proximidades com o rio Poti, é possível encontrar alguns remanescentes de vegetação em áreas já loteadas. Junto às margens do rio Poti, verifica-se que existe uma área com vegetação bastante preservada. A totalidade dos solos corresponde ao tipo Latossolo Amarelo, de forma que se enquadra dentro do grupo hidrológico B. Sendo assim, o parâmetro CN médio para a sub-bacia PD 02 foi estimado em 79,8.

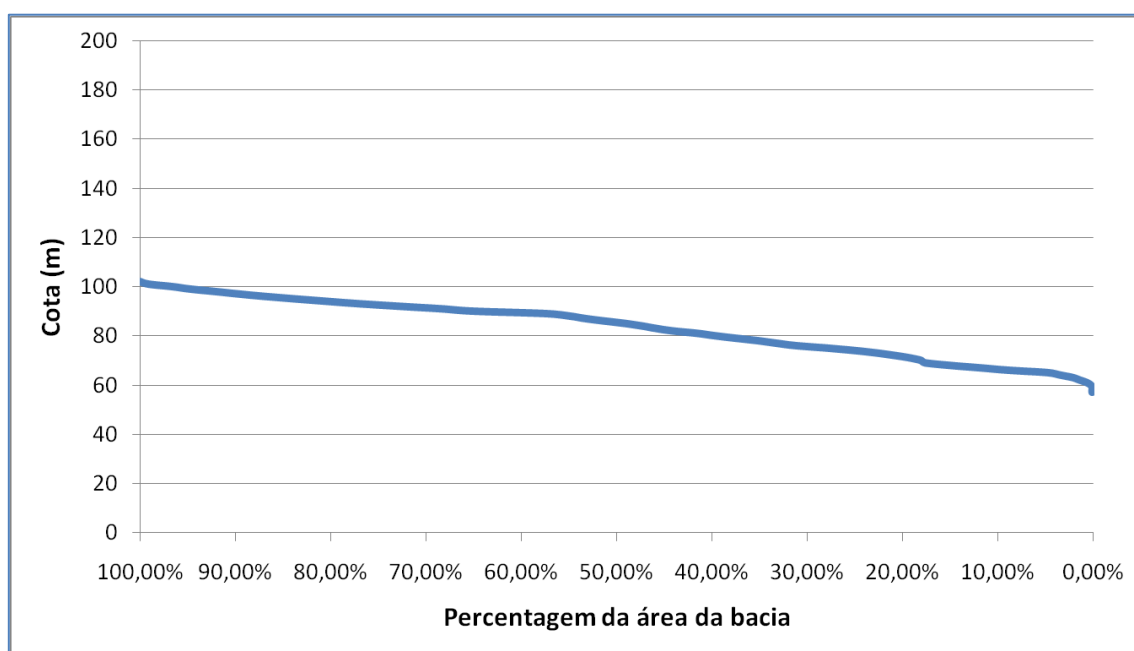


Figura 2.13. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 02

Sub-bacia PD 03

A sub-bacia PD 03 localiza-se na porção sudeste da cidade de Teresina, sendo que o limite do perímetro urbano da cidade encontra-se em seu interior (Figura 2.14). A sub-bacia se expande para fora dos limites da cidade, de forma que sua gestão extrapola a área urbana do município.

Esta sub-bacia localiza-se em uma região de gradiente topográfico considerável (Figura 2.15), com cotas que variam dos 186 m, junto à cabeceira, aos 54 m, na foz (Figura 2.16).

Sua área de drenagem abrange 4.783,68 ha com um perímetro de 34.712,4 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,41, indicando que a bacia não apresenta grande tendência a inundações.

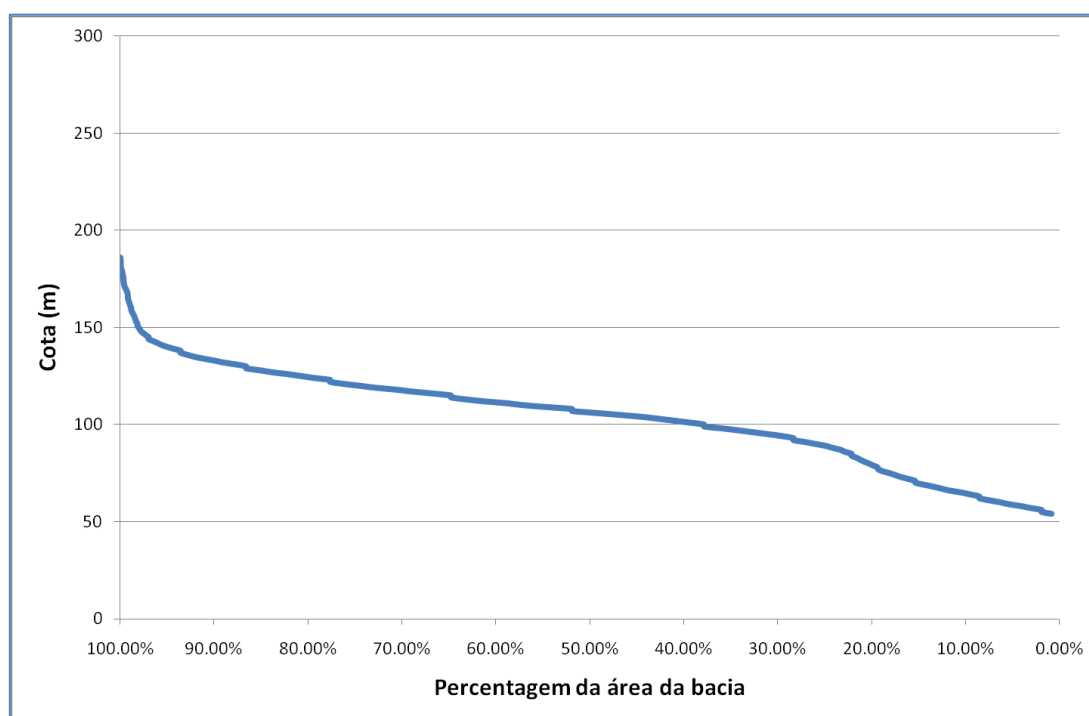


Figura 2.16. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 03.

Os tipos de solos que ocorrem nesta bacia elementar são os Latossolos Amarelos (68%) e Alissolos (32%). Isto significa que os solos predominantes são do grupo hidrológico B, embora os solos mais impermeáveis se concentrem na sua cabeceira, de forma que o efeito combinado de urbanização da foz, com solos mais impermeáveis na cabeceira contribui para aumentar o escoamento superficial.

Nesta sub-bacia predomina a ocupação urbana que se concentra especialmente a oeste, e sul, junto ao limite urbano. É possível observar que existem áreas em que a vegetação recobre a superfície, embora seja possível identificar que o local já está loteado, devido à presença de sistema viário. Engloba os bairros Recanto dos Pássaros (recente ocupação), Verdecap, Todos os Santos e São Sebastião (chacreamentos).

O parâmetro CN médio da sub-bacia PD 03 foi estimado em 76,3.

Sub-bacia PD04

A sub-bacia PDO4 localiza-se na porção noroeste da cidade de Teresina, na proximidade da confluência do rio Poti com o rio Parnaíba (Figura 2.17), localizada totalmente no interior do perímetro urbano da cidade.

Esta sub-bacia localiza-se em uma região de gradiente topográfico bastante uniforme (Figura 2.18), com cotas que variam dos 121 m, junto à cabeceira, aos 52 m, na foz (Figura 2.19).

Sua área de drenagem abrange 236,85 ha com um perímetro de 6.884,83 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,25, indicando que a bacia tem certa tendência natural às inundações.

Nesta sub-bacia não foram encontrados núcleos de urbanização, embora ela esteja totalmente inserida no perímetro urbano da cidade. É possível identificar uma via que atravessa a bacia hidrográfica no sentido leste-oeste, e algumas edificações isoladas, na proximidade do rio Poti.

A totalidade dos solos desta sub-bacia é do grupo hidrológico B. Assim, o parâmetro CN médio foi estimado em 72.

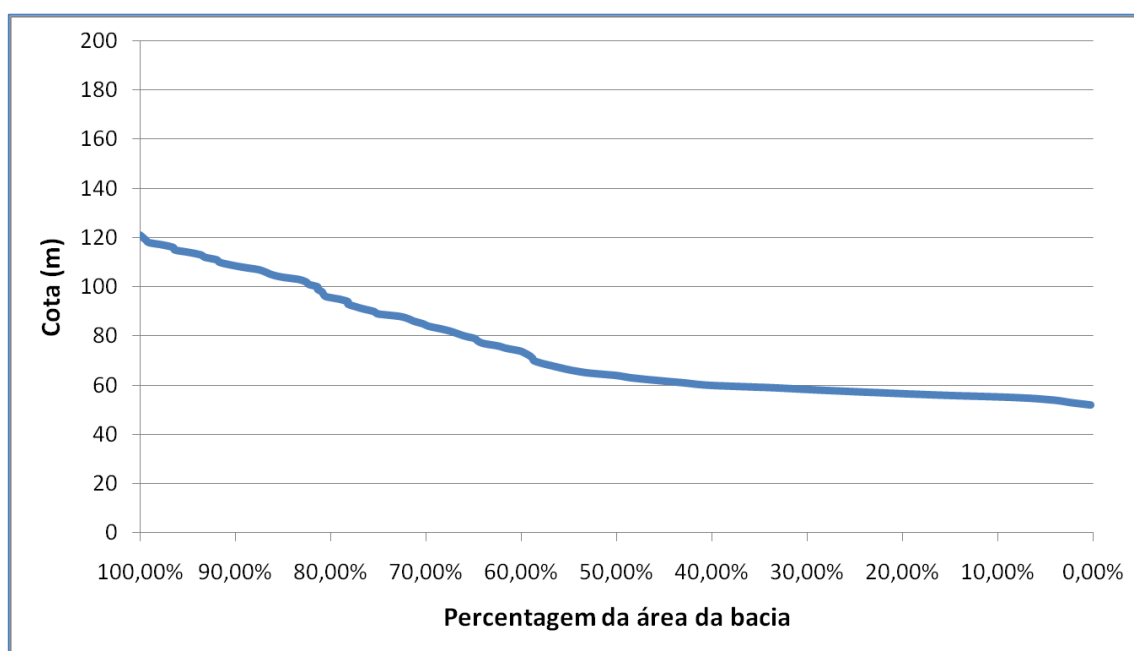


Figura 2.19. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 04.

Sub-bacia PD 05

A sub-bacia PD 05 localiza-se na porção sul da cidade de Teresina, junto a um meandro do rio Poti (Figura 2.20), localizada totalmente no interior do perímetro urbano da cidade. Esta sub-bacia encontra-se em uma região de gradiente topográfico bastante suave (Figura 2.21), com cotas que variam dos 96 m, junto à cabeceira, aos 48 m, na foz (Figura 2.22).

Sua área de drenagem abrange 216,62 ha com um perímetro de 7.139,36 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,36, indicando que a bacia teria uma pequena tendência às inundações. Apresenta uma forma triangular, sendo que na parte mais estreita desta sub-bacia, ao norte, encontram-se as maiores impermeabilidades do solo. Na proximidade do rio Poti, a leste, ainda é possível encontrar uma área bastante verde. É possível identificar uma via que atravessa a bacia hidrográfica no sentido leste-oeste, paralela ao rio Poti.

Os tipos de solos que ocorrem nesta bacia são na sua totalidade do grupo hidrológico B. Assim, o parâmetro Curva Número médio foi estimado em 77,3.

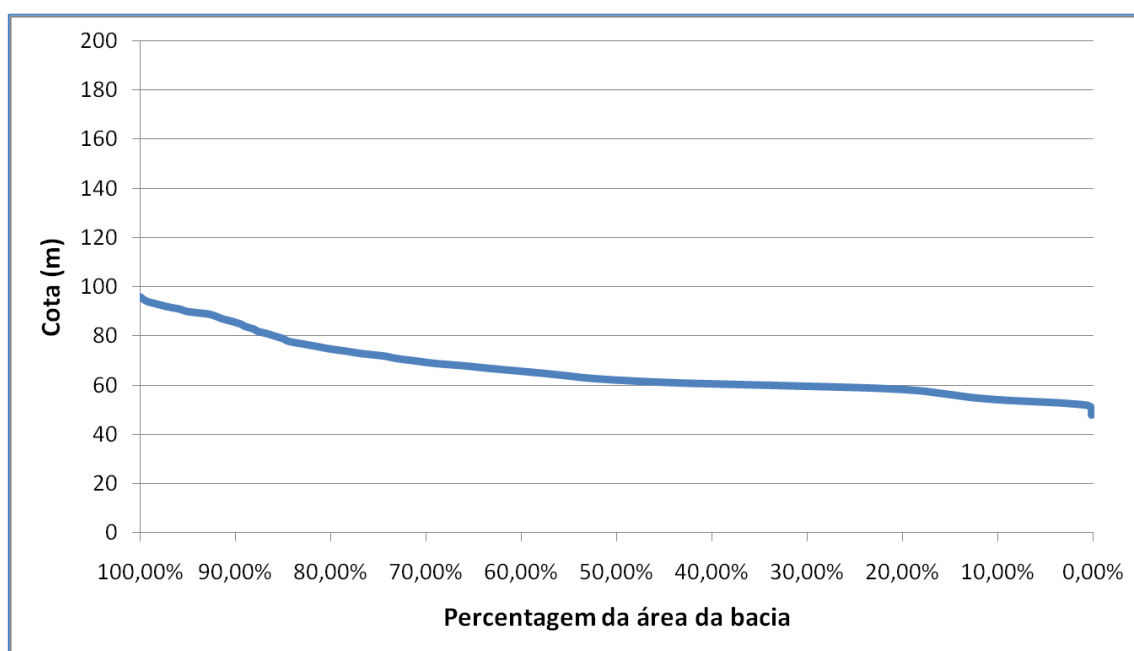


Figura 2.22. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 05.

Sub-bacia PD 06

A sub-bacia PD 06 localiza-se na porção sul da cidade de Teresina (Figura 2.23), localizada totalmente no interior do perímetro urbano da cidade.

Esta sub-bacia localiza-se em uma região de gradiente topográfico bastante suave (Figura 2.24), com cotas que variam dos 104 m, junto à cabeceira, aos 53 m, na foz (Figura 2.25).

Sua área de drenagem abrange 539,65 ha com um perímetro de 10.472,80 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,26, o que indica que esta sub-bacia não apresenta grande tendência a inundações, o que pode ser percebido em vista de seu formato alongado.

Quase a totalidade dos solos desta sub-bacia é do tipo Latossolo Amarelo (94%), desta forma, predominam os solos do grupo hidrológico B.

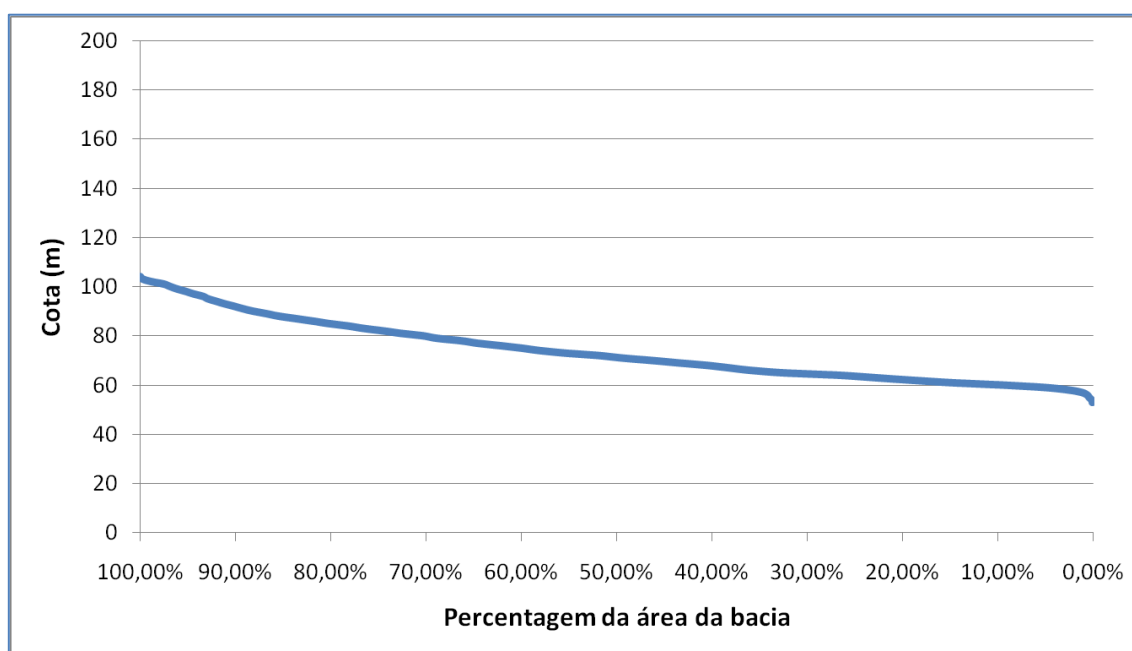


Figura 2.25. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 06.

Esta sub-bacia apresenta-se sob a forma de um leque, sendo que na parte mais estreita desta, a nordeste, é possível identificar que se encontra praticamente toda ocupada, exceto na região central, onde existe um corredor verde. Seguindo em direção ao rio Poti, é possível identificar duas faixas com uso do solo bastante contrastantes. Na zona interior são encontrados núcleos urbanos que ainda preservam remanescentes de vegetação. Na faixa próxima ao rio Poti são raras as edificações, mas é possível encontrar um grande número de lagoas marginais. Como resultado desta ocupação, o parâmetro CN médio foi estimado em 85.

Sub-bacia PD 07

A sub-bacia PD 07 localiza-se na porção nordeste da cidade de Teresina (Figura 2.26), localizada parte no interior do perímetro urbano da cidade, parte fora da zona urbana.

Esta sub-bacia insere-se em uma região de gradiente topográfico bastante íngreme (Figura 2.27), com cotas que variam dos 181 m, junto à cabeceira, aos 54 m, na foz (Figura 2.28).

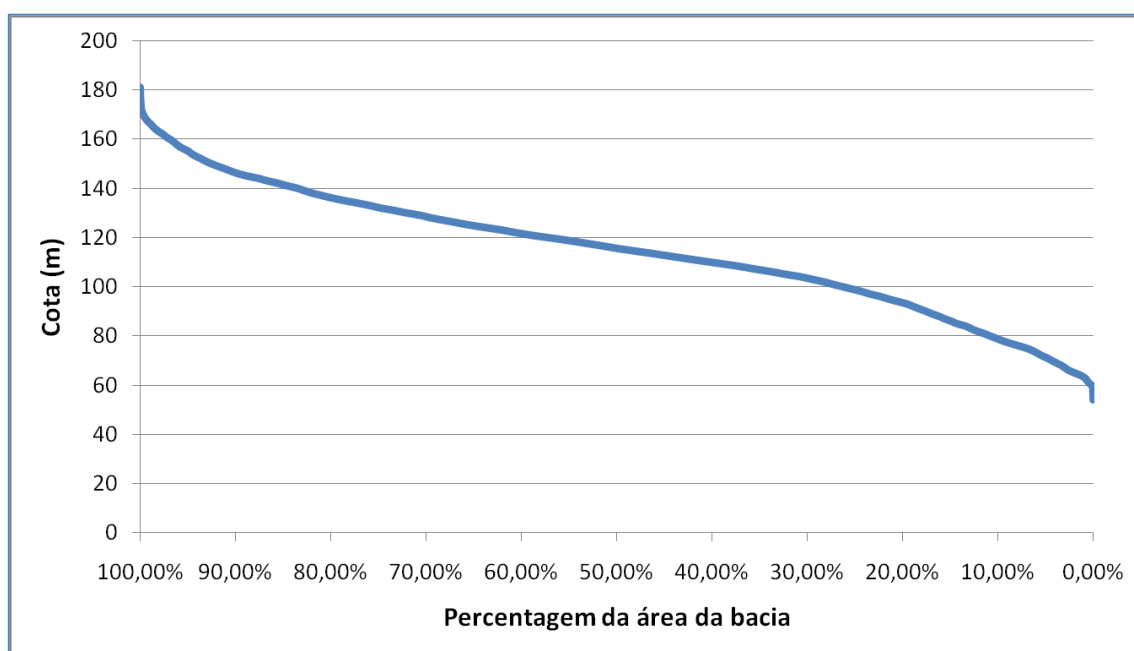


Figura 2.28. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 07.

É uma região com boa densidade de córregos e com relevo bastante acidentado. Para uma ocupação ordenada da região, em geral, são necessários investimentos em terraplenagem e drenagem pluvial de grande monta.

Sua área de drenagem abrange 5.910,71 ha com um perímetro de 37.202,50 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,35, o que indica que a bacia teria pequena tendência às inundações.

No interior do perímetro urbano, esta sub-bacia encontra-se bastante urbanizada ao sul e a oeste. A sub-bacia P07 engloba bairros recentes e forte expansão imobiliária, extrapolando os limites urbanos de Teresina. Só no Vale do Gavião (porção oriental) são quase 1.500 casas a serem finalizadas no próximo ano dentro do Programa Minha Casa, Minha Vida. Engloba também os bairros Piçarreira, Satélite, Samapi, Morros e Tabajaras, bem como o Jardim Zoobotânico da cidade, o qual contém a lagoa receptora de toda a sua contribuição e é marginal ao rio Poti. Na sua porção setentrional, ainda há boa parcela remanescente da vegetação secundária.

Os Latossolos Amarelos (pertencentes ao grupo hidrológico B) predominam na porção mais urbanizada, e representam, no total, 55% da sub-bacia, enquanto que os Alissolos (que pertencem ao grupo hidrológico D) predominam na região de cabeceira. Esta combinação de solo mais permeável, porém em uma área urbanizada, e o solo impermeável na porção de cabeceira contribui para um valor de CN mais elevado. Assim, valor do CN médio para a sub-bacia PD 07 foi estimado em 84,6.

Sub-bacia PD 08

A sub-bacia PD 08 localiza-se na porção central da cidade de Teresina (Figura 2.29), no interior do perímetro urbano da cidade.

Esta sub-bacia está inserida em uma região de gradiente topográfico relativamente suave (Figura 2.30), com cotas que variam dos 107 m, junto à cabeceira, aos 52 m, na foz (Figura 2.31).

Sua área de drenagem abrange 377,50 ha com um perímetro de 8.466,90 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,22, indicando que a bacia teria tendência às inundações.

Esta sub-bacia apresenta-se sob a forma de um leque, sendo que na parte mais estreita desta sub-bacia, a sudeste, é possível identificar que se encontra intensamente ocupada. Na faixa próxima ao rio Poti são raras as edificações, mas é possível encontrar algumas lagoas marginais e a estação de tratamento de esgotos da bacia leste da cidade.

Considerando o grau de ocupação urbana descrito acima, e que quase a totalidade do solo da sub-bacia pertence ao tipo hidrológico B, o parâmetro CN foi estimado em 81,4, em média, para a sub-bacia PD 08.

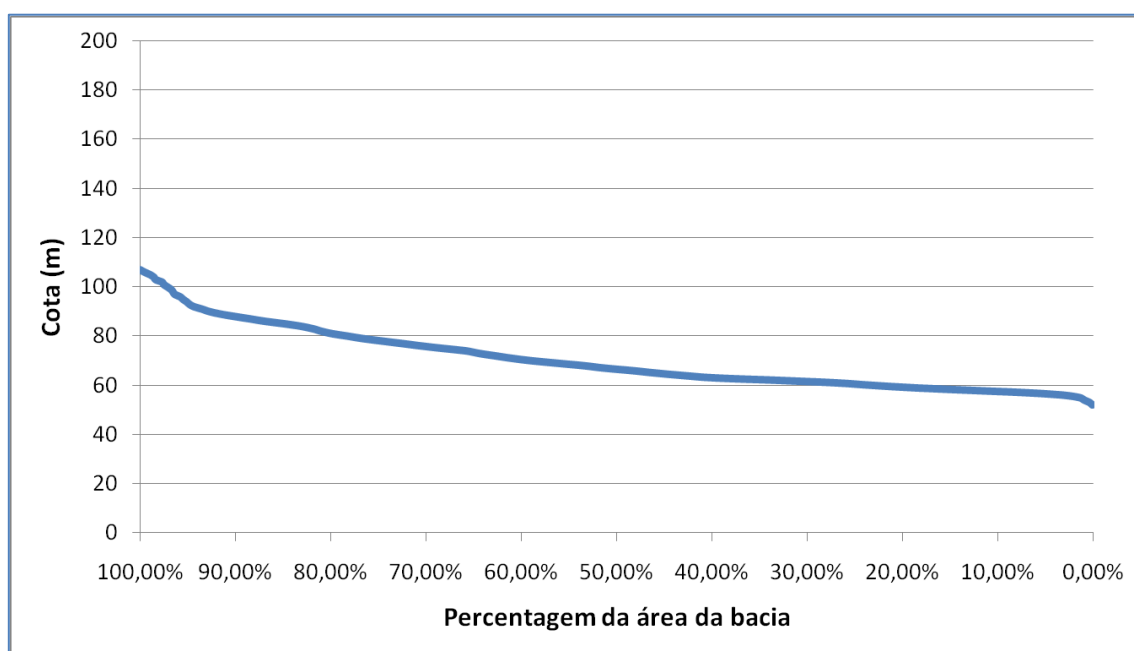


Figura 2.31. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 08.

Sub-bacia PD 09

A sub-bacia PD 09 localiza-se na porção central da cidade de Teresina (Figura 2.32), localizada no interior do perímetro urbano da cidade.

Esta sub-bacia localiza-se em uma região de gradiente topográfico relativamente suave (Figura 2.33), com cotas que variam dos 118 m, junto à cabeceira, aos 53 m, na foz (Figura 2.34).

Sua área de drenagem abrange 230,19 ha com um perímetro de 6.999,65 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,29, indicando que a bacia teria tendência às inundações.

Esta sub-bacia tem uma forma aproximadamente retangular. Ao sul desta bacia encontram-se as maiores densificações de ocupação, e ao norte é possível identificar áreas verdes preservadas, ao longo do rio Poti. O tipo de solo predominante é Latossolo Amarelo, que pertence ao grupo hidrológico B. Desta forma, o parâmetro CN médio foi estimado em 79,1.

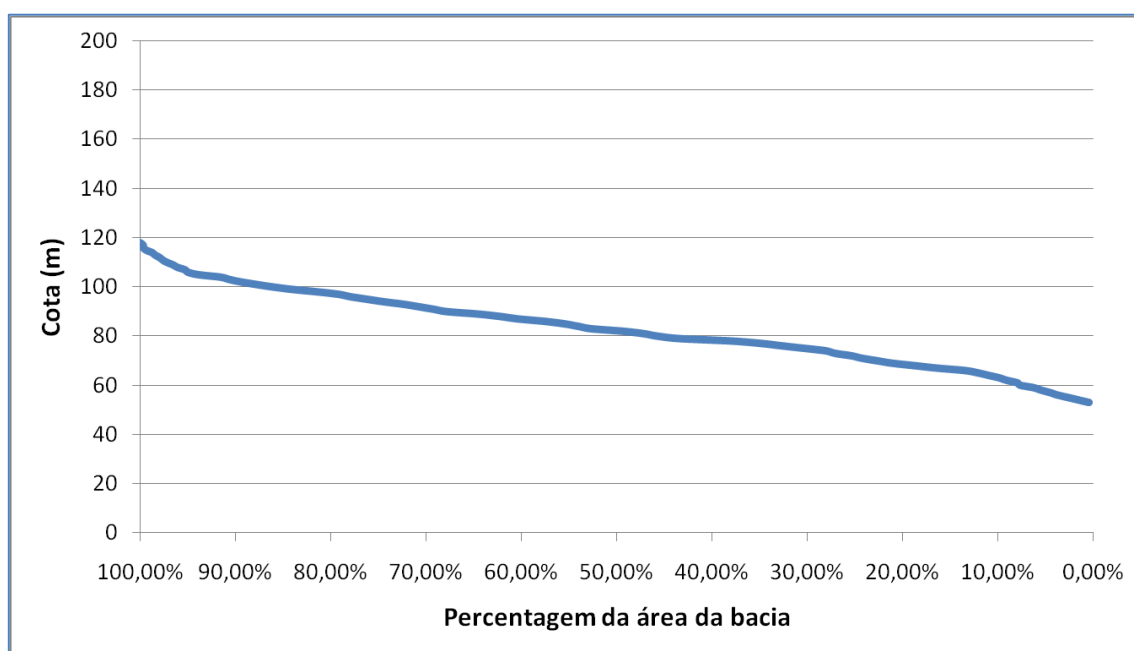


Figura 2.34. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD09

Sub-bacia PD 10

A sub-bacia PD 10 localiza-se na porção central da cidade de Teresina (Figura 2.35), no interior do perímetro urbano da cidade.

Esta sub-bacia encontra-se em uma região de gradiente topográfico relativamente suave (Figura 2.36), com cotas que variam dos 105 m, junto à cabeceira, aos 53 m, na foz (Figura 2.37).

Sua área de drenagem abrange 238,78 ha com um perímetro de 8.350,76 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,51, indicando que a bacia não apresenta tendência natural às inundações.

Os tipos de solos que ocorrem nesta sub-bacia são os Latossolos Amarelos, em 42% da área, e o restante corresponde aos solos que não puderam ser classificados pela Embrapa e que, neste trabalho, foram denominados de tipo Urbano. Os Latossolos Amarelos correspondem ao grupo hidrológico B e os solos Urbanos, correspondem ao grupo hidrológico D.

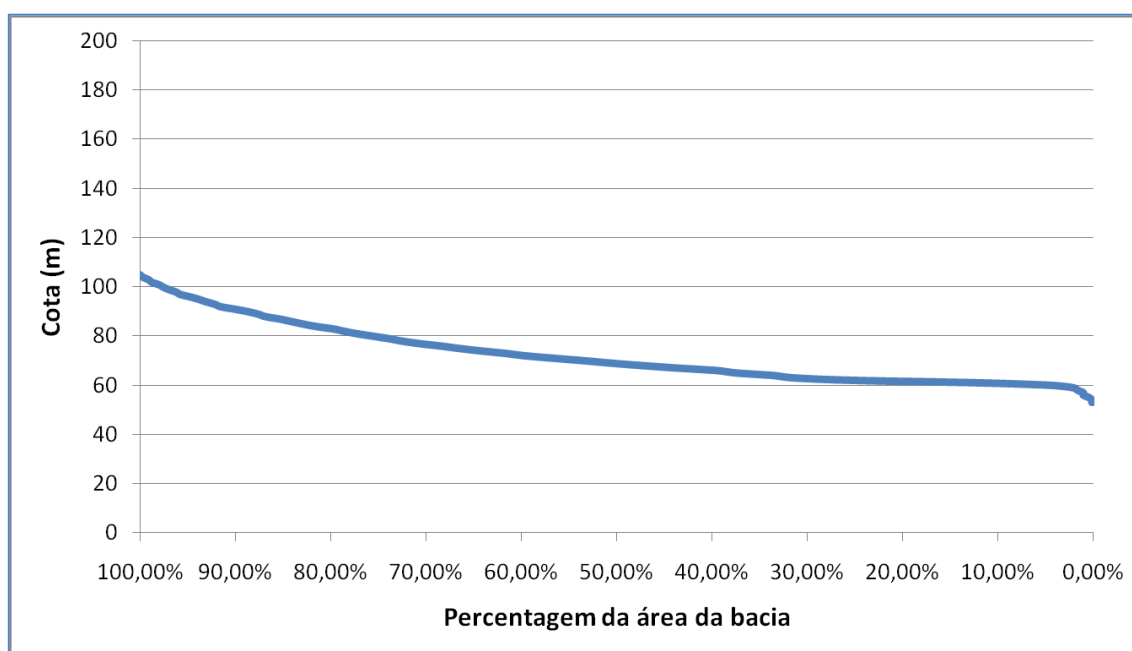


Figura 2.37. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 10.

Esta sub-bacia tem uma forma triangular, bastante alongada, com grande densificação nas regiões sul e leste, sendo que ao sul a mesma se estende em direção ao rio Poti.

Considerando os tipos de solo e a ocupação, o parâmetro CN médio foi estimado em 85,5.

Sub-bacia PD 11

Bastante heterogênea, a maior sub-bacia da área urbana de Teresina extrapola os limites do perímetro urbano. Mesmo que grande parte de sua área esteja inserida na zona urbana, alterna áreas remanescentes da vegetação nativa com ocupações muito adensadas, como no caso dos bairros Itararé (parte), São João, Santa Isabel, Vale Quem Tem e Uruguai, praticamente ocupados por residências. A sub-bacia PD11 localiza-se na porção leste da cidade de Teresina (Figura 2.38), em uma região de gradiente topográfico íngreme (Figura 2.39), com cotas que variam dos 198 m, junto à cabeceira, aos 54 m, na foz (Figura 2.40).

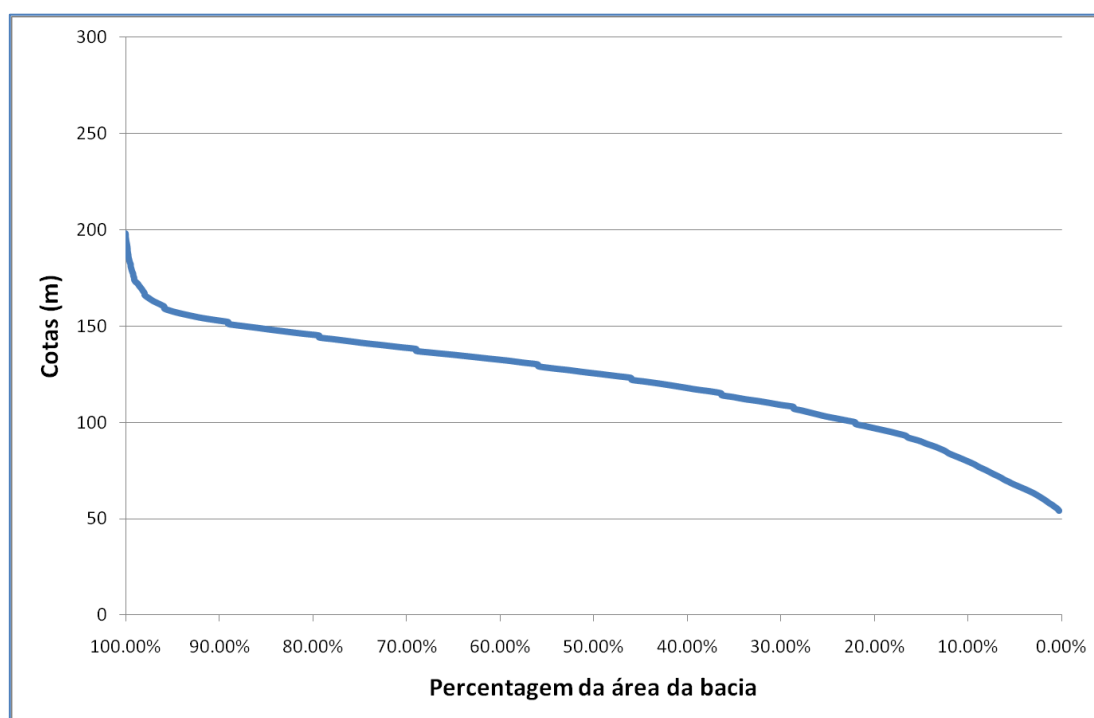


Figura 2.40. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 11.

A área de drenagem desta sub-bacia é de 8.982,82 ha, estando entre as maiores da cidade, com um perímetro de 58.693,90 m, resultando em um coeficiente de compacidade de 1,73, que indica que a bacia não apresenta tendência a inundações.

Esta sub-bacia tem forma de folha, bastante alongada, com áreas mais densamente ocupadas nas proximidades dos limites sul e norte, que se encontram no interior do perímetro urbano de Teresina.

O solo é quase totalmente do grupo hidrológico B. Cruzando as informações de solo e ocupação, o parâmetro CN médio foi calculado em 77,4.

Sub-bacia PD 12

A sub-bacia PD12 localiza-se na porção central da cidade de Teresina (Figura 2.41), totalmente inserida no perímetro urbano municipal, em uma região de gradiente topográfico bastante suave (Figura 2.42), com cotas que variam dos 125 m, junto à cabeceira, aos 53 m, na foz (Figura 2.43).

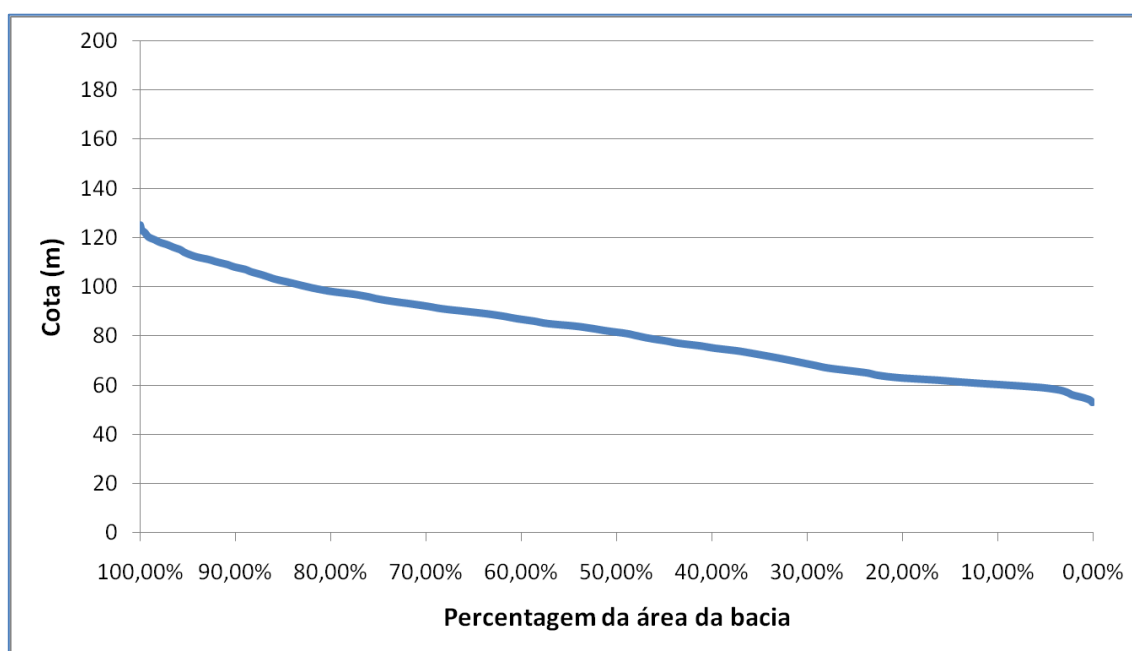


Figura 2.43. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 12.

Esta sub-bacia tem uma forma aproximadamente retangular, com uma área de drenagem de 538,13 ha e perímetro de 13.537,80 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,63, indicando que a bacia não apresenta tendência às inundações em função de sua forma. No entanto, algumas áreas estão sujeitas a inundações, como São João, por exemplo.

A sub-bacia PD 12 é cortada por importantes avenidas, encontrando-se totalmente urbanizada, com poucos remanescentes de vegetação junto às margens do rio Poti. Praticamente metade da sub-bacia pertence ao grupo hidrológico B, especialmente nas cabeceiras, e a outra metade ao grupo hidrológico D. No cruzamento das informações de uso e tipo de solo, o parâmetro CN médio para a sub-bacia foi estimado em 87,3.

Sub-bacia PD 13

A sub-bacia PD13 localiza-se na porção central da cidade de Teresina (Figura 2.44), totalmente localizada no perímetro urbano da municipal.

Esta sub-bacia localiza-se em uma região de gradiente topográfico bastante suave (Figura 2.45), com cotas que variam dos 121 m, junto à cabeceira, aos 53 m, na foz (Figura 2.46).

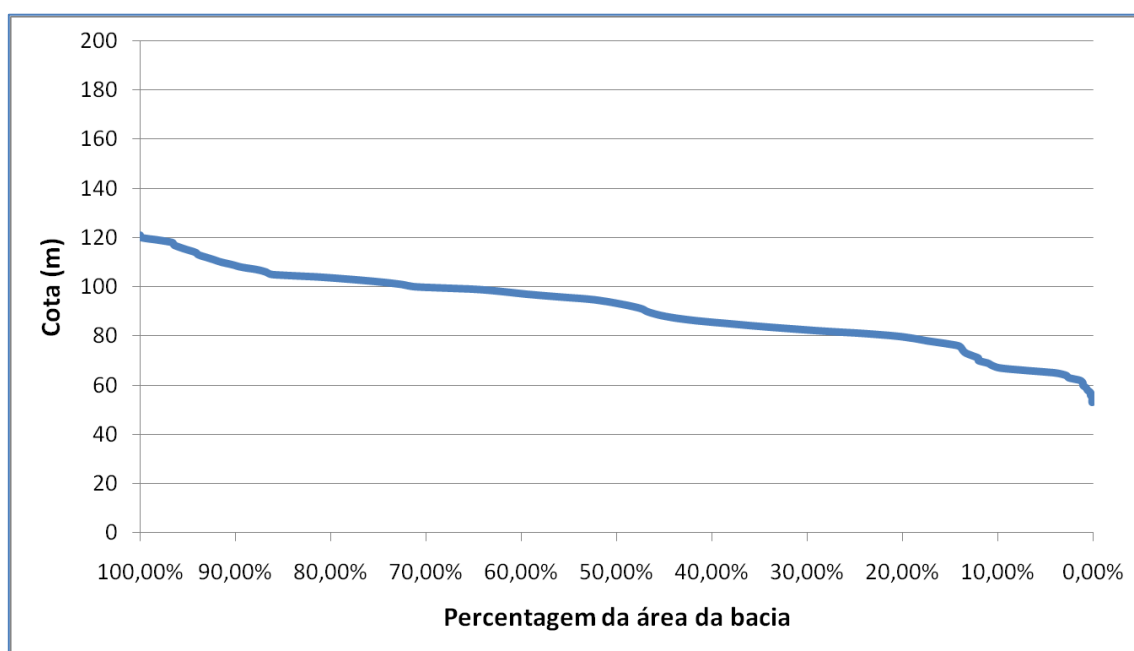


Figura 2.46. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD13

Esta sub-bacia tem uma forma retangular, bastante alongada, com uma área de drenagem de 223,73 ha, com um perímetro de 7.574,85 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,42, indicando que a bacia não apresenta tendência às inundações.

Nesta sub-bacia predomina a vegetação na maior parte da área, sendo que somente junto à cabeceira, na porção sul, são encontradas edificações em meio a áreas verdes. Considerando ainda que o solo pertença ao grupo hidrológico B, resulta em um parâmetro CN médio para a sub-bacia de 76,8.

Sub-bacia PD 14

A sub-bacia PD14 localiza-se na porção central da cidade de Teresina (Figura 2.47), totalmente localizada no perímetro urbano da municipal, junto a um segmento praticamente retilíneo do rio Poti.

Esta sub-bacia localiza-se em uma região de gradiente topográfico bastante suave (Figura 2.48), com cotas que variam dos 121 m, junto à cabeceira, aos 53 m, na foz (Figura 2.49).

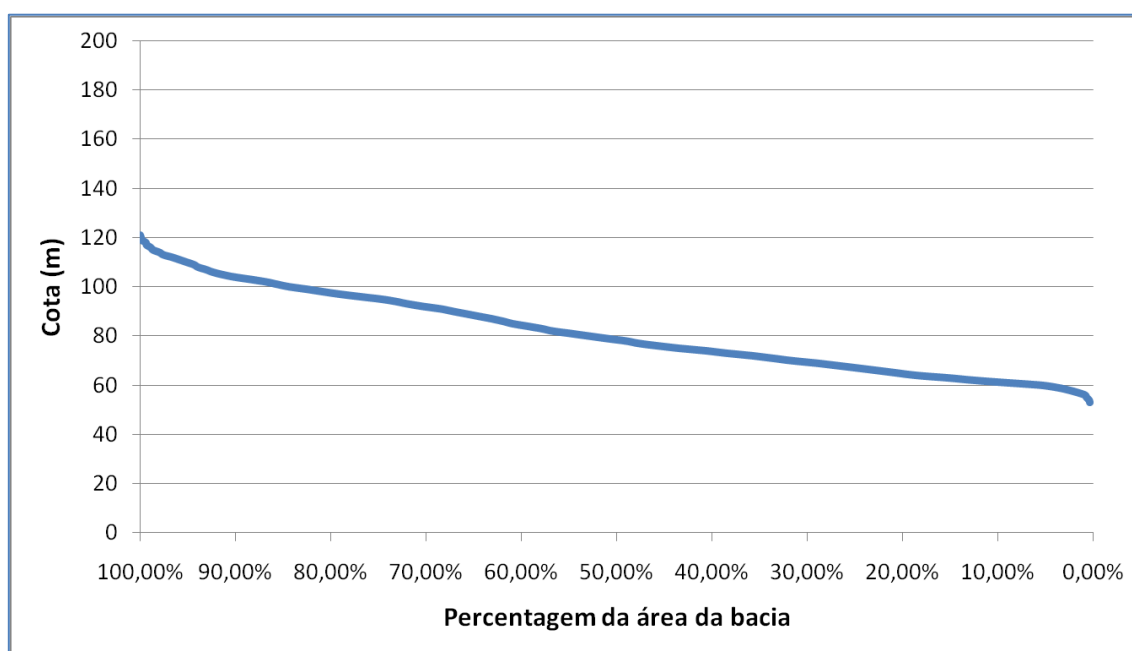


Figura 2.49. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 14.

Esta sub-bacia tem uma forma triangular alongada, com uma área de drenagem de 425,02 ha, com um perímetro de 9.828,34 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,33, indicando que a bacia não apresenta tendência às inundações.

Nesta sub-bacia predomina a ocupação urbana e os solos do grupo hidrológico D ocupam 50% da área da sub-bacia. O parâmetro CN médio foi estimado em 87,2.

Sub-bacia PD 15

A sub-bacia PD15 localiza-se na região norte da cidade de Teresina (Figura 2.50), sendo que limite do perímetro urbano da cidade praticamente corta a sub-bacia em duas regiões: uma ao norte e outra ao sul.

Dada a sua extensão longitudinal, esta sub-bacia localiza-se em uma região de gradiente topográfico suave (Figura 2.51), com cotas que variam dos 145 m, junto à cabeceira, aos 52 m, na foz (Figura 2.52).

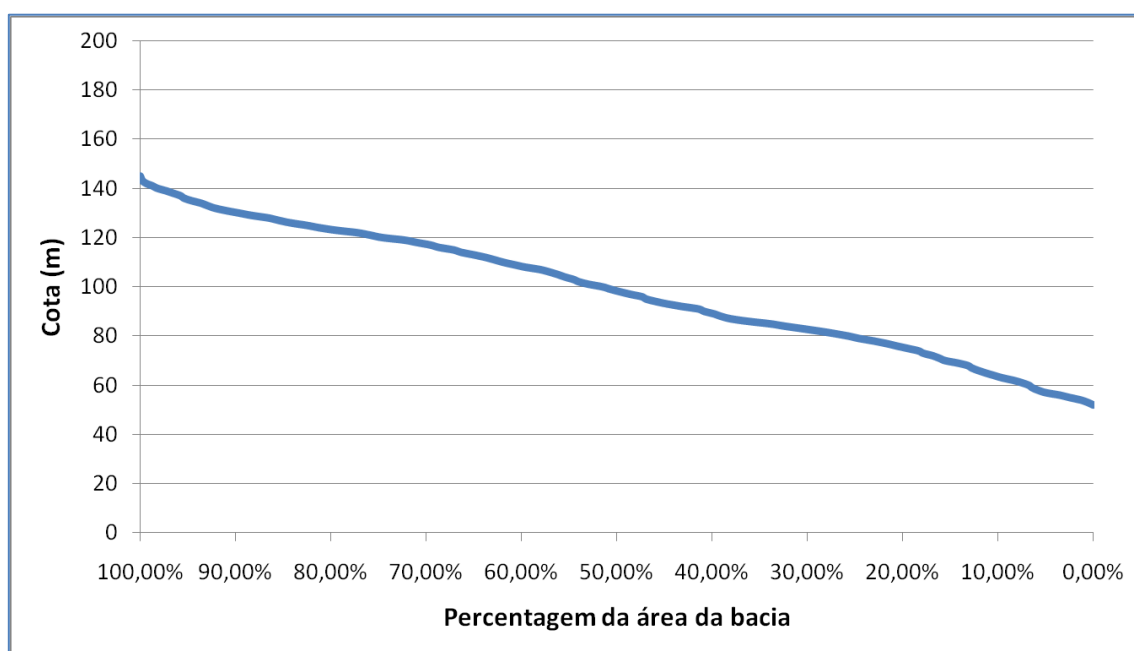


Figura 2.52. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 15.

Esta sub-bacia tem uma forma oval, com uma área de drenagem de 1.314,50 ha, com um perímetro de 16.004 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,24, indicando que a bacia apresenta pequena tendência às inundações.

Na região sudeste desta sub-bacia é possível identificar focos de urbanização, que avançam para oeste. Ao norte desta sub-bacia o principal uso do solo é o uso agrícola. O solo dominante é o Latossolo Amarelo (82% da superfície total), que pertence ao grupo hidrológico B, e o restante, especialmente nas cabeceiras, pertence ao grupo hidrológico D (Alissolos). O CN médio foi estimado em 77,6.

Sub-bacia PD 16

A sub-bacia PD16 localiza-se na região norte da cidade de Teresina (Figura 2.53), estando praticamente toda inserida no limite do perímetro urbano da cidade.

Esta sub-bacia insere-se em uma região de gradiente topográfico relativamente suave (Figura 2.54), com cotas que variam dos 126 m, junto à cabeceira, aos 52 m, na foz (Figura 2.55).

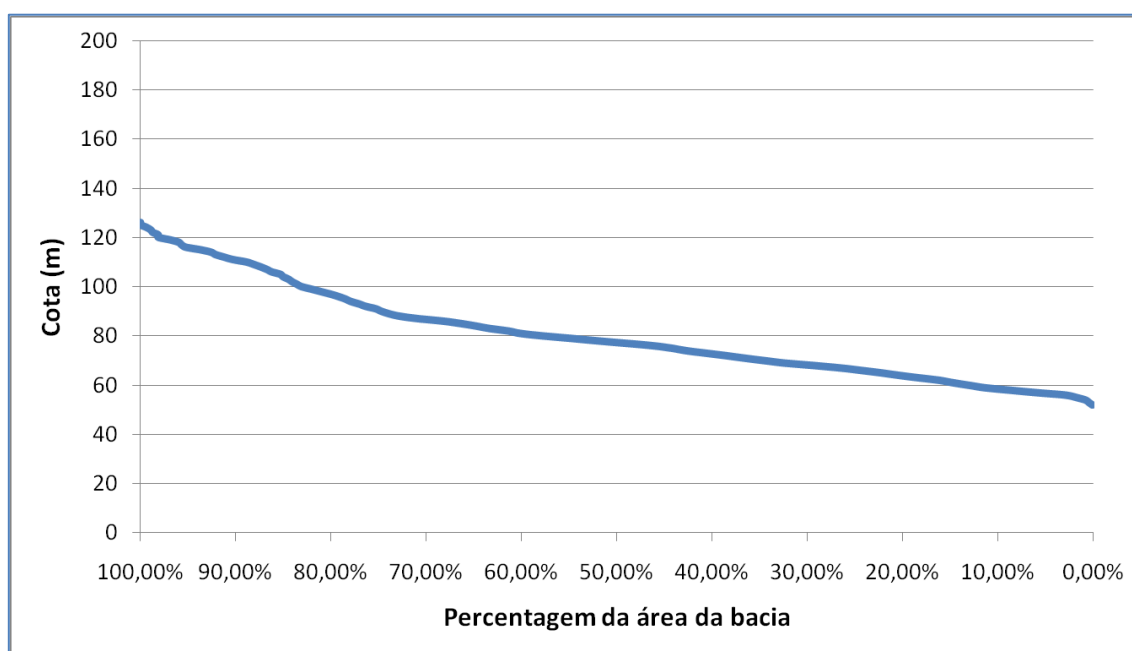


Figura 2.55. Curva Hipsométrica da sub-bacia PD 16.

Esta sub-bacia tem uma forma triangular alongada, com uma área de drenagem de 503,38 ha, com um perímetro de 10.812,40 m, apresentando um coeficiente de compacidade de 1,35, indicando que a bacia não tem tendência natural às inundações.

Com exceção da cabeceira desta sub-bacia, onde ainda é possível encontrar áreas verdes, no restante de sua extensão, predomina o uso do solo residencial, embora a ocupação seja bastante esparsa. Na região marginal do rio Poti existem algumas lagoas em meio a áreas verdes remanescentes. O tipo de solo pertence ao grupo hidrológico B e o parâmetro CN médio estimado é igual a 79,4.