

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 03
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 03
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.03/15

Conteúdo: 25 V

Relatório Final - Tomo 03.

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 03

LISTA DE FIGURAS	II
LISTA DE QUADROS	VI
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

LISTA DE FIGURAS

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

LISTA DE QUADROS

TOMO 03

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

2.2.5 Macrobaía do rio Parnaíba

Foram delimitadas, ao todo, 22 sub-bacias urbanas de Teresina que drenam em direção ao rio Parnaíba. A seguir são apresentadas as principais características de cada uma delas.

Sub-bacia P 01

A sub-bacia P 01 se localiza mais ao sul da capital do Piauí, na margem direita do rio Parnaíba. Observa-se na imagem de satélite (Figura 2.152) que a região de jusante da bacia possui pouquíssima ocupação. Ainda se observa nesta região uma série de áreas úmidas, indicando que boa parte desta região é sujeita a inundações.

Na Figura 2.153 se encontra o modelo numérico do terreno (MNT) e na Figura 2.154 a curva hipsométrica da bacia. Da análise de ambas as informações é possível identificar que se trata de uma bacia com grandes declividades, cujas cotas variam de aproximadamente 158 m a 56 m.

De acordo com a análise dos tipos de solos segundo o SiBCS, 44% dos solos da sub-bacia se classificam como Latossolos Amarelos e 56% se classificam como Alissolos (antigos Podzólico Vermelho-Amarelos). Isso significa as mesmas porcentagens de solos hidrológicos B e D na sub-bacia, respectivamente.

O coeficiente de compacidade da bacia, no valor de 1,29, é um valor médio, não indicando grande disposição a cheias rápidas, enquanto que seu CN chega ao valor de 78,6.

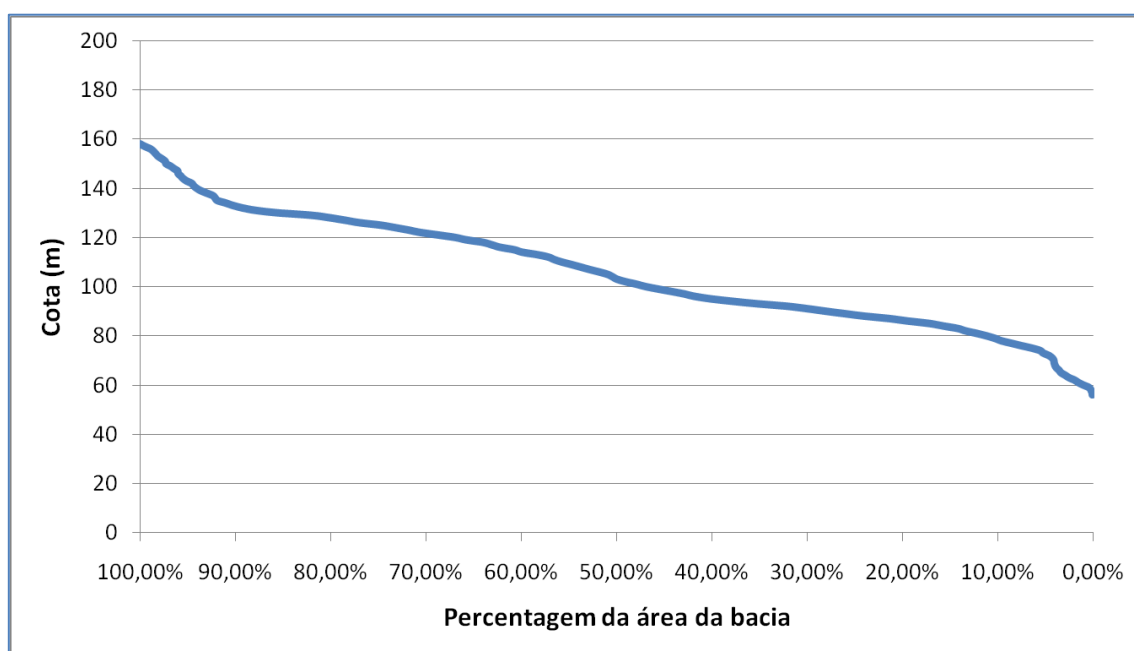


Figura 2.154. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 01.

Sub-bacia P 02

Na Figura 2.155 observa-se a imagem de satélite IKONOS da sub-bacia P 02. Semelhante à sub-bacia P 01, a urbanização se concentra na região da cabeceira, a montante da Av. Henry Wall de Carvalho, enquanto que a jusante da mesma constata-se a presença de lagoas e ocorrência de áreas úmidas. Desta forma, pode-se inferir que a citada avenida possivelmente atue como um dique.

Na Figura 2.156, que mostra o MNT da bacia, e ainda na curva hipsométrica (Figura 2.157), se observa que a amplitude entre as cotas na sub-bacia é baixa, tratando de uma área relativamente plana. A área da sub-bacia é de 141 hectares.

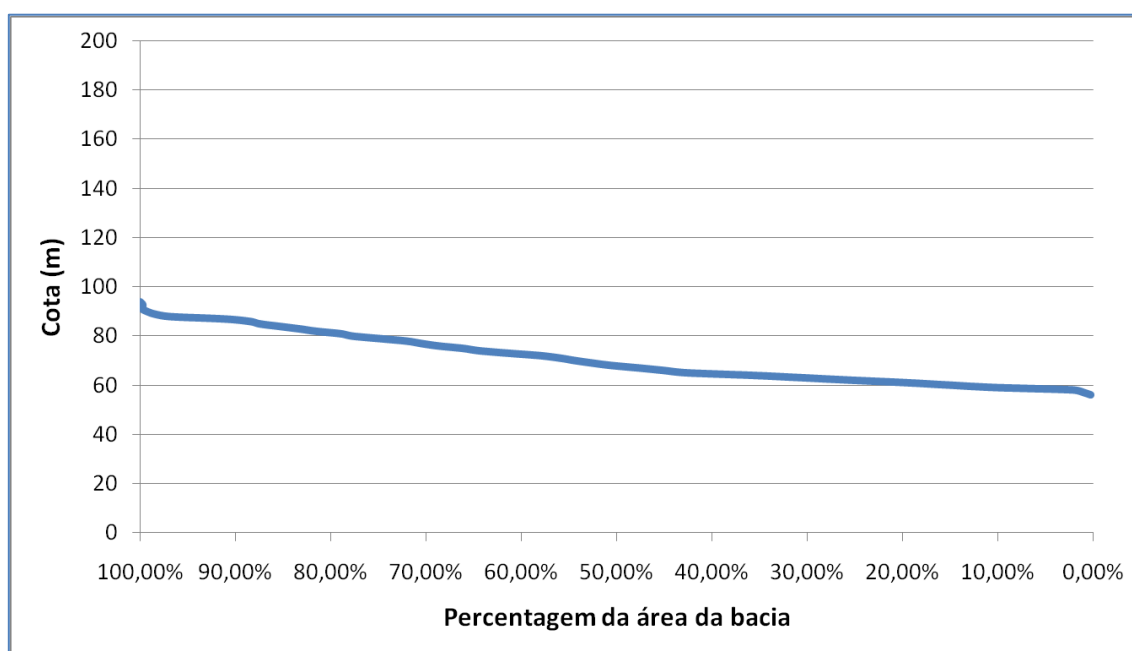


Figura 2.157. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 02.

Considerando que os solos na bacia são classificados na totalidade como Alissolos, e que correspondem ao grupo hidrológico D, o CN da bacia atingiu o valor de 88, ou seja, trata-se de uma bacia com alto grau de impermeabilização natural em função do seu tipo de solo.

Quanto ao coeficiente de compacidade, este assume o valor de 1,21 o que a caracteriza como uma bacia com susceptibilidade média a enchentes naturais.

Sub-bacia P 03

Nesta sub-bacia, a ocupação do território não tem um padrão definido, alternando locais urbanizados com grandes áreas ainda desabitadas (Figura 2.158). A área da sub-bacia é de 532,8 ha.

A análise do relevo da bacia (Figura 2.159) e da curva hipsométrica (Figura 2.160) mostra que as cotas variam entre 57 m e 136 m, aproximadamente. Desta forma, o relevo da bacia pode ser considerado como acentuado.

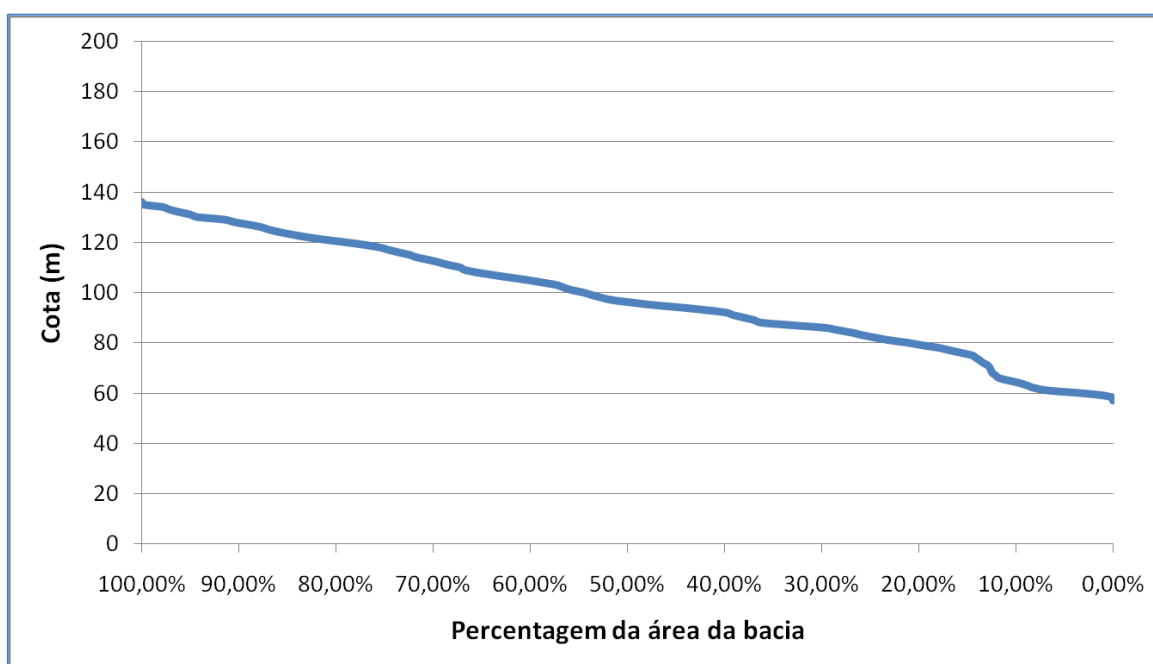


Figura 2.160. Curva Hipsométrica da sub-bacia P03

Quanto ao tipo de solo, 96% da bacia se classificam dentro do grupo hidrológico D, uma vez que se trata de uma região onde predominam os Alissolos, com muito pequena proporção de Latossolos Amarelos. Em vista disso, consiste em uma bacia naturalmente impermeável.

Em função do tipo de solo e a ocupação da mesma, o CN determinado para a mesma possui o valor de 88,8.

O coeficiente de compacidade da bacia, estimado em 1,48, não reflete a real propensão a cheias na bacia. A sua forma se assemelha muito a um funil, uma vez que sua cabeceira é circular e a parte de jusante é retangular. Nestas condições se prevê que na parte superior as águas chegam ao mesmo tempo “na boca do funil”, criando uma situação especialmente complicada para as cheias.

Sub-bacia P 04

A sub-bacia P 04 é relativamente pequena, com uma área 193 hectares. A proporção de solos dos grupos hidrológicos B e D é aproximadamente a mesma, sendo que na cabeceira predominam os solos mais impermeáveis (solo hidrológico D, ou Alissolos, segundo o SiBCS) e, na parte baixa, predominam os solos com impermeabilidade menor.

Na análise da imagem de satélite (Figura 2.161) verifica-se que a urbanização acontece a montante da Av. Henry Wall de Carvalho, e que a jusante desta avenida predominam áreas úmidas e lagoas, indicando que a região de jusante sofre constantes inundações do rio Parnaíba. Em vista disso, a ocupação desta última área deve ser desaconselhada.

O relevo da sub-bacia, caracterizado pelo MNT (Figura 2.162) e pela curva hipsométrica (Figura 2.163), justifica a ocupação da sub-bacia, uma vez que as cotas a montante da Av. Henry Wall de Carvalho são relativamente altas, tratando-se de uma área íngreme, enquanto que a jusante trata-se de uma área relativamente plana.

As características anteriores indicam que se trata de uma sub-bacia crítica quanto à drenagem, uma vez que pela própria urbanização e solos mais impermeáveis a montante, se obtém grande volume de escoamento superficial que pode atingir altas velocidades devido às grandes declividades, para ter a sua drenagem prejudicada a jusante (área plana). O coeficiente de compacidade, no valor de 1,23, caracteriza ainda que, pela sua forma, a sub-bacia apresenta baixa susceptibilidade a cheias.

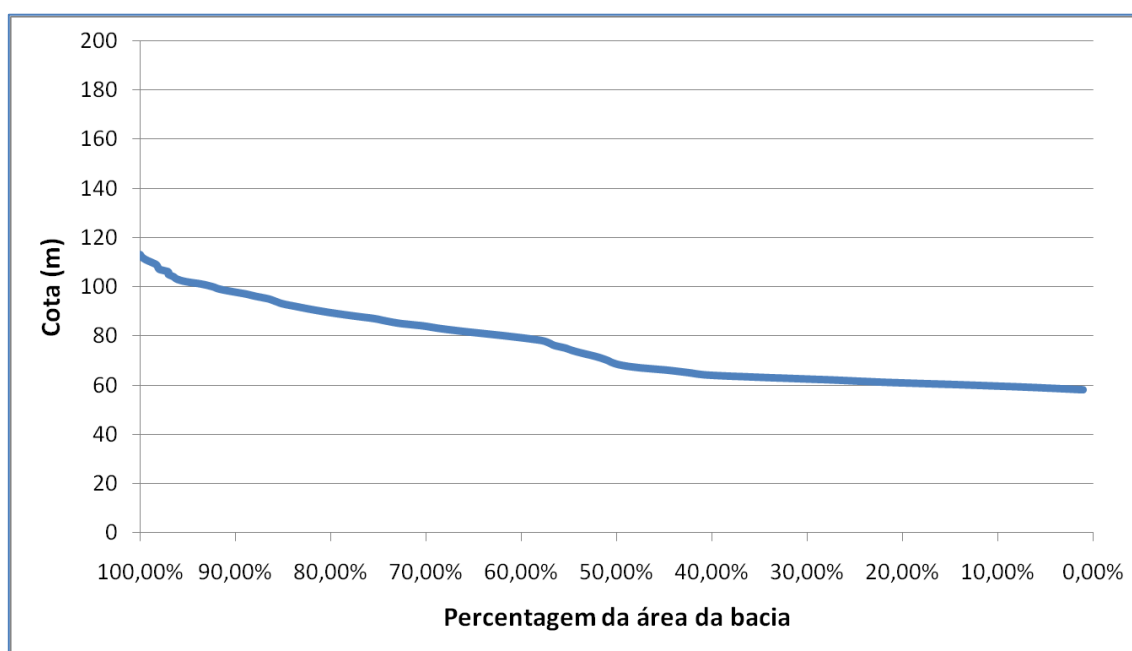


Figura 2.163. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 04.

Sub-bacia P 05

A sub-bacia P 05 com seus 211 hectares e forma alongada, justifica o coeficiente de compacidade alto, na ordem de 1,58, e que indica a sua baixa susceptibilidade a cheias, em função da forma.

A urbanização ocupa grande parte da bacia (Figura 2.164) especialmente a montante da Av Henry Wall de Carvalho, embora ainda existam glebas e locais com predominância de vegetação.

Predominam os Alissolos na sub-bacia (70% da área), enquanto que os Latossolos Amarelos, que pertencem ao grupo hidrológico B do SCS, representam os 30% restantes. Os solos mais impermeáveis se localizam na região de montante desta sub-bacia com alta declividade (Figura 2.165) nos seus trechos na cabeceira e na parte de jusante (Figura 2.166).

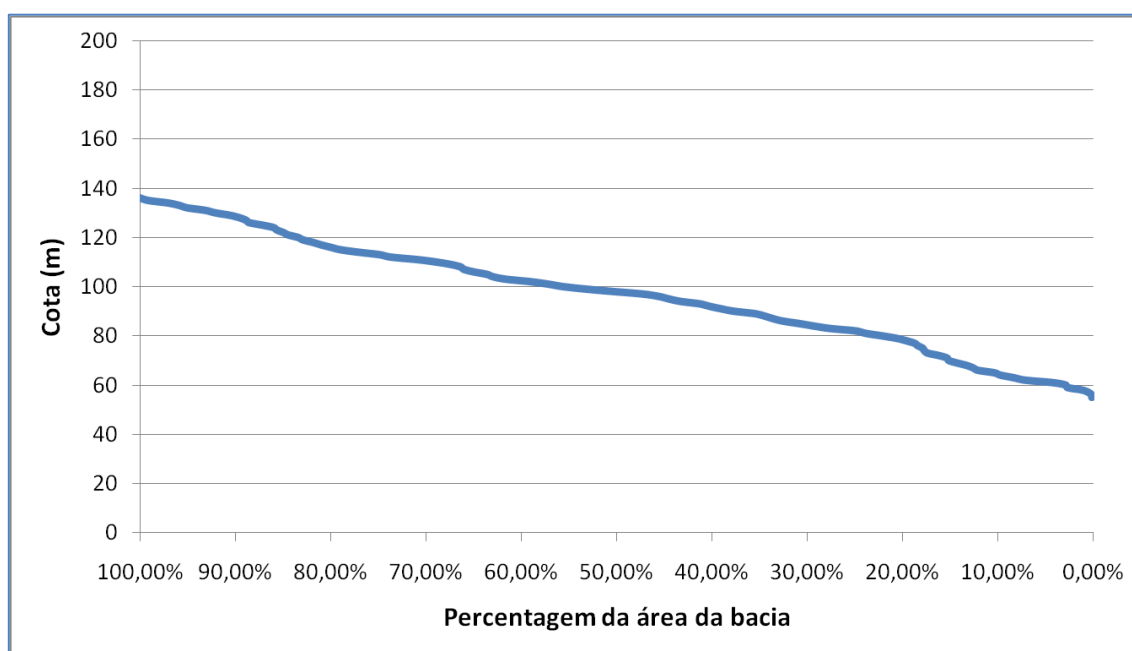


Figura 2.166. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 05.

Assim, infere-se que é uma sub-bacia crítica para inundações em função do solo e ocupação, embora esteja favorecida pela sua forma para minimizar o problema de enchentes.

O parâmetro Curva Número do método SCS foi estimado em 86,5.

Sub-bacia P 06

A sub-bacia P 06 apresenta características muito semelhantes à P 05, com área de 223 hectares, forma alongada, e urbanização a montante da Av. Henry Wall de Carvalho (Figura 2.167). Os Alissolos ainda predominam (60% da sub-bacia), no entanto, a proporção de Latossolos Amarelos chega a 40% da área da sub-bacia. Desta forma, trata-se de uma sub-bacia com grande porcentagem de impermeabilidade e urbanização concentrada em sua porção de montante.

Diferencia-se pouco da sub-bacia P 05, visto que as declividades na P 06 são levemente menores (Figura 2.168 - MNT e Figura 2.169 - Curva hipsométrica) e o parâmetro Curva Número (CN) atinge o valor de 88,6.

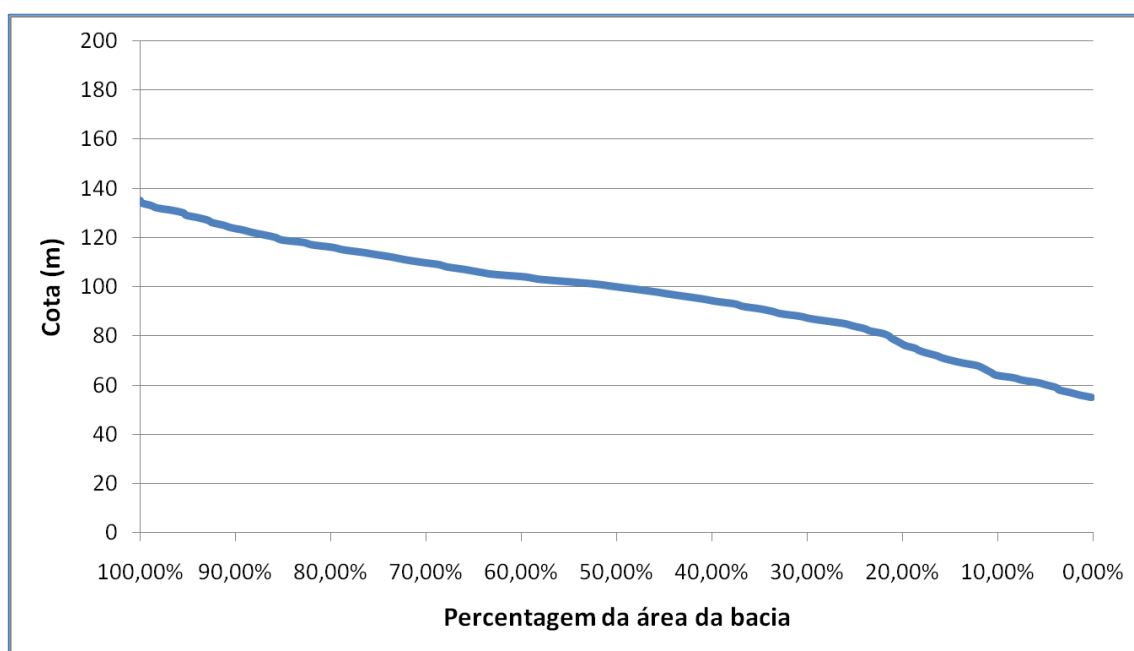


Figura 2.169. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 06.

Sub-bacia P 07

Os 264,3 ha da sub-bacia P 07 se distribuem em forma retangular na região Sul de Teresina. A urbanização se localiza principalmente a montante da Av. Henry Wall de Carvalho (Figura 2.170) e é composta majoritariamente por residências. No entanto, a jusante da referida avenida, se localizam construções de grande porte (Ex. indústrias, centros de distribuição, etc.) em regiões mais propensas à inundação.

As cotas na sub-bacia variam de quase 133 m, na parte de montante, até aproximadamente 55 m na região de jusante (Figura 2.171). Na curva hipsométrica se observa uma inflexão nas cotas inferiores próximo da cota 74 m (Figura 2.172), que indica claramente a diferença entre a região a montante e jusante da Av. Henry Wall de Carvalho.

O coeficiente de compacidade desta bacia é menor que as P 05 e P 06, no entanto, claramente pela sua forma retangular, difere bastante da unidade, o que lhe outorga relativamente baixa suscetibilidade a inundações.

Predominam em 75% da área desta sub-bacia os Latossolos Amarelos (grupo hidrológico B), enquanto que os Alissolos (grupo hidrológico D) ocupam os 25% restantes. O parâmetro Curva Número médio da sub-bacia foi estimado em 84,7.

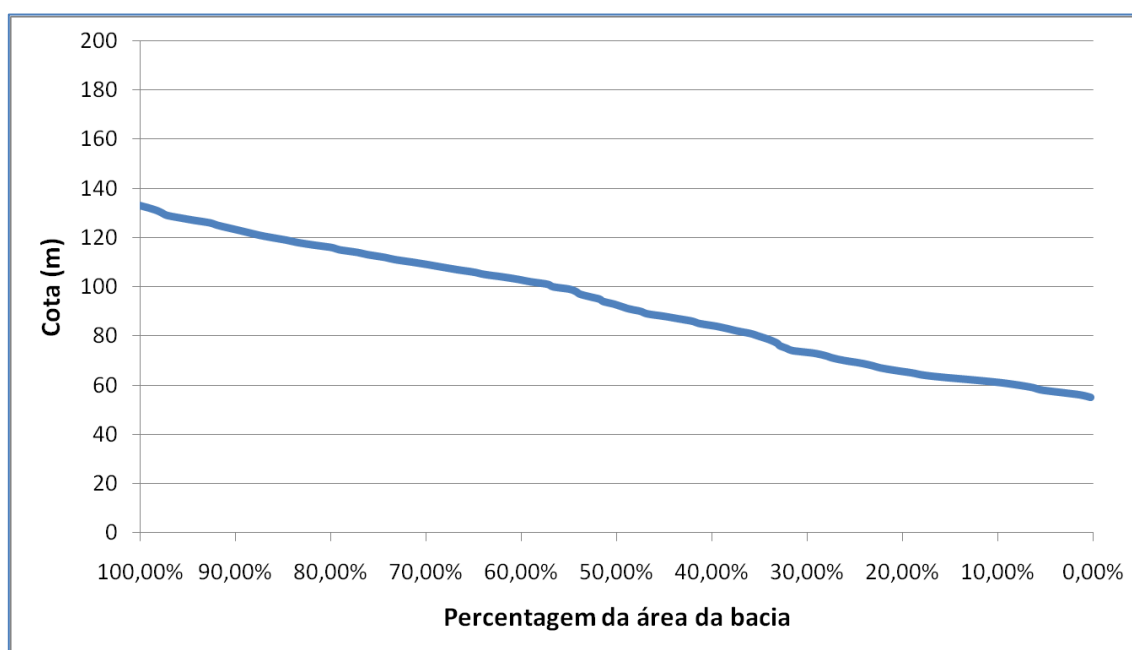


Figura 2.172. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 07.

Sub-bacia P 08

Nesta sub-bacia a região de montante se encontra entre as áreas mais urbanizadas (Figura 2.173). No entanto, a Av. Henry Wall de Carvalho não atua mais como “dique”, uma vez que seu traçado segue mais ao leste da localização inicial e já não divide claramente as regiões baixa e alta da sub-bacia (Figura 2.174).

A curva hipsométrica (Figura 2.175) mostra que as cotas variam entre 128m e 56m. O coeficiente de compacidade é igual a 1,62, o que reflete a forma alongada e pouco susceptível a inundações.

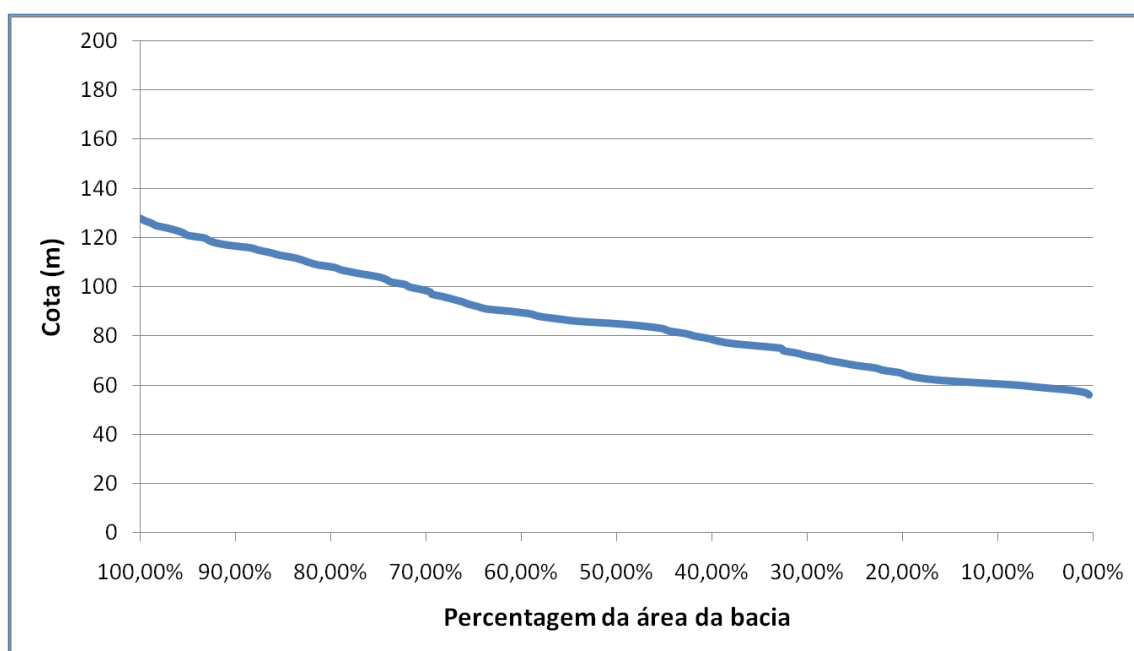


Figura 2.175. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 08.

O tipo de solo predominante é o grupo hidrológico B, com mais de 82% da área, enquanto que as cabeceiras se enquadram dentro do grupo hidrológico mais impermeável (grupo hidrológico D).

O parâmetro Curva Número foi estimado em 84,5 em função da ocupação e tipos de solo.

Sub-bacia P 09

A sub-bacia P 09 possui forma retangular, próxima a um quadrado. A sua área é de 372,6 hectares e seu coeficiente de compacidade é igual a 1,21.

Conforme observado na imagem de satélite (Figura 2.176) há uma distribuição irregular da população dentro da bacia. Como questão importante, deve-se mencionar que nesta sub-bacia começa a Av. Maranhão, que, de acordo com os registros existentes, se constitui no dique de proteção de Teresina contra cheias do rio Parnaíba, projetado pelo DNOS. Lamentavelmente, não há registros em nenhum organismo do referido projeto e o sistema é caracterizado em função das informações disponíveis.

Como pode-se observar na Figura 2.177 (MNT) e na Figura 2.178 (Curva hipsométrica), as cotas variam entre 43 m e 121 m, sendo que as partes mais baixas, a partir da cota de 53 m, se localizam a jusante da Rua Cajuzeiro (Rua “A”).

A caracterização pedológica indica que a bacia está composta por 77% de Latossolos Amarelos (grupo hidrológico B), e o restante da bacia, especialmente nas regiões de cabeceira, corresponde ao tipo hidrológico D.

Em função das características do tipo e uso do solo, o parâmetro CN foi estimado em 82,7.

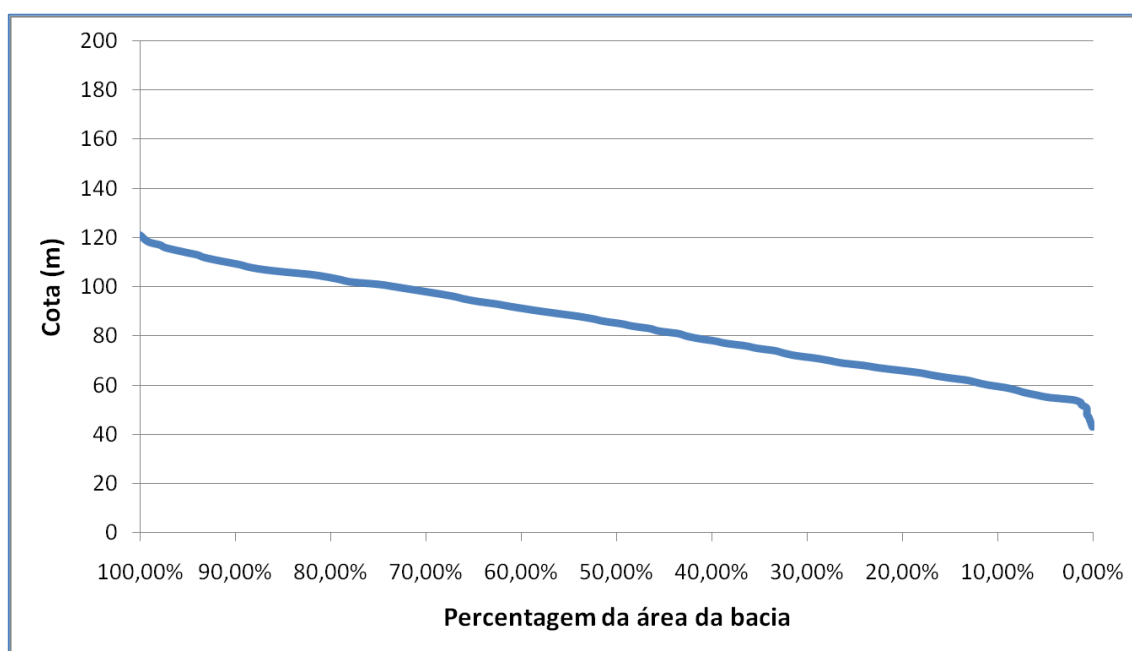


Figura 2.178. Curva Hipsométrica da sub-bacia P09

Sub-bacia P 10

A sub-bacia P 10 apresenta uma área de 247,65 ha e encontra-se praticamente toda urbanizada, conforme pode ser visto na Figura 2.179, com exceção de pequenas áreas de solo exposto a montante da sub-bacia e áreas alagadiças a jusante, nas proximidades da margem do rio Parnaíba.

Conforme pode ser visto na Figura 2.180 e na curva hipsométrica mostrada na Figura 2.181, as cotas variam entre 107 m e 55 m, apresentando declividades suaves.

O coeficiente de compacidade desta sub-bacia, igual a 1,22, indica leve susceptibilidade a inundações naturais.

Na sub-bacia P 10, 95% dos solos são do grupo hidrológico D. Desta forma, quando considerado o tipo de solo juntamente com a alta urbanização da sub-bacia, resulta em um parâmetro Curva Número médio de 90,3.

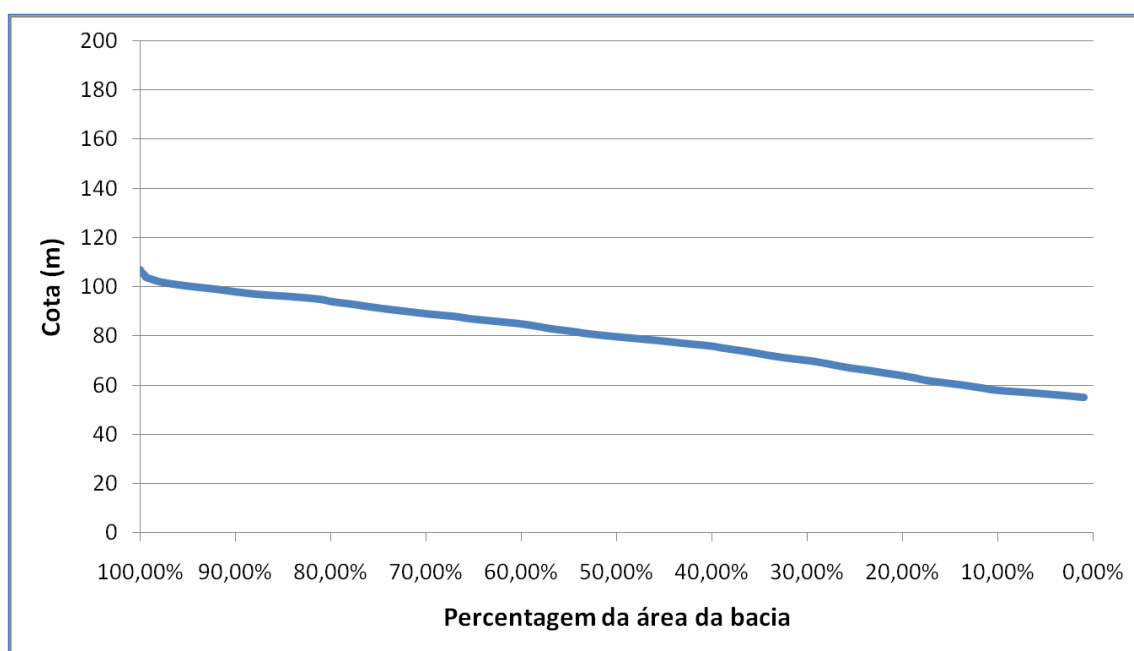


Figura 2.181. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 10.

Sub-bacia P11

Abrangendo uma área de 238,65 ha, a sub-bacia P 11 apresenta urbanização consolidada em praticamente toda a sua superfície, com exceção de pequenas áreas na parte mais baixa, com ocorrência de algumas lagoas e áreas alagadas, conforme se observa na Figura 2.182.

O coeficiente de compacidade resultante para esta sub-bacia, de valor igual a 1,3, sugere que esta não apresenta tendências naturais a inundações, em virtude de seu formato.

A exemplo da sub-bacia vizinha P 10, conforme pode ser visto na Figura 2.183 e na curva hipsométrica mostrada na Figura 2.184, as cotas variam entre 101 m e 55 m, apresentando declividades suaves.

A sub-bacia P 11 possui 100% dos solos pertencentes à categoria do grupo hidrológico D. Desta forma, considerando o tipo de solo com uso e ocupação do território, o parâmetro Curva Número médio foi estimado para a sub-bacia em 90,7.

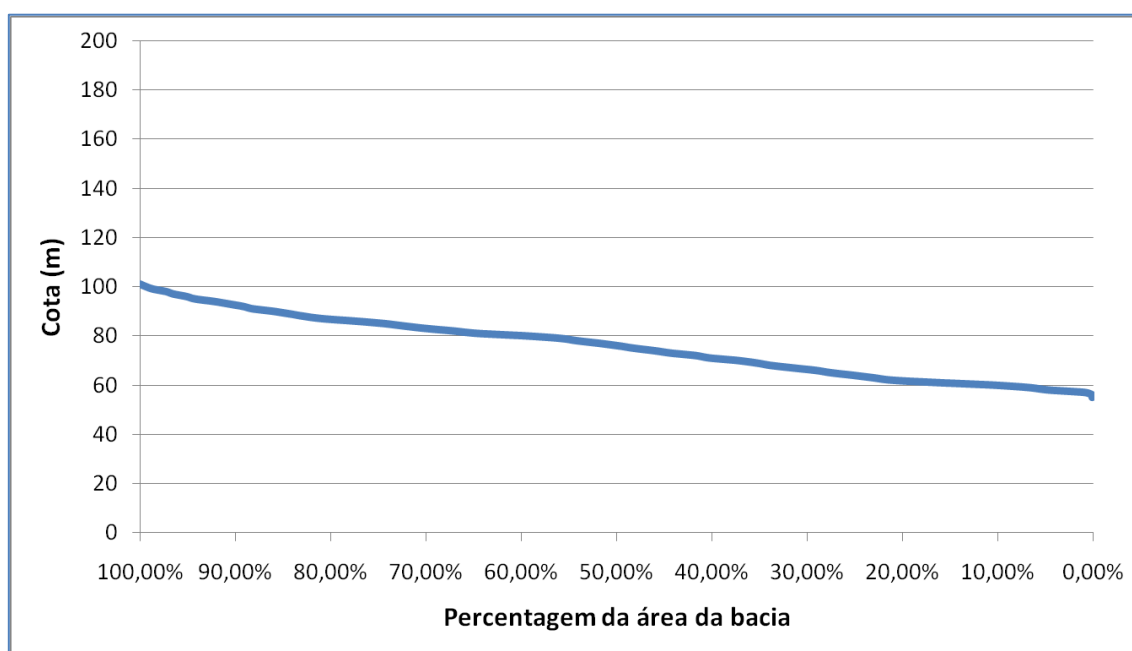


Figura 2.184. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 11.

Sub-bacia P 12

Abrangendo uma área de 200 ha, a sub-bacia P 12 apresenta urbanização consolidada em praticamente toda a sua superfície, com exceção de pequenas áreas verdes na parte mais baixa, conforme observa-se na Figura 2.185.

Conforme pode ser visto no modelo numérico do terreno da Figura 2.186 e na curva hipsométrica, mostrada na Figura 2.187, as cotas na sub-bacia P 12 variam em torno de 103 m até em torno de 55 m, apresentando declividades suaves.

O coeficiente de compacidade desta sub-bacia, igual a 1,22, indica leve susceptibilidade a inundações naturais.

A totalidade dos solos desta bacia pertence ao grupo hidrológico D. Com o cruzamento da informação de uso e ocupação do solo com a do tipo de solo, foi estimado o parâmetro CN médio para esta sub-bacia em 90,5.

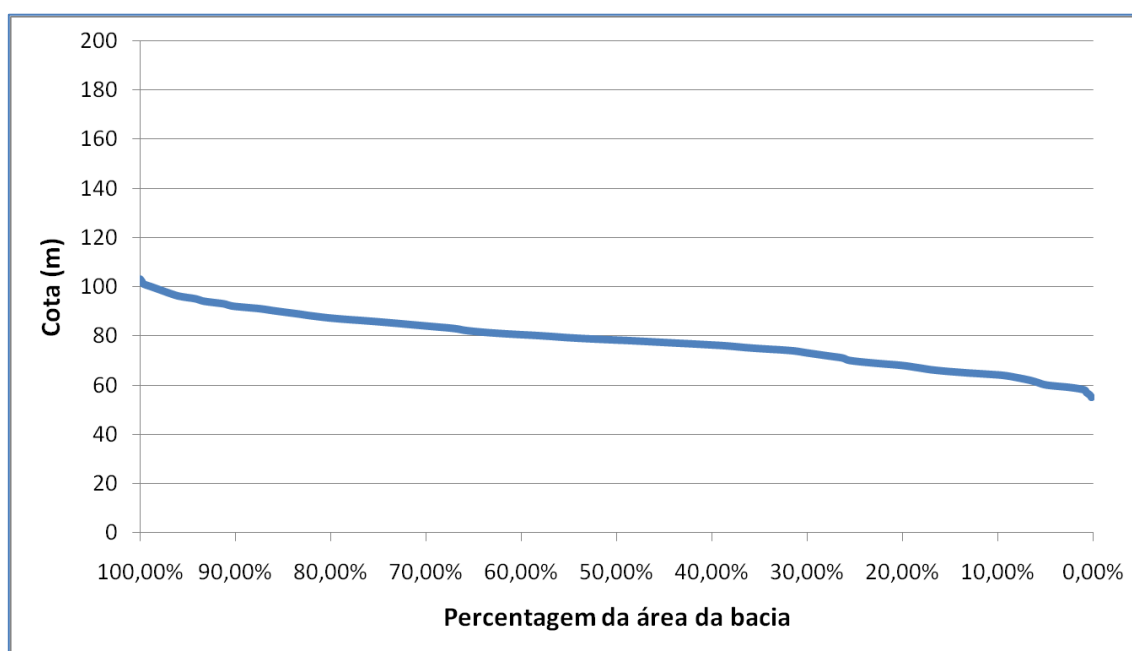


Figura 2.187. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 12.

Sub-bacia P 13

A sub-bacia P 13 apresenta uma área de 239,12 ha e encontra-se intensamente urbanizada, conforme pode ser visto na Figura 2.188, com ocorrência de pequenos espaços arborizados.

Conforme pode ser visto na Figura 2.189 e na curva hipsométrica mostrada na Figura 2.190, as cotas variam entre 86 m e 57 m, apresentando declividades suaves.

O coeficiente de compacidade desta sub-bacia, igual a 1,25, indica leve susceptibilidade a inundações naturais, em virtude de seu formato similar ao de um funil, com estreitamento na parte de jusante.

A sub-bacia P 13 possui 100% dos solos pertencentes à categoria do grupo hidrológico D. Desta forma, considerando o tipo de solo e o uso e ocupação da área superficial o parâmetro CN médio para esta sub-bacia foi estimado em 90,9.

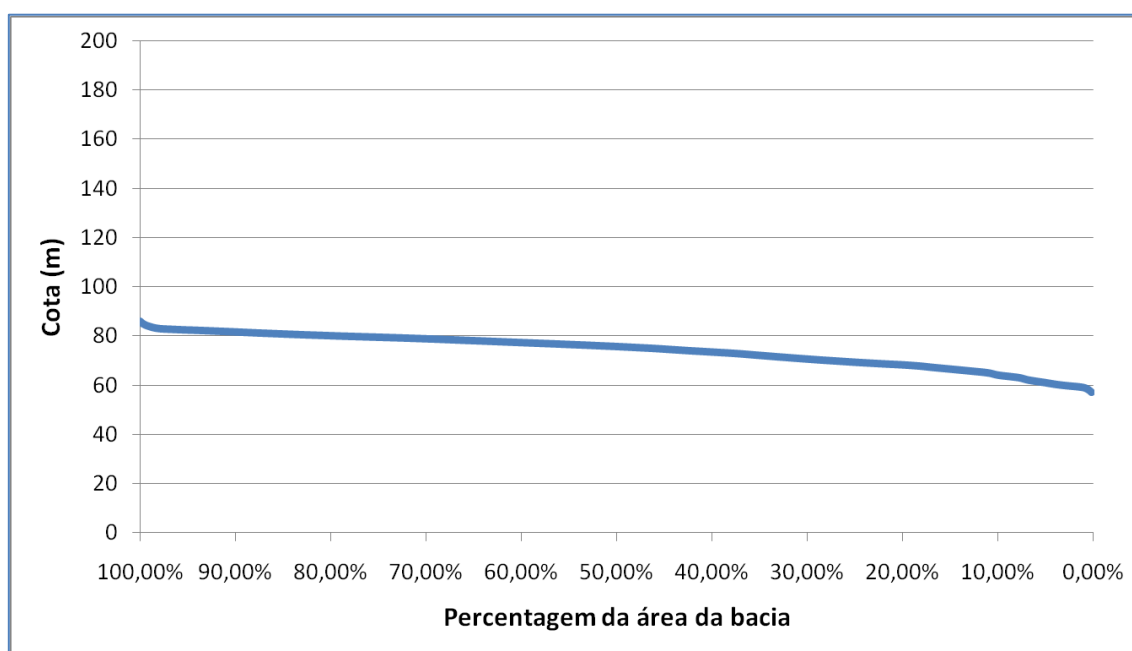


Figura 2.190. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 13.

Sub-bacia P 14

A sub-bacia P 14 perfaz uma área de 168,15 ha totalmente urbanizada, abrangendo parte do centro da cidade de Teresina, conforme ilustrado pelo recorte da imagem de satélite apresentado na Figura 2.191.

O valor do coeficiente de compacidade, igual a 1,17, indica susceptibilidade a inundações naturais. Além disso, as áreas planas (Figura 2.192) e as baixas declividades, com cotas variando em torno de 81 m a 54 m, conforme ilustra a curva hipsométrica da Figura 2.193, podem dificultar o escoamento das águas pluviais, configurando uma situação crítica para a drenagem.

O solo da sub-bacia foi classificado na sua totalidade dentro do grupo hidrológico D, ou seja, o tipo de solo mais impermeável dentre as categorias do SCS. O parâmetro CN foi estimado em 89,8.

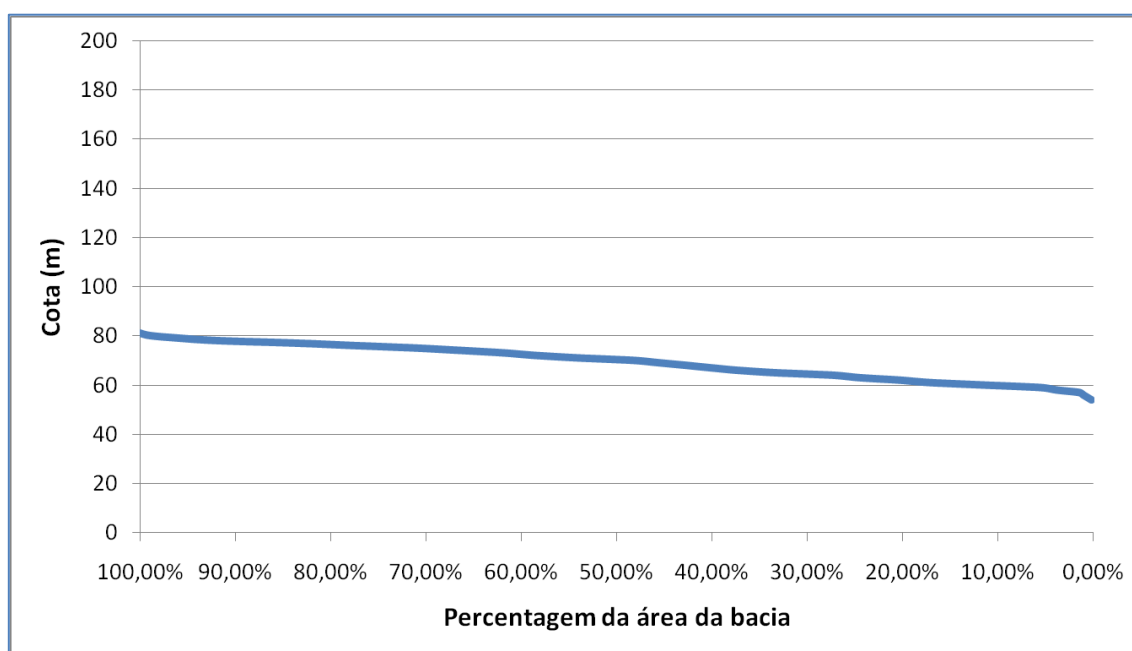


Figura 2.193. Curva Hipsométrica da sub-bacia P14

Sub-bacia P 15

Localizada na porção norte da área urbana de Teresina e abrangendo uma área de 112,74 ha, a sub-bacia P 15 apresenta urbanização consolidada na porção de montante e áreas verdes e de ocupação esparsa na parte mais baixa, conforme se observa na Figura 2.194.

De acordo com as cotas de elevação da Figura 2.195 e a curva hipsométrica, mostrada na Figura 2.196, as cotas na sub-bacia P 15 variam em torno de 82 m até em torno de 53 m, apresentando declividades bastante suaves.

O coeficiente de compacidade desta sub-bacia, igual a 1,57, indica que esta não apresenta susceptibilidade natural a inundações.

Nesta sub-bacia, os solos dos grupos hidrológicos B e D se distribuem quase em forma semelhante, uma vez que suas porcentagens são respectivamente 44% e 56%. Os solos mais permeáveis (solos tipo B) se localizam na região de jusante. Além disso, por possuir áreas menos urbanizadas, apresenta um valor de CN menor que as sub-bacias anteriores. O valor de CN estimado médio foi 87,2.

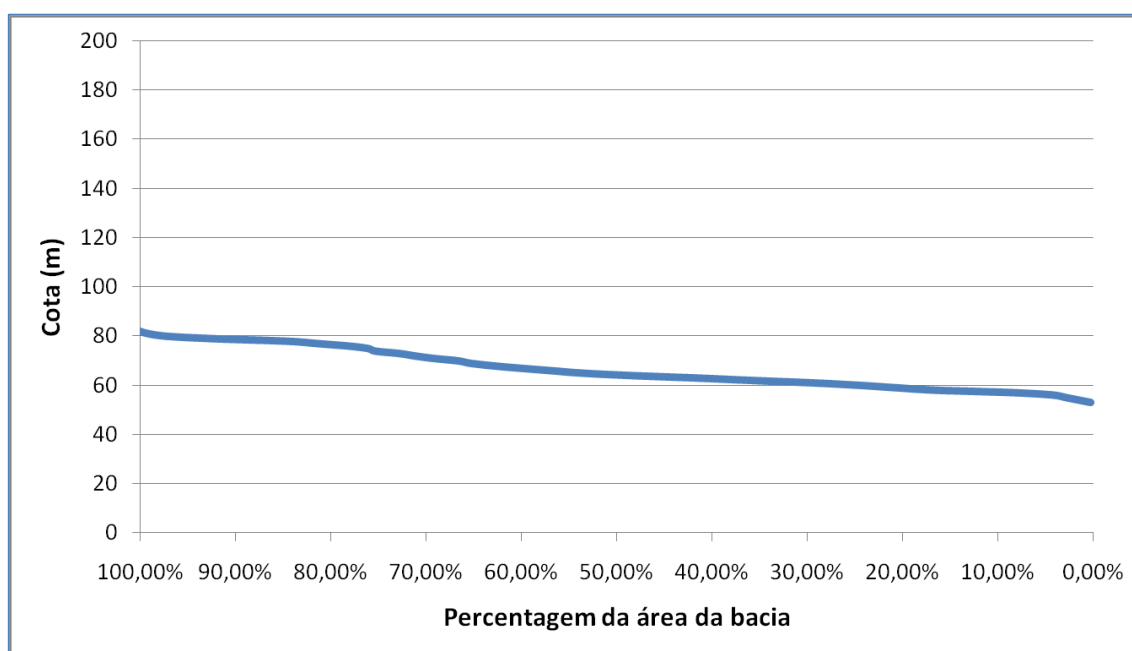


Figura 2.196. Curva Hipsométrica da sub-bacia P15

Sub-bacia P 16

Esta sub-bacia se localiza na confluência dos rios Parnaíba e Poti, podendo ser considerada tanto como uma sub-bacia da margem direita do rio Parnaíba quanto da margem direita do Poti. A ocupação da bacia é de pastagens (Figura 2.197), uma vez que por ser facilmente inundável, não permite o assentamento na mesma.

Durante os eventos de cheia, o rio Poti extravasa e se conecta com o Parnaíba pela sub-bacia, que, desta forma passa a ser um braço do Poti, por estar em uma área muito baixa (Figura 2.198). A sua curva hipsométrica mostra cotas abaixo de 60 m (Figura 2.199), caracterizadas como áreas inundáveis dentro da planície do Parnaíba. A área desta sub-bacia foi estimada em 363 hectares.

Embora os solos desta bacia sejam Latossolos Amarelos, que se caracterizam como do grupo hidrológico B, em função da inundação, esta sub-bacia deve ser considerada com um CN para bacias impermeáveis, pois a satura o do solo não propicia infiltra o. Desta forma, o CN foi estimado em 91.

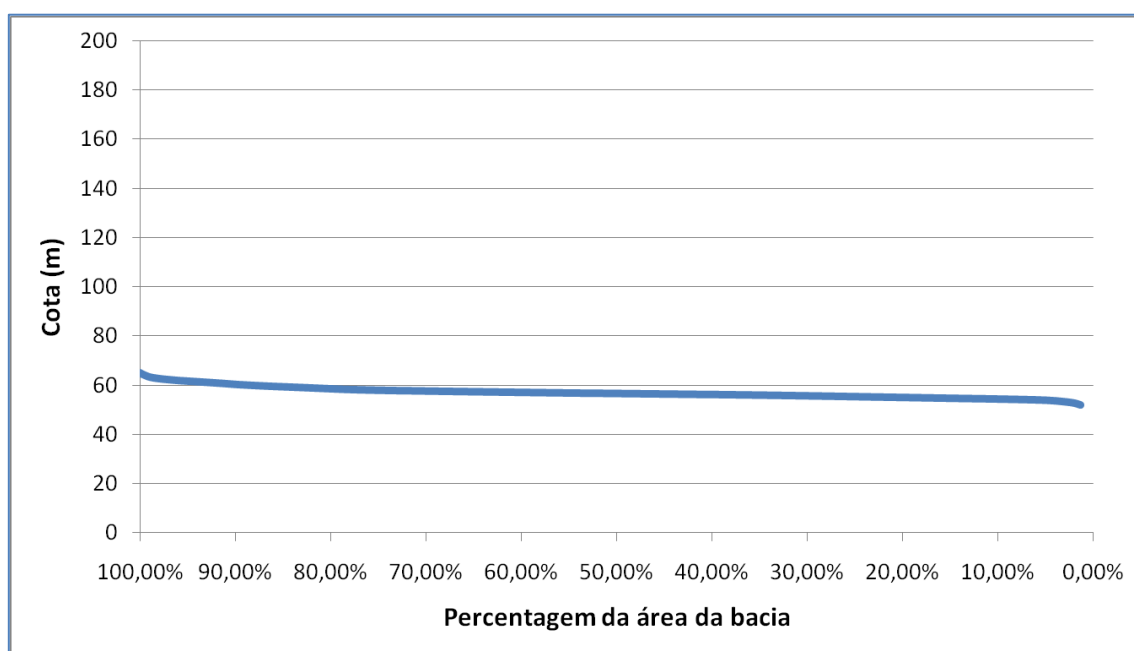


Figura 2.199. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 16.

Sub-bacia P 17

A urbanização desta sub-bacia (Figura 2.200) acontece na região das maiores cotas (Figura 2.201), onde o perigo de alagamento durante as enchentes do Parnaíba é menor. Na curva hipsométrica, ilustrada na Figura 2.202, observa-se que as cotas descem de quase 135m até 80m de forma praticamente linear e, depois dos 60 m, o relevo se apresenta como uma região quase horizontal, onde as cotas se mantêm em níveis baixos.

O coeficiente de compacidade da sub-bacia foi estimado em 1,37, o que condiz com a sua forma mais alongada, e lhe confere baixa suscetibilidade a enchentes em função da sua forma, embora a parte baixa da sub-bacia, conforme apreciado na imagem de satélite, esteja sujeita a inundações do Parnaíba. A sua área foi estimada em 821 hectares.

A totalidade dos solos desta sub-bacia foi classificada como Latossolos Amarelos, o que indica que são solos do grupo hidrológico B. Desta forma, o parâmetro da curva número foi estimado em 83,2.

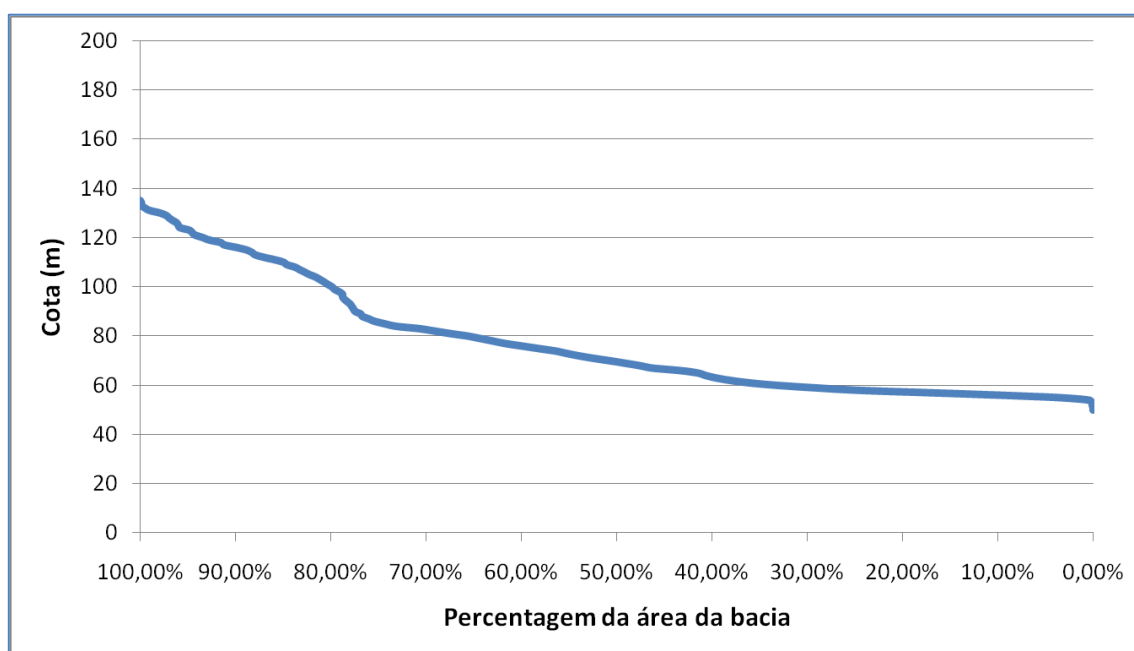


Figura 2.202. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 17.

Sub-bacia P 18

Na sub-bacia P 18 a urbanização acontece a montante da Rua João Izidro França (Figura 2.203), que se localiza na região em que as cotas começam a elevar-se, conforme inçado pelo MNT (Figura 2.204). Este comportamento pode ser observado na Figura 2.205, que mostra que a partir da cota 80 m o relevo da bacia é mais acentuado.

A área da sub-bacia é de 407 hectares, e o coeficiente de compacidade foi calculado como 1,49, o que resulta em baixa susceptibilidade a alagamentos pela sua forma.

Nesta sub-bacia predominam os Latossolos Amarelos (grupo hidrológico B), embora exista um pequena quantidade de Neossolos Flúvicos na parte mais de jusante dela.

Da composição das características pedológicas e de uso e ocupação da terra foi possível estimar o parâmetro CN em 84,1.

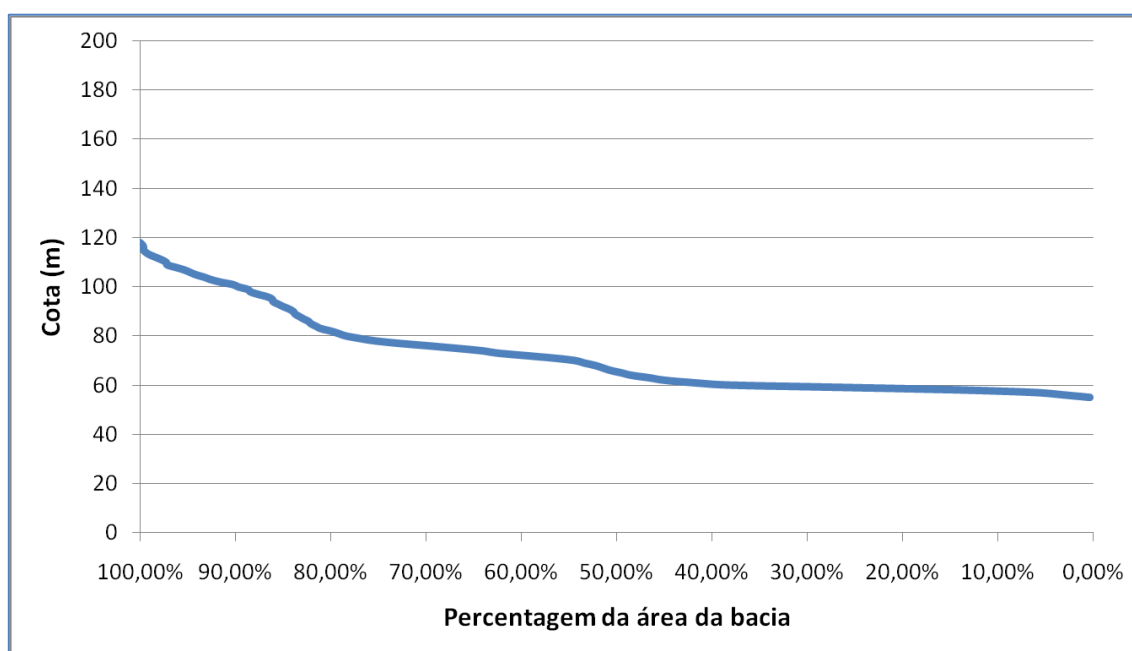


Figura 2.205. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 18.

Sub-bacia P 19

Nesta sub-bacia, semelhante à sub-bacia P 18, a urbanização acontece a montante da Rua João Izidro França (Figura 2.206) que se localiza na região em que, conforme o MNT (Figura 2.207), as cotas começam a elevar-se. Este comportamento pode ser observado na Figura 2.208, a qual mostra que a partir da cota 80 m o relevo da bacia é mais acentuado.

Na região mais baixa da bacia predominam os Neossolos Flúvicos, são solos cuja gênese está relacionada com o comportamento dos rios. Os Nossolos Flúvicos, classificados no grupo hidrológico D, representam 40% da sub-bacia, enquanto que os 60% restantes são compostos por Latossolos Amarelos.

A área desta sub-bacia foi estimada em 906 hectares e seu coeficiente de compacidade tem o valor de 1,29, que é um valor condizente com a sua forma retangular.

A partir do cruzamento das informações de uso da terra e de tipo de solo, o valor do parâmetro CN foi estimado em 83.2

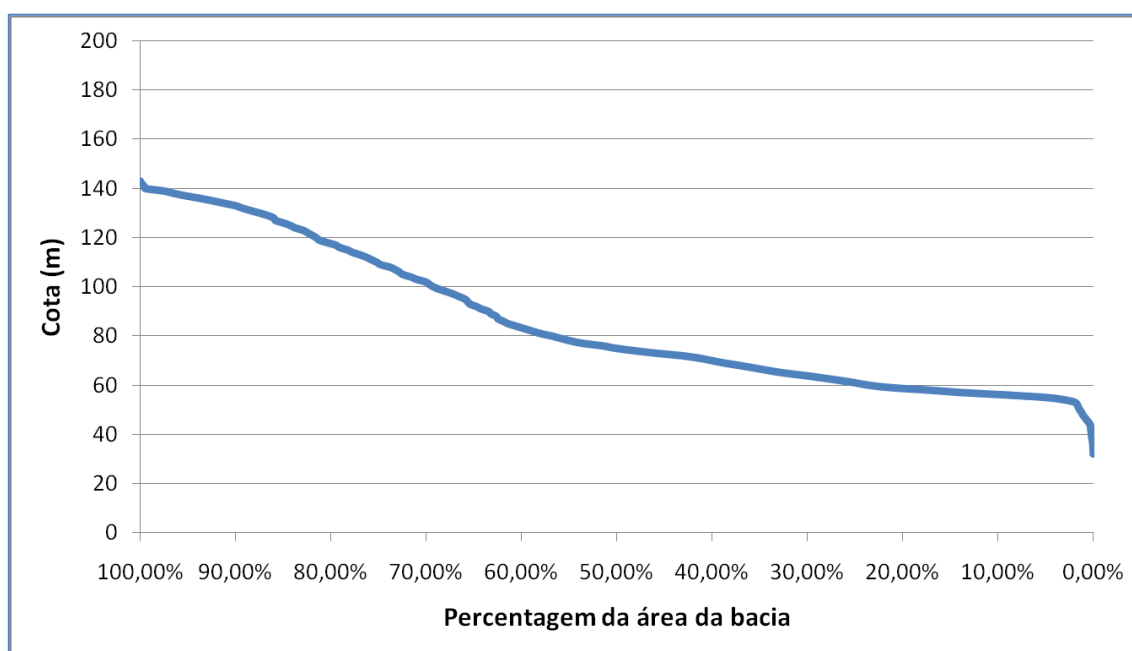


Figura 2.208. Curva Hipsométrica da sub-bacia P 19.

Sub-bacia P 20

A sub-bacia P 20, com seus 350 hectares é tipicamente rural (Figura 2.209). Apresenta em seu relevo (Figura 2.210) cotas que variam desde os 134 m até os 52 m (Figura 2.211).

O coeficiente de compacidade foi calculado em 1,57, ou seja, muito distante da forma circular, o que significa que não há propensão natural a cheias. Os Neossolos Flúvicos ocupam 57% da bacia e os Latossolos Amarelos o restante, indicando que se trata de uma bacia mais impermeável.

O parâmetro CN, obtido do cruzamento das informações de uso e tipo de solo, foi estimado em 83,9.

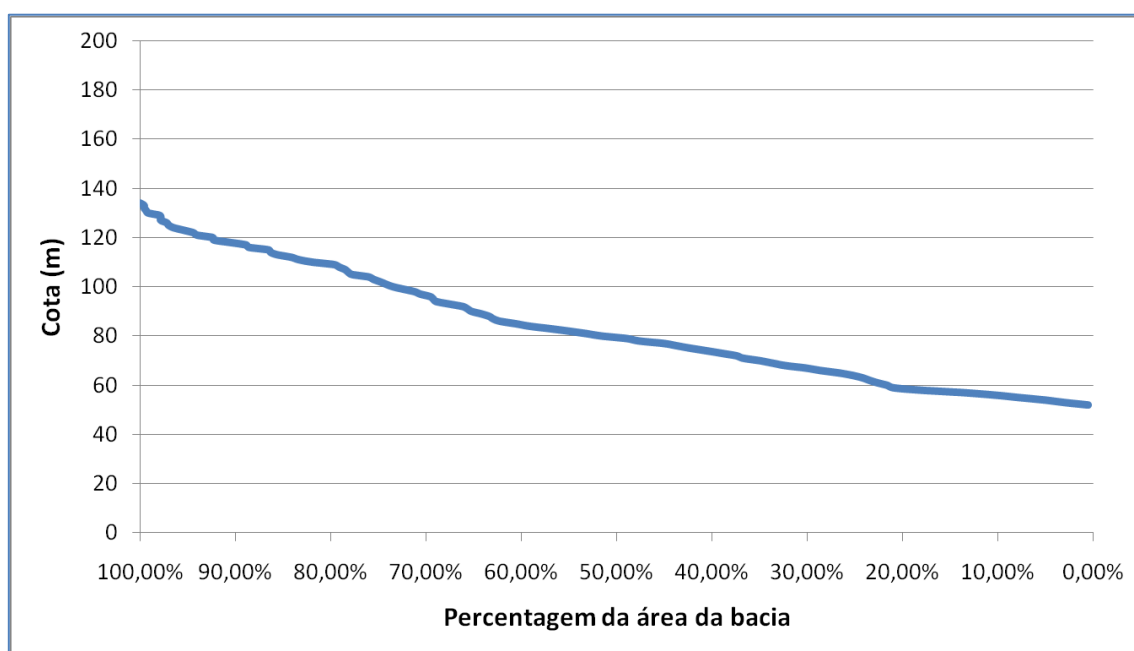


Figura 2.211. Curva Hipsométrica da sub-bacia P20

2.2.6 Sub-bacias LDN e MOC

Estas sub-bacias são áreas de intervenção previstas no Programa Lagoas do Norte para receber melhorias visando à requalificação urbano-ambiental. Abrangem o sistema de drenagem das lagoas do Norte e, em vista disso, tiveram o seu sistema de drenagem detalhado ao longo do tempo em diversos estudos, em um nível de detalhamento superior ao previsto neste Plano Diretor de Drenagem. Por isso, são analisadas em separado neste item.

Entre os estudos que abordam estas sub-bacias destacam-se os realizados por JB Engenharia (1999) e Tucci e Cruz (2006), e a descrição destas, apresentadas a seguir, abordam elementos extraídos destas fontes, além das características fisiográficas determinadas neste estudo para as demais sub-bacias.

Sub-bacia LDN

A sub-bacia LDN abrange uma área de aproximadamente 1052 ha, localizada na porção norte de Teresina, exatamente na confluência dos rios Parnaíba e Poti. Apresenta densa ocupação residencial e atividades de extração mineral.

O coeficiente de compacidade, de 1,42, indica que a forma da sub-bacia não contribui para a ocorrência de alagamentos. No entanto, as cotas baixas e a sua localização, colocam esta sub-bacia em situação delicada em termos de inundações ribeirinhas e alagamentos provocados pelas precipitações.

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

Em abril de 1985, houve uma coincidência dos picos de vazão dos rios Poti e Parnaíba provocando a entrada do fluxo de água, pelo rio Poti, numa posição não protegida pelo dique Boa Esperança. Depois deste evento, e em vista da densificação da ocupação ocorrida na área atingida, o dique da Boa Esperança foi estendido até o conjunto Mocambinho e instalado dois sistemas de recalque, um na lagoa Cacimba Velha (mesma lagoa dos Oleiros, situada na sub-bacia LDN) e outro na lagoa do Mocambinho (situada na sub-bacia MOC, descrita a seguir). Em associação com esta obra foram melhoradas as interligações das lagoas através de canais e orifícios, visando à laminação de vazões.

O sistema de lagoas existente na sub-bacia LDN é responsável pelo armazenamento temporário dos volumes pluviais escoados durante os eventos de precipitação. Estas lagoas são interligadas através de redes e canais que possibilitam a troca de volumes entre elas. O nível d'água no sistema é regulado pela saída através de bombeamento (Figura 2.212).



Figura 2.212. Casa de bombas e bombeamento da lagoa dos Oleiros para o rio Parnaíba, na sub-bacia LDN.

Em vista da ocupação, do tipo de solo ocorrente nesta sub-bacia e da existência de lagoas, o CN estimado para esta sub-bacia em média é 85.

Sub-bacia MOC

A sub-bacia MOC encontra-se situada na região norte de Teresina, totalmente inserida no perímetro urbano. Localizada em uma região baixa e de declividades suaves, apresenta ocupação urbana consolidada e áreas alagadiças, com a ocorrência de lagoas.

Nesta sub-bacia encontra-se a lagoa do Mocambinho, que inspirou sua nomenclatura para este estudo. Esta lagoa pode ser considerada dividida em três porções: lagoa Nativa, lagoa Azul 1 e lagoa Azul 2 (TERESINA *apud* MOURA & LOPES, 2006) As lagoas apresentam um aumento nos seus níveis d'água durante o período chuvoso e tendem a se esvaziar pela evaporação ao longo dos meses secos.

Conforme comentado anteriormente, essa sub-bacia possui a proteção de um dique, e um sistema de lagoas independente (não conectado às demais lagoas na região norte), dotado de sistema de bombeamento específico.

Com área de 204,64 ha e perímetro igual a 6.415,37 m, sub-bacia MOC apresenta coeficiente de compacidade igual a 1,26, representando leve tendência natural a cheias.

Como a região tem solos formados pelo depósito de sedimentos transportados pelos rios, após uma inundação a água somente sai por bombeamento ou evaporação, devido à baixa capacidade de infiltração. Em vista da ocupação e do tipo de solos (do grupo hidrológico B), o CN médio estimado para a sub-bacia MOC ficou em torno de 87.

3 DESCRIÇÃO DA INFRAESTRUTURA URBANA INSTALADA

EM TERESINA

A ocupação territorial da cidade de Teresina é caracterizada por uma maior concentração de atividades produtivas no centro urbano, definindo um intenso fluxo de interesses para esta zona que hoje é predominantemente comercial, abrigando também os pólos de saúde e os diversos órgãos governamentais. E foi esta característica quem ordenou a implantação da infraestrutura na cidade ao longo dos tempos, privilegiando o centro com a implantação das primeiras obras de saneamento, por exemplo.

O Plano Diretor de Teresina, datado de 2002, indicou a necessidade de uma estrutura ocupacional que atenuasse a demanda ao centro, inibindo os processos de saturação e reduzindo a necessidade de acesso a este pólo, o qual não está estruturado para suportar mais acréscimos de interesses. No entanto, ao se considerar a restrição dada pelos rios, as restrições à ocupação na Zona Sul (áreas de topografia acidentada e de proteção do manancial de abastecimento d'água) e a grande concentração de lagoas e áreas alagadiças na Zona Norte da cidade, no referido plano foi indicada a prioridade de ocupar a Zona Leste da cidade, no sentido de se retirar o máximo de funções urbanas do espaço entre os rios, diminuindo futuras despesas com serviços de infraestrutura de grande porte para a transposição do rio Poti.

Foi desta maneira que se propagou o maior vetor de crescimento habitacional da cidade de Teresina, forçando o município a rever as suas intervenções em infraestrutura de modo a suprir a demanda dos novos loteamentos nas Zonas Leste e Sudeste. É bem verdade que não há condições financeiras por parte da municipalidade para honrar com as necessidades requeridas pela cidade no devido período de tempo, fato que se faz notar pela insuficiência nas coberturas de atendimento de esgoto sanitário e drenagem urbana, sobretudo este último que possui insignificante densidade de redes e acessórios para a captação e condução das águas pluviais. Principalmente na Zona Leste, se faz notar mais explicitamente os problemas de inundações nas ocasiões do chamado “inverno”, como é chamado o período chuvoso pelos teresinenses.

3.1 Sistema de drenagem pluvial

O presente item tem como finalidade relatar as principais constatações feitas pela equipe técnica de elaboração do PDDrU ao promover uma pesquisa sobre a infraestrutura de drenagem pluvial instalada na cidade de Teresina.

Pelo fato de não haver na Prefeitura um arquivo sistematizado de informações cadastrais sobre o sistema de drenagem instalado na cidade, as informações prestadas aqui são fruto de inspeções de campo e da coleta de dados fornecidos por técnicos da área da engenharia hidráulica que atuam na cidade. Estes últimos foram avaliados quanto a sua consistência, veracidade e confiabilidade, sendo que só foram processados aqueles dados que mostraram correlação viável com as constatações de campo.

Para inserir os trabalhos realizados no contexto da cidade, não se poderia deixar de introduzir um breve histórico das características de ocupação urbana de Teresina, que primordialmente se caracteriza por ser uma cidade planejada para ser a capital do Piauí. Teve o seu primeiro traçado urbano em 1852 e compreendia 100 quarteirões destinados à localização das principais áreas de interesse à urbanização. O Anexo 5 apresenta um mapa temático mostrando a área urbana consolidada e sua divisão de bairros.

No início da formação da cidade, assim como aconteceu com outras tantas do cenário nordestino, eram característicos da ocupação urbana os loteamentos com casas inseridas em terrenos com grandes áreas e muita área devoluta.

Atualmente, a cidade apresenta-se implantada tal qual uma conurbação do antigo e planejado centro com vários loteamentos, empreendimentos, bairros públicos e privados que se apropriam dos terrenos vazios a todo instante.

Nas últimas décadas, conforme ilustrado na Figura 3.1, Teresina experimentou um crescimento acelerado. No entanto, o histórico da política de drenagem urbana do município mostra que este aplicou investimentos aquém das reais necessidades em sistemas de coleta e transporte de águas pluviais.

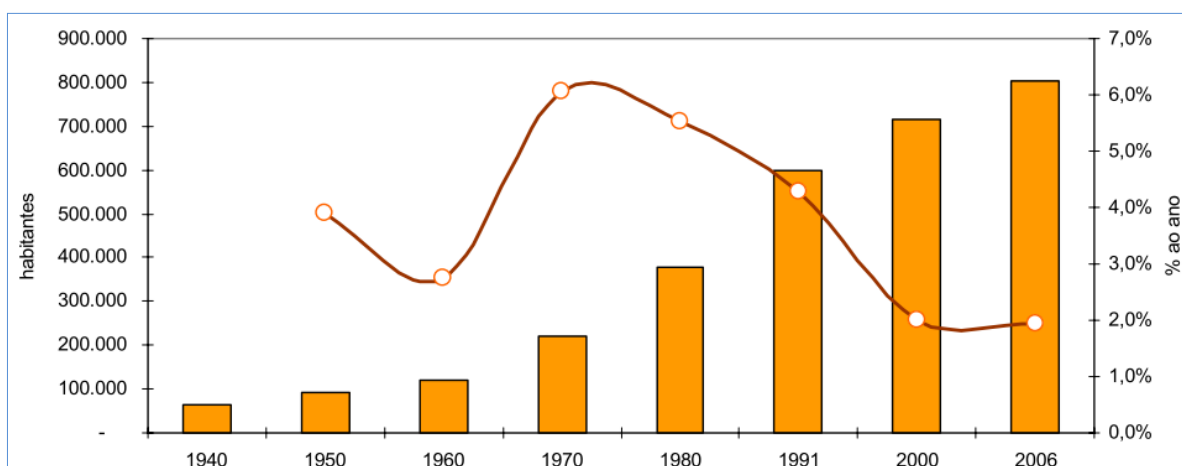


Figura 3.1. População absoluta e Taxa de crescimento anual da população (FONTE: Plano Diretor de Transporte e Reestruturação da Rede de Transportes Coletivos de Passageiros do Município de Teresina, 2008).

Somente de forma muito simplificada, o poder municipal atuou na manutenção da rede já implantada. Não contemplou a operação do sistema, nem fez um planejamento estratégico para evitar a ocupação desordenada dos vales, mas tão somente essa manutenção da rede, que muitas vezes esteve restrita à adoção de medidas corretivas emergenciais em locais onde ocorreram acidentes, tais como: obstruções em pontos localizados, colapsos de galerias e outros problemas do gênero.

O incipiente sistema de drenagem instalado na cidade ainda sofre influência direta do nível das águas nas calhas dos rios Poti e Parnaíba, que em certas épocas do ano (suas cheias) fazem restrição ao pleno escoamento das águas advindas das partes mais elevadas das sub-bacias adjacentes. Junto ao provável subdimensionamento de algumas redes existentes, soma-se o colapso hidráulico pela retenção das águas promovidas pelos rios. Isto potencializa as inundações nas ocupações marginais e instaladas nos leitos maiores dos rios ou naqueles lugares onde se promoveu aterro das lagoas marginais.

As redes pluviais e galerias concebidas na cidade foram construídas conforme a necessidade de se drenar os excessos verificados de água pluvial acumulada sobre o terreno urbano. O que se nota de maneira geral é que os loteamentos nem sempre obedeceram de maneira ordenada a topografia local, o que fez com que as poucas redes construídas

também fossem instaladas pelo meio de quarteirões, possibilitando a implantação de edificações sobre locais de passagem das redes. Além disso, pelo que se constatou nas inspeções de campo, há uma falta de padronização dos elementos e dispositivos de drenagem construídos (grelhas, bocas de lobo) que muitas vezes se apresentam como um obstáculo ou como perigo aos cidadãos. A seguir, a Figura 3.2 ilustra exemplos destes dispositivos.

Seguiu paralelamente a este processo de rápida urbanização, o aparecimento de invasões, a ocupação de áreas instáveis, sujeitas às inundações e nos vales dos canais estreitos dos cursos d'água urbanos. Hoje, a cidade tanto se condensa em certos bairros recém-verticalizados, como também estende os seus domínios para um subúrbio cada vez mais longínquo do centro. Mas não basta estar nesse subúrbio para experimentar a falta de infraestrutura de drenagem: em boa parte da zona leste da cidade, porção que abriga um comércio em franco crescimento e uma população mais economicamente privilegiada, algumas ruas estão em constante alagamento devido à falta de redes coletoras de águas pluviais. Os transtornos são constantes e não requererem grandes intensidades de chuva.

Antes da instituição do licenciamento ambiental e das leis de uso e ocupação do solo, áreas sem a menor possibilidade de receber investimentos imobiliários assim foram utilizadas. Muitos aterros em áreas inundáveis foram construídos ao longo das margens dos rios Poti e Parnaíba. Tantas outras áreas, mesmo inundáveis em frequências menores, foram invadidas e ocupadas definitivamente. Aqueles grandes lotes de outrora foram se desmembrando, principalmente na porção central da cidade e muitos foram impermeabilizados com a própria expansão das residências, áreas de lazer cimentadas e estacionamentos.



a) Vista de captação pluvial precária em bairro da Zona Norte. Sub-bacia PE 16.



b) Rede pluvial e seus dispositivos precários, Bairro Satélite, Zona Leste. Sub-bacia PD 07.



c) Na Avenida Centenário, bairro Aeroporto, as bocas de lobo em excesso indicam quantidade de água pluvial também em excesso. Sub-bacia maior do Programa Lagoas do Norte.



d) Rua Major Sebastião Saraiva mostrando típica "passagem molhada", dispositivo muito comum na periferia que também comumente escoar esgoto.



e) Vista parcial da rede pluvial no Bairro Porenquanto, Zona Norte. Sub-bacia PE 16.



f) Vista de entrada de canal pluvial no Bairro Pedra Mole, Zona Norte. Sub-bacia PD 07.

Figura 3.2. Dispositivos de drenagem pluvial encontrados em diversos pontos da cidade de Teresina.

Outro problema muito comum constatado em Teresina é encontrado nas sarjetas de muitas de suas ruas. Trata-se da presença de águas servidas provenientes de pias e tanques residenciais. Em locais onde não há rede de esgoto, e para não encher rapidamente as fossas sépticas, alguns munícipes fazem derivações de sua rede domiciliar, conduzindo essas águas à sarjeta. A reunião de vários despejos como esses fazem a insalubridade de certos locais. Eles ocorrem indistintamente, seja no centro da cidade, em bairros mais antigos, como na periferia.

Ao longo da recente evolução e crescimento da cidade, o planejamento inadequado do sistema de drenagem favoreceu o agravamento do quadro dos problemas oriundos das inundações em Teresina, na medida em que também previu o capeamento dos canais, prevalecendo a concepção do canal fechado e a idéia de se esconder os córregos. A máxima utilização do solo para as atividades econômicas e dos transportes foi maléfica quando privilegiou o canal fechado, muito intervencionista na paisagem natural. Alguns canais abertos, também submetidos a lançamentos de esgotos clandestinos, transformam-se em lamaçais mal cheirosos a céu aberto. Essas situações são ilustradas na Figura 3.3 e Figura 3.4.



a) Rede improvisada no bairro Pio XII, referência Av. Gil Martins (ao fundo), Zona Sul. Sub-bacia P11.



b) Captação pluvial e muito lixo no bairro Três Andares, Zona Sul. Sub-bacia PE 11.



c) Galeria pluvial sem a devida manutenção na Av. Celso Pinheiro, Zona Sul. Sub-bacia PE 11.



d) Galeria pluvial com água servida na Av. Freitas Neto na sub-bacia do Mocambinho, Zona Norte.

Figura 3.3. Presença de esgotos e resíduos sólidos na drenagem urbana detectada nas sub-bacias P11, PE 11 e MOC.



a) Vista de canal pluvial em bairro da Zona Sudeste e os tubos de esgoto sanitário. Sub-bacia PD 06.



b) Canalização pluvial cercada de ocupações indevidas, Vila da Paz, Zona Sul. Sub-bacia PE 9.



c) Vista parcial da rede pluvial no Bairro Porenquanto, Zona Norte. Sub-bacia PE 16.



d) Vista de caixa de entrada e galeria pluvial no Bairro Buenos Aires, Zona Norte. Sub-bacia PE 26.

Figura 3.4. Situações inadequadas detectadas na rede de drenagem na cidade de Teresina.

Atualmente em Teresina, e de maneira infeliz, os alagamentos e inundações são eventos esperados. Não há um ano em que deixam de ocorrer aqueles mesmos pontos de degradação urbana causada pelo excesso de águas pluviais sobre as ruas. Já é de conhecimento coletivo, as partes da cidade que devem ser evitadas tão logo ocorra uma chuva com grande intensidade (Figura 3.5).



a) Alagamento na Av. Homero Castelo Branco, esq. com Jóquei Clube. Sub-bacia PD 12.



b) Retenção de águas pluviais junto do remanso do rio Poti, Av. Jacob Almendra, Bairro Porenquanto, Zona Norte. Sub-bacia PE 15.



c) Visão parcial de quiosques do Balneário Curva São Paulo sob influência da cheia do rio Poti, Zona Sudeste. Sub-bacia PD 01.



d) Av. Castelo Branco inundada pelo Rio Poti e vista da ponte JK, proximidades da assembléia Legislativa, Zona Central. Sub-bacia PE 14.



e) Av. Dr. Wladimir Monteiro próximo à sede do PMDB, inundada pelo Rio Poti, Bairro São João, Zona Leste. Sub-bacia PD 14.



f) Visão parcial da Av. Raul Lopes interditada por efeito da cheia do Rio Poti. Bairro Jóquei, Zona Leste. Sub-bacia PD 12.

Figura 3.5. Locais de alagamentos e inundações recorrentes em Teresina.

De acordo com o mapeamento de riscos realizado pela Defesa Civil, a zona que mais enfrenta problemas de acúmulo de águas pluviais em função da precariedade do sistema de drenagem é a Leste. Pontos como o “balão” da Av. Cajuína próximo a sede do PMDB, balão em frente ao *Riverside* Shopping, Av. Raul Lopes, Av. Homero Castelo Branco, nas proximidades do Pão de Açúcar, e a Av. Presidente Kennedy são locais conhecidos pelos alagamentos recorrentes.

Outra ocorrência muito frequente, em Teresina, é o alagamento de pontos localizados da malha urbana ocasionado por obstruções de bueiros e galerias. Isto deve-se aos problemas da falta de educação ambiental e de conscientização da população quanto aos efeitos do descarte de lixo em locais inapropriados.

A Prefeitura de Teresina tem por sua responsabilidade a condução das políticas públicas de saneamento no tocante às águas pluviais. Devido à falta de capacidade de investimentos de grande monta, fica a mercê de financiamentos e repasses financeiros para a elaboração e execução de projetos de redes de drenagem para atender a sua demanda reprimida. Também não há um planejamento de intervenções e hierarquização de prioridades, o que pretende obter com este Plano Diretor de Drenagem Urbana, contratado pela Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação.

Além disso, com base em informações da PMT (Decreto de Emergência nº 7.652, de 3 de abril de 2008) e Defesa Civil, é possível indicar os bairros e vilas mais atingidos pelas inundações ribeirinhas. Por zonas, são eles:

- Zona Sudeste: Vila Beira Rio, Residencial Novo Milênio, Vila Calfixe, Vila da Guia, Vila Verde, Vila Pantanal, Vila Dona Lucy, Bairro Comprida, Bairro Extrema, Bairro Redonda, Bairro São Sebastião e Bairro São Raimundo;
- Zona Norte: Bairro Olarias, Bairro Mafrense, Bairro Poti Velho, Bairro Alto Alegre, Bairro São Francisco, Bairro Mocambinho, Bairro Nova Brasília, Bairro Água Mineral, Bairro São Joaquim, Bairro Primavera, Bairro Ilhotas, Bairro Santa Rosa, Bairro Matinha, Bairro Porenquanto, Bairro Matadouro, Bairro Santa Maria da Codipi;

- Zona Sul: Bairro Areias, Bairro Três Andares, Bairro Parque Rodoviário (Catarina), Bairro São Pedro;
- Zona Leste: Vila São José, Bairro Noivos e Bairro São João.

O mapa temático apresentado no Anexo 13 ilustra os principais locais sujeitos a inundações ribeirinhas e alagamentos na cidade de Teresina.

3.2 Sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário

Na questão do abastecimento de água e do esgotamento sanitário, a Prefeitura Municipal concedeu à Agespisa – Águas e Esgotos do Piauí as ações e o planejamento operacional atinentes a essa área. Trata-se de uma sociedade de economia mista com administração pública que possui 1.391 funcionários efetivos e 1.111 servidores terceirizados, sendo que a folha de pessoal consome cerca de 60% da sua arrecadação ou R\$ 59 milhões por ano (SNIS, 2008). Atualmente é responsável pelo saneamento básico de 149 municípios e de uma população de 2.708.216 pessoas no Estado do Piauí. São 224.998 economias ativas com disponibilidade de água em Teresina.

3.2.1 Sistema de abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água de Teresina apresenta capacidade de adução e tratamento de água suficiente para atender a demanda atual da população, porém é deficitário na rede de distribuição, que não é acessível a alguns bairros da periferia da cidade, que são atendidos por poços, geralmente executados pela Prefeitura de Teresina. A implantação do sistema seguiu com o projeto elaborado em 1988 e atualmente é responsável por cerca de 95% do abastecimento de água da cidade. A captação de água é feita no Rio Parnaíba, situada dois quilômetros à montante da ponte da Av. Getúlio Vargas e a cerca de cinco quilômetros do centro da cidade, através de captação e recalque de água bruta para a Estação de Tratamento de Água e Elevatória existente na margem direita do rio. A água do Rio Parnaíba segue por um canal de aproximadamente 65 metros de largura por 90 metros de comprimento e é captada por duas bombas elevatórias com vazão de 1300 litros por segundo cada. A área da Agespisa abriga três estações de tratamento de água e produzem um volume médio mensal de 6 (seis) bilhões de litros de água tratada.

A água proveniente do Rio Parnaíba é de boa qualidade, com a captação de água instalada à montante da área urbana, não necessitando de grandes operações e quantidades de produtos para o tratamento da mesma, sendo que nos meses de chuvas ocorre o transporte de sedimentos, aumentando o processo de decantação.

Depois de processada, a água tratada é recalçada para a reservação e distribuição. No total são 50 reservatórios (32 alimentados pela água captada no rio Parnaíba e outros 18 alimentados por água subterrânea proveniente de poços), com capacidade de aproximadamente 85.000 m³ que alimentam cerca de 1.292.000 metros de rede. Em conjunto, os sistemas existentes atendem atualmente 92,3% da população urbana ou 707.336 habitantes (SNIS, 2008).

Ela é tratada pelo sistema tradicional, através de coagulação/floculação, com aplicação de sulfato de alumínio, decantação/sedimentação, filtração, desinfecção com aplicação de cloro e cal e periodicamente fluoretação. A adução da água é feita através de duas tubulações de diâmetros 900 mm, sob a Av. Juarez Távora, efluindo para o centro de reservação de água, denominado Parque Piauí, com capacidade total de 25.550 m³, cujos reservatórios e respectivos volumes estão indicados a seguir (Quadro 3.1):

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

IDENTIFICAÇÃO DO RESERVATÓRIO	TIPO	VOLUME DE RESERVAÇÃO (m ³)
R6 (E)	Cilíndrico apoiado	1.250,00
R10 (E)	Cilíndrico apoiado	5.100,00
PRO-MORAR (E)	Retangular enterrado	2.500,00
76B (E)	Circular Elevado	700,00
RN (E)	Circular Apoiado	16.000,00
Total		25.550,00

Fonte: Agespisa, 2002.

A partir do centro principal de reservação do Parque Piauí, a água tratada é conduzida para outros 26 reservatórios que, somados àqueles alimentados por poços, atingem a capacidade de aproximadamente 85.000 m³. Estes alimentam aproximadamente 209.202 ligações (AGESPISA, 2007).

A qualidade da água distribuída é verificada por meio de amostras coletadas em pontos estratégicos da rede de distribuição para atender às exigências do Ministério da Saúde (Portaria Nº 518/04). No ano de 2008, foram efetuadas 4.000 amostras para aferição do cloro residual nas redes de distribuição.

Praticamente toda população da área urbana de Teresina é coberta por abastecimento de água, pois a Prefeitura de Teresina, através do projeto “Vila-Bairro”, tem executado obras de melhorias em áreas ocupadas irregularmente, com implantações de obras de saneamento básico, executando fossas sépticas, poços de captação de água e pequenas redes de distribuição de água, complementando a área não coberta pela Agespisa.

Sobre a concessionária responsável por gerir os sistemas de água e esgoto, as informações coletadas atualmente dão conta que o seu saldo negativo é R\$ 2 milhões por mês. Porém, a recuperação da empresa progride positivamente desde o ano 2006. Seriam necessários cerca de 190 milhões reais para retirar a empresa do “vermelho”, citou em audiência pública realizada na Assembléia Legislativa do Piauí no mês de maio/2010, o seu diretor presidente, Sr. Marcos Venício Costa. Disse também haver recursos do PAC previstos na ordem de R\$ 90 milhões para alavancar a demanda por obras de expansão e melhoramentos nas redes de saneamento da cidade de Teresina.

Outra meta citada pelo presidente foi a renovação da concessão da distribuição de água e saneamento em Teresina, que segundo ele, vence em 31 de dezembro deste ano. Segundo informações prestadas, a Agespisa arrecadou em 2009 na cidade de Teresina o valor de R\$ 99 milhões e no resto do Estado este valor foi de R\$ 98 milhões. Ainda segundo o presidente da Agespisa é importante a manutenção da concessão porque a arrecadação de Teresina corresponde à maior parte da arrecadação da empresa.

Conforme informado em um relatório do Ministério das Cidades, datado de março/2004, algumas ações em nível federal eram propostas de modo a ajudar a saúde financeira da Agespisa, em especial. Do diagnóstico feito, pode-se destacar:

- Soluções técnicas incorretas: bombas mal dimensionadas, elevado consumo de energia, ETAs sem filtro, vazamentos que perduram há mais de 10 anos, elevadas perdas de água (perda na distribuição: 60,4%);
- Sistemas sucateados;
- Controles operacionais não confiáveis;
- Bombas funcionando com vazão abaixo da registrada nos relatórios operacionais, com desperdício de energia e produtos químicos;
- Sistemas de proteção elétrica inexistentes ou obsoletos, com risco de colapso nos sistemas;
- Índice de 54,3% de perdas no faturamento;
- Água distribuída sem tratamento no caso de poços profundos, e sem controle de qualidade na maioria dos sistemas, descumprindo as Portarias do Ministério da Saúde;
- Em Teresina, a falta de manutenção e de controle operacional adequados, além da existência de sistema de distribuição não setorizado com cerca de 280 km de rede de cimento amianto, provocam problemas de desabastecimento e intermitência no fornecimento de água;
- Baixa capacidade técnica e gerencial, em especial no interior do estado.

A revista Exame (edição julho 2010) traz em sua matéria de capa uma reportagem sobre o péssimo estado do saneamento básico do país constatado em recente pesquisa divulgado pelo IBGE. A pedido da revista, o Instituto Trata Brasil, uma ONG voltada à universalização do saneamento, fez um ranking da saúde das 26 empresas estaduais do ramo e a Agespisa aparece entres as piores do Brasil, ficando a frente apenas da Cosama (AM), Deas (AC), Cosanpa(PA) e Caerd (RO).

Os números presentes nas tabelas do SNIS (2009) mostram a precariedade das finanças da empresa quando mostra os números dos investimentos realizados em água e

esgoto no ano anterior 2008: R\$ 2,2 milhões e R\$ 73 mil, respectivamente. São números acanhados frente à arrecadação da empresa, que foi de R\$ 98 milhões no mesmo ano.

3.2.2 Sistema de esgotamento sanitário

Porém, nos últimos anos e no tocante a prestação dos serviços de esgotamento sanitário, houve um avanço significativo no processo de coleta e tratamento das águas servidas em Teresina. Em 1990, existiam aproximadamente 90 km de rede coletora de esgoto. Atualmente esse número chega a em torno de 389 km, atendendo apenas 13% da população da capital (115.398 habitantes) em 39.827 economias ativas. Esses números foram muito menores há poucos anos atrás.

As redes de esgotamento sanitário cadastradas foram levantadas junto à Agespisa e as áreas de cobertura do esgotamento sanitário estão sintetizadas no mapa temático apresentado no Anexo 14.

Do total de domicílios na cidade, 80% contam com esgotamento sanitário. Cerca de 62% dos domicílios de Teresina, segundo o IBGE, utilizam sistema de fossa sumidouro e o problema maior do ponto de vista sanitário é que os outros 20% lançam diretamente nas galerias, riachos e rios do município. Dos 62% que utilizam fossa e sumidouros, boa parte interliga as chamadas “águas de pia” às sarjetas ou galerias da cidade, fazendo-se notar a presença de águas servidas por grande parte das ruas, conforme ilustrado na Figura 3.6 a seguir, que mostra algumas fotografias obtidas na sub-bacia PD 07, Zona Leste da cidade.

Até o ano de 1980, a cidade de Teresina tinha apenas 42 Km de rede coletora, um interceptor e uma estação elevatória localizados na Av. Maranhão, um emissário por recalque, e finalmente, uma estação de tratamento localizada no Bairro Pirajá, zona Norte da cidade, composta de uma lagoa de estabilização tipo facultativa. O sistema até então implantado atendia a 4% da população urbana, restringindo-se a Zona Central da cidade, limitada pela Av. Maranhão, Rua Felix Pacheco, Av. Miguel Rosa e Rua Campos Sales.



a) Derivação de água servida que não vai à fossa e acaba seguindo em direção às sarjetas. Bairro Morros - zona leste.



b) Rua Capitão Vanderley - Bairro Piçarreira - zona leste com água servida escoando pela sarjeta.



c) Os pontos baixos de sarjeta sem dispositivos de engolimento não acumulam somente água servida, lixo também - Rua Capitão Vanderley, esquina com Tio Bentes.



d) Rua Major Sebastião Saraiva mostrando típica “passagem molhada”, dispositivo muito comum na periferia que também comumente escoar esgoto.

Figura 3.6. Exemplos de água servida escoando pelas sarjetas de drenagem pluvial em diversos pontos localizados na sub-bacia PD 07.

O sistema de esgotos sanitários existente foi implantado seguindo as orientações do projeto elaborado em 1964 pela firma HILDALIUS CANTANHEDE, para atender uma população de final de projeto de 218.734 habitantes, prevista para o ano de 1985. Esse projeto previu o funcionamento do sistema de esgoto em regime separador absoluto e dividiu a área esgotada em sete bacias de contribuição, abrangendo toda a área urbana limitada pelos rios Parnaíba e Poti e servida pelo sistema de abastecimento de água da

capital. A área leste da cidade, onde se situam os bairros do Jockey Club, São Cristóvão, Fátima e outros, não foi incluída no projeto que previu um sistema independente, pela sua posição geográfica, à margem direita do rio Poti.

Em 1974, foi implantada a primeira lagoa de estabilização da estação de tratamento de esgotos do Pirajá (ETE PIRAJÁ), uma lagoa facultativa fotossintética, para atender ao tratamento dos esgotos de 1.200 ligações, ficando a segunda lagoa, aerada, para ser implantada quando da ampliação do sistema que deveria atender, em conjunto com a anterior, a 4.000 ligações.

Em face da construção do conjunto Habitacional Morada Nova, foi construído um sistema de esgotamento sanitário isolado do sistema existente, o tratamento acontecia por meio de um tanque (fossão) que mais tarde foi substituído por uma estação de tratamento, utilizando uma série de lagoas de estabilização localizadas na Estrada da Alegria.

Na década de 90, a Agespisa ampliou esse sistema, atingindo as sub-bacias dos bairros Ilhotas, Piçarra e Cristo Rei, localizados na Bacia do Poti, lado esquerdo, encaminhando esta contribuição para a Lagoa de Estabilização do Pirajá. As ampliações seguintes direcionaram-se para a Zona Leste da cidade, na bacia do Poti, lado direito, beneficiando os bairros Jockey Club, Fátima, São Cristóvão, Ininga, São João, Planalto, dentre outros que afluem às lagoas de estabilização próximas do campus da UFPI.

A rede coletora, formada por manilhas cerâmicas de diâmetros variando de 150 a 350 mm seria complementada por emissários e interceptores ao longo dos cursos de água.

Devido à topografia local, o sistema de esgoto sanitário não poderia ser totalmente por gravidade, o que levaria a profundidade excessiva, desta forma, foram previstas estações elevatórias.

Finalmente, foi ampliada a rede coletora da Zona Norte da cidade, bem como a Estação de Tratamento do Pirajá, para suportar a carga adicional das bacias coletoras da Zona Norte e Sul da Cidade.

Os últimos estudos na área de esgotamento sanitário para a cidade de Teresina datam de:

- 1989: Projeto de Esgotamento Sanitário elaborado pela Geotécnica;
- 1998: Estações de Tratamento – Definições de Áreas, estudo de alternativas de localização das estações de tratamento de esgoto para a cidade de Teresina, realizado pelo Eng. Carlos Gomes Correia Lima;
- 2009: Projeto Básico de Ampliação do Esgotamento Sanitário da cidade de Teresina – ETEs Saci e Areias, Programa de Aceleração do Crescimento do Governo Federal.

3.3 Pavimentação de ruas

Ainda com referência à infraestrutura instalada em Teresina, no que se refere à pavimentação de ruas, a Prefeitura de Teresina atua através de uma gestão própria dada pela Gerência de Pavimentação Asfáltica e Manutenção (Gpame), localizada na Superintendência Regional Sul. Tal fato se dá desta maneira porque a usina de asfalto da Prefeitura de Teresina está localizada na zona Sul e busca atender a demanda de toda a cidade.

Atualmente, sabe-se que a produção da usina não atende a demanda da capital, por isso várias ruas permanecem com o calçamento antigo em pedra poliédrica irregular. O Prefeito Municipal, Sr. Elmano Férrer, anunciou recentemente que providenciará uma reforma na usina para dobrar sua capacidade de produção e chegar ao máximo de 80 toneladas por hora. Além de asfaltar os calçamentos em pior estado, a Prefeitura de Teresina vai também recuperar as vias já asfaltadas que precisam de uma nova camada de suporte, pois requerem reformas devido ao aumento considerável do tráfego.

Em consulta recente a algumas SDUs, não foi possível colher informações conclusivas que poderiam estimar a incidência percentual de pavimentação nos diversos bairros da cidade. Este é um trabalho que está por ser realizado, mas que até agora não consta do banco de dados da Prefeitura.

O fato é que com o aumento da produção e de aplicação do asfalto nas ruas da cidade, seja para reparar os danos (buracos) que eventualmente acometem os existentes ou para cobrir pavimentos poliédricos antigos, a porcentagem de impermeabilização da área urbana cresce consideravelmente.

De acordo com dados de produção e aplicação de massa asfáltica obtidos junto à SDU Sul, a Prefeitura gastou cerca de 1,4 milhões de reais para asfaltar ruas da Zona Leste da cidade, entre janeiro e setembro de 2010, de forma a atender novos corredores de transporte e novas demandas do comércio que se instala no local. É bem provável que em um breve período de tempo, o asfaltamento siga ininterruptamente e faça com que a cidade alcance números semelhantes às cidades de grande porte brasileiras.

Devido a isso, pode-se inferir que nesse mesmo ritmo, deve ser dada atenção à implantação dos sistemas de proteção da pavimentação contra as ações das águas pluviais e subterrâneas, pois sabidamente são essas as potenciais destruidoras da estrutura granular que suporta o asfalto. Conduzir adequadamente através de condutos próprios as águas pluviais para o destino final deve ser visto como um ato imprescindível à manutenção do investimento em melhorias da pavimentação.

Não raro se vê em Teresina e nas épocas de chuva, grandes caudais fluindo pelas sarjetas e trazendo dificuldades aos pedestres e automóveis pelas ruas da cidade. Estes mesmos caudais, em certos casos, devidos aos seus volumes e energias, podem romper a estrutura da capa asfáltica, chegando até mesmo a carrear grandes placas desse recobrimento asfáltico durante as fortes chuvas experimentadas na cidade, o que é mostrado na Figura 3.7 a seguir.



a) Cruzamento das Ruas Geovani Prado e Santa Quitéria, evidenciando estragos pelo excesso de águas pluviais sobre as ruas.



b) Na Rua Bela, o pavimento asfáltico foi carreado pela força das águas em excesso.

Figura 3.7. Exemplos de estragos provocados pelas águas pluviais nos pavimentos de algumas ruas do Bairro Satélite, em Teresina.

3.4 Coleta e disposição de resíduos

É de conhecimento geral que a presença de resíduos sólidos na rede de drenagem, ocasionada pela disposição inadequada ou pelo carreamento destes resíduos durante eventos de chuva, afeta o desempenho do sistema de drenagem urbana. Em vista disso, percebe-se a importância de uma correta gestão dos serviços de coleta e disposição de resíduos para o bom funcionamento dos dispositivos de drenagem.

Com relação aos serviços de coleta e disposição de resíduos sólidos urbanos gerados em Teresina, é na SDU Sul que está localizada a seção que trata da gestão do lixo na capital e que responde pela coleta e disposição final dos resíduos sólidos gerados no município de Teresina. Esse arranjo institucional se deve ao fato do aterro controlado, cujo início de operação se deu no ano de 1982, estar baseado na zona sul da cidade. Atualmente, esses serviços estão sendo fiscalizados e gerenciados pela SDU, porém a empresa executora dos serviços é privada.

Pelos serviços atinentes ao lixo, a Prefeitura de Teresina não cobra taxa especial aos seus munícipes. O serviço é cobrado no IPTU.

Segundo o que ainda informa a Prefeitura, os serviços de coleta de lixo e limpeza pública são eficientes, apesar de não ser incomum encontrar resíduos em locais impróprios, como ilustrado na Figura 3.8. Contudo, a PMT destaca a precariedade do sistema de disposição final dos resíduos sólidos, já que o aterro existente não atende aos padrões sanitários de referência, com a presença do lixo descoberto e ausência do sistema de coleta e tratamento de efluentes líquidos, gases emitidos e resíduos diferenciados. O aterro não recebe lixo de outros municípios, tem vigilância permanente e nele não acontece queima de nenhuma espécie. Entretanto, mesmo a coleta sendo efetuada de forma regular e eficiente, nas áreas cujo sistema não abrange, o lixo é depositado no leito dos rios e lagoas ou entulhados em terrenos baldios, favorecendo a proliferação de insetos e a disseminação de doenças (CHAVES, 2009).



a) Canal aberto cheio de lixo na rua em frente à Quadra “N” do Conjunto Redenção - Zona Sul.



b) Na Av. Kennedy, resíduos sólidos obstruem dispositivo de drenagem pluvial.

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.

Em dados mais recentes disponíveis no sítio do Ministério das Cidades, no ano de 2007 foram recolhidos em Teresina um total de 410.00 toneladas de resíduos sólidos. Foram pagos R\$ 22,16 a tonelada depositada no aterro para a empresa privada contratada para

condução dos serviços, segundo dados do SNIS (2007). O gasto com os serviços totalizou nesse mesmo ano a cifra de R\$ 28.065.199,00.

Apenas 15% das rotas de coleta são feitas diariamente, as 85% restantes são executadas na frequência de dois ou três dias por semana.

Não há coleta seletiva na cidade de Teresina. Não se conhece alguma empresa que por força de lei tenha a obrigação de depositar no aterro o seu lixo gerado no processo de produção. Também é sabido publicamente que os resíduos especiais, tais como os provenientes do serviço de saúde, que totalizam cerca de 2.200 toneladas/ano, são coletados nos estabelecimentos e encaminhados à disposição final, sem nenhum tratamento prévio. Também não há identificação ou correlação dos hospitais e clínicas com seus respectivos rejeitos.

O serviço de capina é feito por cerca de 1.100 empregados de empresa terceirizada e está caracterizada por ser do tipo manual ou mecanizada. No ano de 2007, foram coletadas 4.800 toneladas de material de poda e capina. A varrição segue rotinas preestabelecidas e envolve o contingente de 112 funcionários. Nesse ano, foram varridos cerca de 23.621 km de sarjetas ao custo de R\$ 22,00 o quilômetro.

Em uma nova perspectiva para o serviço de resíduos sólidos em Teresina, no dia 26/08/2010 a Prefeitura renovou o contrato com a empresa Qualix Serviços Ambientais, que apesar de publicamente deficitária, agora retoma suas atividades com aporte financeiro externo de modo a honrar os seus compromissos.

Dentro do novo contrato, a empresa deverá fazer a ampliação da frota de caminhões compactadores e coletores de lixo, substituindo os veículos antigos por novos. Serão 29 caminhões novos, sendo 26 funcionando diuturnamente e 3 de reserva para o caso de reposição em caso de manutenção. Haverá um aumento de 38 para 44 circuitos de coleta dentro do perímetro urbano da cidade, sendo divididos em dois turnos: 22 diurnos e 22 noturnos. A empresa também instalará GPS nos caminhões para registrar em tempo real a área percorrida pelo veículo.

Além disso, há a previsão do aterro controlado ser transformado em aterro sanitário que conterà três unidades:

- Uma responsável pela triagem de materiais recicláveis operada por cooperativa de catadores de lixo;
- Outra onde se realizará a compostagem de material proveniente de poda de plantas e capina, e;
- Uma terceira para reaproveitamento dos entulhos de construção civil.

Nesta última, os materiais passarão por processo de trituração dos resíduos e o produto deles poderá ser utilizado como matéria-prima para confecção de argamassa, blocos de concreto e outros pré-moldados.

Há previsão de tratamento adequado para os resíduos provenientes do pólo de saúde, com despejos hospitalares altamente contaminados.

Além disso, a contratação de consultoria especializada para a elaboração do Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos para Teresina faz parte do componente de Modernização da Gestão Municipal, Desenvolvimento da Cidade e Gerenciamento do Projeto inserido no Programa Lagoas do Norte, através de um acordo de empréstimo entre a Prefeitura Municipal e o BIRD – Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento.

Enfim, se as previsões se confirmarem, o tratamento dado ao lixo na capital tem um futuro ambientalmente sustentável potencialmente garantido.