

## **4. METODOLOGIA: MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Procedimentos metodológicos**

Dentre os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, destacam-se as seguintes etapas:

#### **(a) Delimitação do universo da pesquisa**

O universo da pesquisa abrange a bacia da Lagoa do Buracão, área escolhida tomando por base um conhecimento prévio dos problemas de drenagem que assolam a área ano após ano com a ocorrência de eventos chuvosos.

Com o intuito de conhecer a realidade local, foram realizadas visitas de reconhecimento da área com vistas à enumeração dos problemas de drenagem existentes e reflexão crítica dos aspectos envolvidos, quais sejam, topográficos, sociais e econômicos. As técnicas e métodos utilizados nesta etapa abrangem a documentação direta com pesquisa de campo.

#### **(b) Revisão bibliográfica**

A etapa de revisão bibliográfica incluiu a abordagem da temática da drenagem urbana com enfoque voltado a bacias fechadas e modelagem de bacias urbanas, apresentada no Capítulo 3. Tal procedimento teve por intuito embasar teoricamente as discussões para proposição de uma solução de drenagem para a área alvo de análise, norteada pelos mais

atuais conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento urbano de baixo impacto. Aplicou-se nesta fase a técnica de documentação indireta, com realização de pesquisas documentais e bibliográficas versando sobre a temática da drenagem urbana no contexto nacional e internacional.

(c) Levantamento das informações existentes

Após um contato prévio com a problemática local, procedeu-se um levantamento detalhado das informações disponíveis sobre a área em estudo, os quais foram: registros dos dados de vazão e de precipitação disponíveis; dados topobatimétricos; bases planialtimétricas em escala adequada; existência de fotos áreas e/ou imagens de satélites e levantamentos topográficos das marcas das cheias. A metodologia adotada nesta etapa do trabalho inclui pesquisas documentais e visitas institucionais.

(d) Delimitação e caracterização da área de contribuição

Procedido ao reconhecimento inicial, passou-se a etapa de caracterização pormenorizada da área. Com o auxílio de arquivos digitais, cedidos pela Prefeitura Municipal de João Pessoa, análise de cartas da SUDENE e de levantamento topográfico em campo avaliou-se a conformação topológica da bacia. A partir dos pontos cotados disponíveis, traçou-se as curvas de nível e o Modelo Digital do Terreno com o auxílio do software *Surfer* (*Golden Software, Inc.*), conforme destacado na Figura 4.1, o que possibilitou a delimitação da bacia de drenagem. Destaque-se que o levantamento topográfico efetivado no entorno da lagoa permitiu a atualização e o detalhamento da base digital já existente, possibilitando uma visão realística do panorama atual no tocante a ocupação do solo. No Apêndice B constam as cadernetas de campo do levantamento topográfico e no Apêndice C croqui de locação dos pontos levantados.

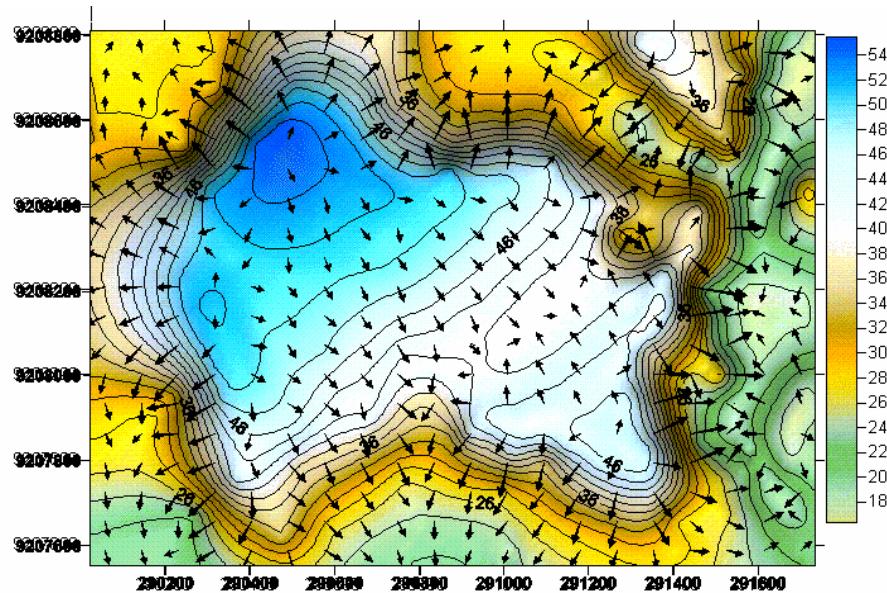


Figura 4.1 – Modelo Digital do Terreno para a área em estudo, com as curvas de nível geradas  
(e) Locação e levantamento topobatimétrico das seções longitudinais e transversais do  
espelho d’água da Lagoa do Buracão

O perfil do espelho d’água foi detalhado a partir de levantamento batimétrico de cinco seções transversais da lagoa. Após visitas de reconhecimento, foi feita a locação e detalhamento destas seções com o auxílio de um ecobatimétrico, seguindo o esquema detalhado na Figura 4.2. No Apêndice B destaca-se a caderneta de campo do levantamento batimétrico e no Apêndice C o detalhe do croqui de locação das seções e seus respectivos pontos.

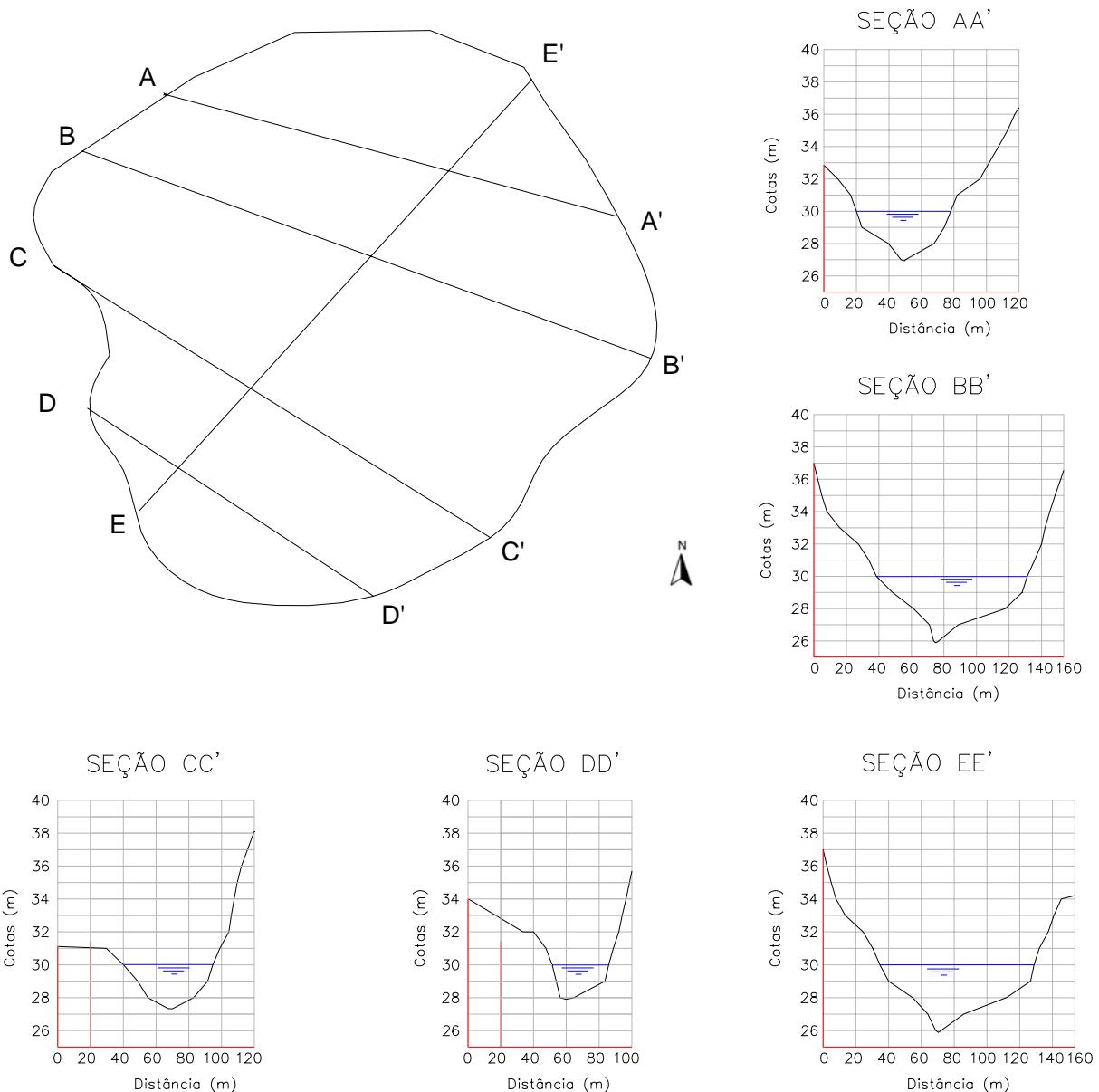


Figura 4.2 – Esquema da planta baixa e seções transversais da Lagoa do Buracão obtidas na batimetria

Com base nos dados do levantamento batimétrico, determinou-se a curva cota-área-volume com o auxílio do software *Autodesk Development System (Autodesk)* referente a conformação atual da área, destacada na Figura 4.3. No Apêndice E, seguem gráficos representativos da curva cota-área-volume para os cenários de drenagem propostos, que serão utilizados como dados de entrada no programa escolhido para simulação do reservatório.

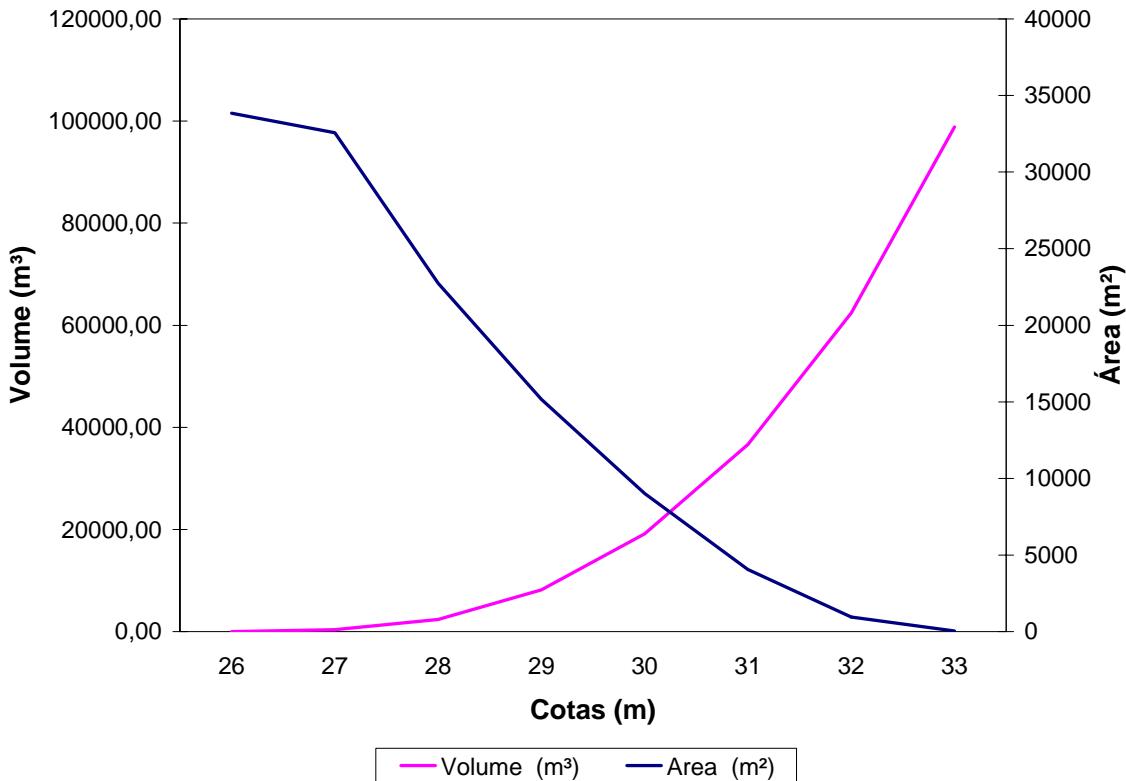


Figura 4.3 – Curva cota-área-volume obtida com a realização de batimetria  
(f) Análise estatística dos totais precipitados dos meses de janeiro na área de estudo

As simulações propostas na presente pesquisa consideram o funcionamento da Lagoa do Buracão para um evento extremo do ponto de vista hidrológico, a fim de avaliar o comportamento desta bacia em uma situação crítica de funcionamento e assim subsidiar a proposição de uma solução de drenagem embasada em uma situação real e crítica.

Para tanto, apresenta-se uma análise estatística de uma série histórica de precipitações do município de João Pessoa dos meses de janeiro, os quais foram ajustados às distribuições de probabilidade Normal e Log-normal, a fim de verificar qual das distribuições fornece o melhor ajuste.

A distribuição Normal, também conhecida como distribuição Gaussiana ou lei natural dos erros Ponce (1988) *apud* Marcellini (1994), tem sua função densidade de probabilidade dada pela seguinte expressão:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{(x-\mu)^2}{(2\sigma)^2}} \quad (26)$$

Onde:

$f(x)$  – probabilidade contínua;

$\sigma$  – desvio-padrão da população;

$x$  – variável randômica;

$\mu$  – média da população.

Por meio da transformação:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (27)$$

A distribuição normal pode ser convertida para uma distribuição de um parâmetro:

$$f(z) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-z^2}{2}} \quad (28)$$

Onde:

$z$  – variável normal reduzida, com média zero e desvio padrão unitário.

A função densidade acumulada pode ser derivada integrando-se a função densidade de probabilidade da equação (28).

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{\frac{u^2}{2}} du \quad (29)$$

Onde:

$F(z)$  – probabilidade acumulada;

$u$  – variável de integração.

Relativamente à Distribuição Log-normal, destaque-se que para certos fenômenos naturais, os valores das variáveis randômicas não seguem uma distribuição normal, mas seus logaritmos podem seguir. Nesse caso, a função densidade de probabilidade é obtida, substituindo-se  $x$  por  $y$  na equação da distribuição normal, equação (26), em que  $y = \ln x$ . Os parâmetros da Distribuição Log-Normal são a média e o desvio padrão de  $y$ .

### (g) Discretização da bacia

A bacia estudada foi discretizada em elementos definidos a partir do modelo utilizado para as simulações na Lagoa do Buracão. Esta discretização foi efetivada com base nas características hidrológicas, morfológicas, topográficas e de impermeabilização da bacia, subsidiadas por observações *in loco*, análise de mapas da área, bem como através de informações da rede de drenagem, obtidas através da espacialização das informações do indicador de drenagem urbana, destacada no Capítulo 2. A finalidade é possibilitar uma maior

representatividade das características físicas da área de modo a obter resultados mais próximos da realidade.

(h) Definição do modelo a ser utilizado nas simulações hidrológicas

Após o detalhamento da área em estudo, foram efetivadas verificações hidrológicas para estudo das cheias. Para tanto, utiliza-se o modelo ABC 6 uma vez que este possibilita a análise de cheias para diversos cenários, sendo muito bem aplicável a pequenas bacias urbanas com escassez de dados. A implementação do modelo ABC 6 se fez necessária para a transformação da chuva crítica conhecida em vazão afluente à Lagoa do Buracão e simulação das vazões efluentes para os cenários atual e propostos.

(i) Simulações hidrológicas no reservatório com dados observados para diversos cenários.

Tomando-se como base a discretização da bacia, simulou-se o comportamento hidrológico da vazão no reservatório final, que corresponde à Lagoa do Buracão. Para tanto, implementa-se o modelo ABC6, avaliando as probabilidades de vertimento do reservatório para diferentes cenários, auxiliando, assim, a escolha de uma solução de drenagem eficiente atrelada à proposição de um cenário multifuncional de ocupação do solo. Tais simulações são efetivadas para uma série de eventos chuvosos críticos de janeiro de 2004, no sentido de averiguar o funcionamento da Lagoa do Buracão em uma situação extrema.

(j) Análise dos resultados

Para a análise dos resultados obtidos nas simulações, propõe-se a determinação da eficiência de armazenamento do reservatório, calculado com base na expressão que segue (SILVA, 1993). No gráfico genérico da Figura 4.4, destaca-se cada um dos elementos a ser determinado para o cálculo da eficiência de armazenamento do reservatório.

$$Efic = \frac{\Delta Q}{Qe_{\max}} \times 100 \quad (30)$$

Onde:

$Efic$  – eficiência de armazenamento do reservatório, em %;

$\Delta Q$  – diferença entre a máxima vazão de entrada e a máxima vazão de saída, em  $m^3/s$ ;

$Qe_{\max}$  – máxima vazão de entrada, em  $m^3/s$ .

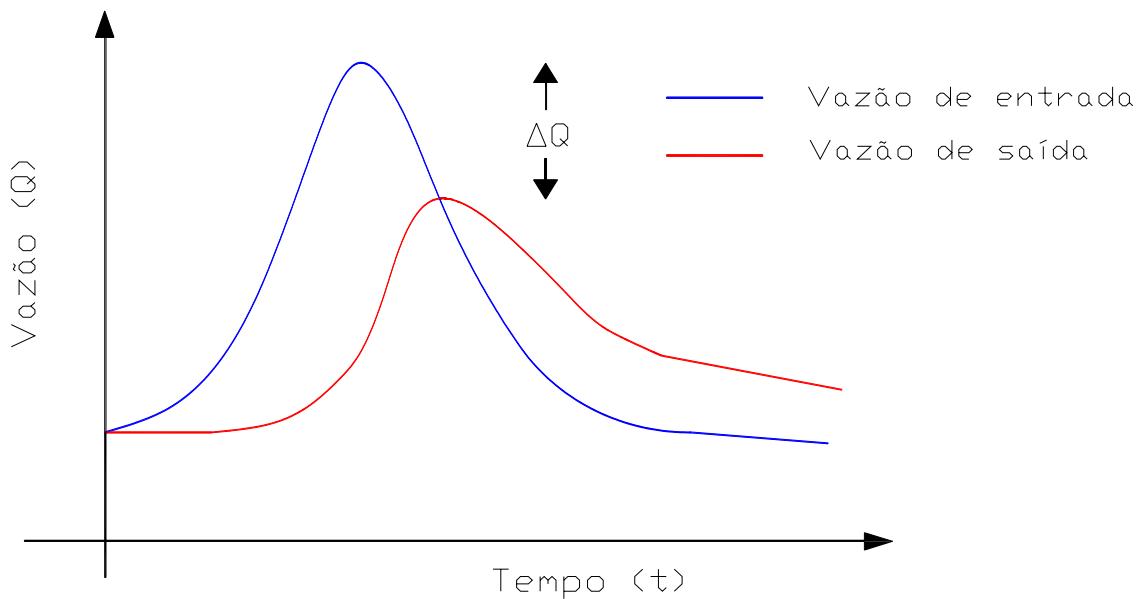


Figura 4.4 – Esquema para determinação da eficiência do reservatório de retardamento

Além da determinação dos valores de eficiência de armazenamento do reservatório, propõe-se a análise de outros critérios para a tomada de decisão acerca da solução de drenagem mais adequada para a área. Tais critérios abrangem a verificação da cota máxima de passeio, de modo que seja garantido o não atingimento deste nível, e o volume de desassoreamento, para que seja avaliada a repercussão da implantação do cenário em termos de volume a ser desassoreado. Averigua-se, de modo geral, o nível de intervenção a que a área estará susceptível na hipótese de implementação da solução proposta.

A análise será consubstanciada na criação de uma matriz que correlacione os critérios analisados e os cenários propostos a fim de subsidiar a tomada de decisão, comparando os cenários e seus resultados a fim de encontrar uma solução ótima para a atenuação das cheias na área modelada.

#### (k) Proposição de solução de drenagem urbana para a área em estudo

Após analisados os resultados das simulações, implementa-se uma análise comparativa entre os cenários simulados a fim de equacionar todos os fatores envolvidos, destacado no item anterior. A partir dos elementos fornecidos por esta análise, propõe-se uma solução de drenagem para a problemática que agregue, à alternativa de drenagem, usos multifuncionais para a lagoa. O foco da proposta é apresentar uma solução para dirimir os problemas de drenagem presentes na área agregando valores estéticos e paisagísticos a uma região atualmente degradada. Tal proposição é seguida de discussão acerca dos elementos

intervenientes nos sistemas de drenagem, na degradação da paisagem urbana e danos ambientais.

## 4.2 Modelo utilizado na pesquisa

### 4.2.1 O modelo ABC 6 (Análise de bacias complexas)

A modelagem matemática associada à simulação computacional tem se mostrado, nas últimas décadas, uma ferramenta indispensável no planejamento, dimensionamento e operação da drenagem urbana.

Várias técnicas de modelagem hidrológica têm sido desenvolvidas e utilizadas com sucesso na última década nas diversas aplicações na área da drenagem urbana, desde as mais simples até as mais robustas, geralmente integrando SIG's (Sistemas de Informações Geográficas) a modelos de propagação do escoamento na superfície em duas dimensões.

Tucci *et al.* (1989) apresentaram um sistema denominado *IPHS1*, o qual consiste de um programa computacional modulado, que permite ao usuário, através da seleção de alguns dos modelos de uso já consagrado na literatura, construir o seu próprio modelo.

Mascarenhas *et al.* (2001) propõem a modelagem da drenagem urbana através de um modelo matemático de células de escoamento para cheias urbanas, no qual a natureza pode ser representada por compartimentos homogêneos, interligados, chamados células de escoamento. Este modelo tem se mostrado eficaz em suas aplicações, uma vez que possibilita simulações do cenário atual de uma bacia, bem como cenários futuros com a implantação de obras estruturais sobre a rede de macro-drenagem, verificando o padrão de escoamento de cheias em planícies urbanas.

Cruz *et al.* (2005) aplicaram o modelo hidrodinâmico *EPA-SWMM 5.0* a um sistema de lagos e canais a ser implantado no município de Porto Alegre-RS. O modelo aplicado apresentou uma representatividade efetiva do comportamento do sistema proposto, sujeito a diversas condições de contorno. Os resultados obtidos demonstram o grande potencial de aplicação desta ferramenta na simulação hidrodinâmica de sistemas complexos deste tipo, aliada à sua facilidade de obtenção e uso.

O programa ABC 6, desenvolvido na Escola Politécnica da USP, por sua vez, é fundamentado em métodos sintéticos para o dimensionamento de vazões máximas em pequenas bacias sem dados, perfil este tipicamente urbano e de pequenas bacias rurais. Por este motivo, facilita o planejamento quando há escassez de informações ou quando não se tem dados específicos da região, e ainda pode-se utilizá-lo para subsidiar estudos de pré-

dimensionamento, OLIVEIRA *et al.* (1999). Outra peculiaridade do ABC 6 é permitir a combinação de alguns algoritmos existentes na literatura para determinação de variáveis hidrológicas, possibilitando assim que o usuário crie seu próprio modelo, entendendo o sistema representado.

#### 4.2.2 Parâmetros do modelo ABC 6

Segundo Oliveira *et al* (1999), na solução de problemas e estudo de alternativas, o diálogo do programa ABC 6 com o usuário é feito através de uma seqüência de módulos qual descreve-se a seguir:

(a) Módulo Topologia: este módulo permite a entrada de dados relativos à estrutura do sistema em análise, possibilitando a inserção e ligação dos diversos elementos do sistema. A rede simulada pode ser definida como uma rede de fluxo composta de nós e arcos assim definidos:

- Nós: representam pontos de início, final, confluência de bacias ou reservatórios.

Quando um nó representa um reservatório, ele contém todos os dados que caracterizam esse reservatório, a exemplo da cota da crista do vertedor, cota de fundo do reservatório, largura do vertedor, curvas cota×vazão e cota×volume, dentre outros;

- Arcos: representam bacias hidrográficas e trechos de canais naturais e artificiais. Para as bacias hidrográficas, cada arco contém os dados que a caracteriza e uma função de transformação responsável pela produção de uma saída (vazão) a partir de uma entrada (chuva). Já para os canais, a função de transformação é o amortecimento do hidrograma de entrada no trecho e a saída é o hidrograma amortecido no final do mesmo.

(b) Módulo Intervalo: este módulo permite a entrada do intervalo de tempo de discretização dos cálculos. Destaque-se que esse intervalo é obrigatoriamente o mesmo para todos os trechos da bacia hidrográfica.

(c) Módulo Modelos: nesse módulo é possível escolher entre quatro modelos de uso consagrado para o cálculo da chuva excedente, quais sejam: fórmula de Horton, fórmula de Green e Ampt, método do *Soil Conservation Service* e método do Índice  $\phi$ . Também é possível decidir qual o modelo de traçado de hidrograma de escoamento superficial direto que será utilizado, de acordo com a preferência do usuário e as peculiaridades do problema em análise (método de Clark e hidrograma triangular do SCS).

(d) Módulo Dados: esse módulo recebe informações do usuário a respeito da bacia hidrográfica tais como a área de drenagem, forma, declividade, uso do solo, características de infiltração e outras necessárias para determinar o hidrograma de cheias a partir de uma tormenta de projeto. Na tela são mostrados todos os dados relativos ao trecho (sub-bacia) que está sendo analisada. Além disso, são mostrados os modelos de cálculo de chuva excedente e de traçado do hidrograma.

Neste módulo é possível determinar a tormenta de projeto a partir de precipitações fornecidas diretamente pelo usuário ou por meio de relações Intensidade-Duração-Freqüência (equações do eng. Otto Pfafstetter, equações gerais e equações InIn). Para tanto, o Sistema ABC 6 dispõe de uma base de dados que permite não só acessar as relações IDF já publicadas mas também introduzir outras de interesse do usuário, além de ser possível atualizar este banco de dados pela Internet. Esse módulo contém também rotinas que distribuem a chuva no espaço e no tempo.

Ainda no módulo dados, o Sistema ABC 6 permite determinar o caminhamento das ondas de cheia pela bacia hidrográfica ao longo de trechos de canais. Nessa etapa é possível entrar com o comprimento do canal e o coeficiente de amortecimento. O Sistema gera três parâmetros ( $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ ) que são usados no amortecimento da onda de cheia ao longo do canal (é utilizado o método hidrológico de Muskingum para o cálculo do amortecimento).

Permite determinar o caminhamento das ondas de cheia em reservatórios de amortecimento, com vertedores em soleira livre sem comporta e vertedores afogados (orifícios) .

(e) Módulo Saídas: nesse módulo basta ao usuário clicar em um ponto qualquer do esquema representativo da bacia hidrográfica para obter os resultados do respectivo ponto. Como resultados são apresentados, em forma de tabelas e gráficos, a precipitação total, precipitação excedente e os hidrogramas de escoamento superficial direto.

A precipitação pode ser definida manualmente na forma de tabela (tempo × precipitação) ou por IDF selecionadas num mapa do território nacional no qual estarão dispostas geograficamente. A chuva será distribuída no tempo através do método dos Blocos Alternados e no espaço através de um coeficiente de redução espacial.

## **5. ESTUDO DE CASO**

A análise do comportamento da drenagem urbana na bacia da Lagoa do Buracão, referente às vazões afluentes, efluentes e níveis d'água, foi feita utilizando-se o modelo ABC 6 com simulações de diferentes cenários e apresentadas neste Capítulo. Apresenta-se ainda a discussão dos resultados com a indicação da melhor proposta de intervenção.

### **5.1 Análise estatística dos totais precipitados dos meses de janeiro na área de estudo**

Muito embora a área de estudo caracterize-se por concentrar os maiores valores precipitados anuais entre os meses de março e agosto, conforme já ressaltado no Capítulo 2, observou-se que o mês de janeiro de 2004 foi um mês atípico quanto a este aspecto, uma vez que foram constatados eventos chuvosos de grande intensidade, os quais causaram transtornos diversos para a população residente no município de João Pessoa.

Com a finalidade de ratificar tal assertiva, procedeu-se uma análise estatística de uma série histórica de precipitações mensais do município de João Pessoa. Para tanto, utilizou-se uma série de dados de chuva do posto pluviométrico de João Pessoa, abrangendo dados do período de 1913 a 1969, período no qual foi administrado pelo DNOCS, e dados do período de 1986 a 2005, sob administração do INMET. Os dados característicos do citado posto seguem no Quadro 5.1.

Foram selecionados os valores de precipitações mensais de janeiro de cada ano formando uma amostra tal qual representada no pluviograma exibido na Figura 5.1. Os principais parâmetros estatísticos calculados para a amostra são apresentados no Quadro 5.2.

Quadro 5.1 – Descrição do posto pluviométrico em João Pessoa utilizado na análise estatística dos totais precipitados em janeiro

<b>Nome do Posto</b>	<b>Data da instalação</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude</b>
João Pessoa	07/1912	07°06' S	34°52'W	7,73 m

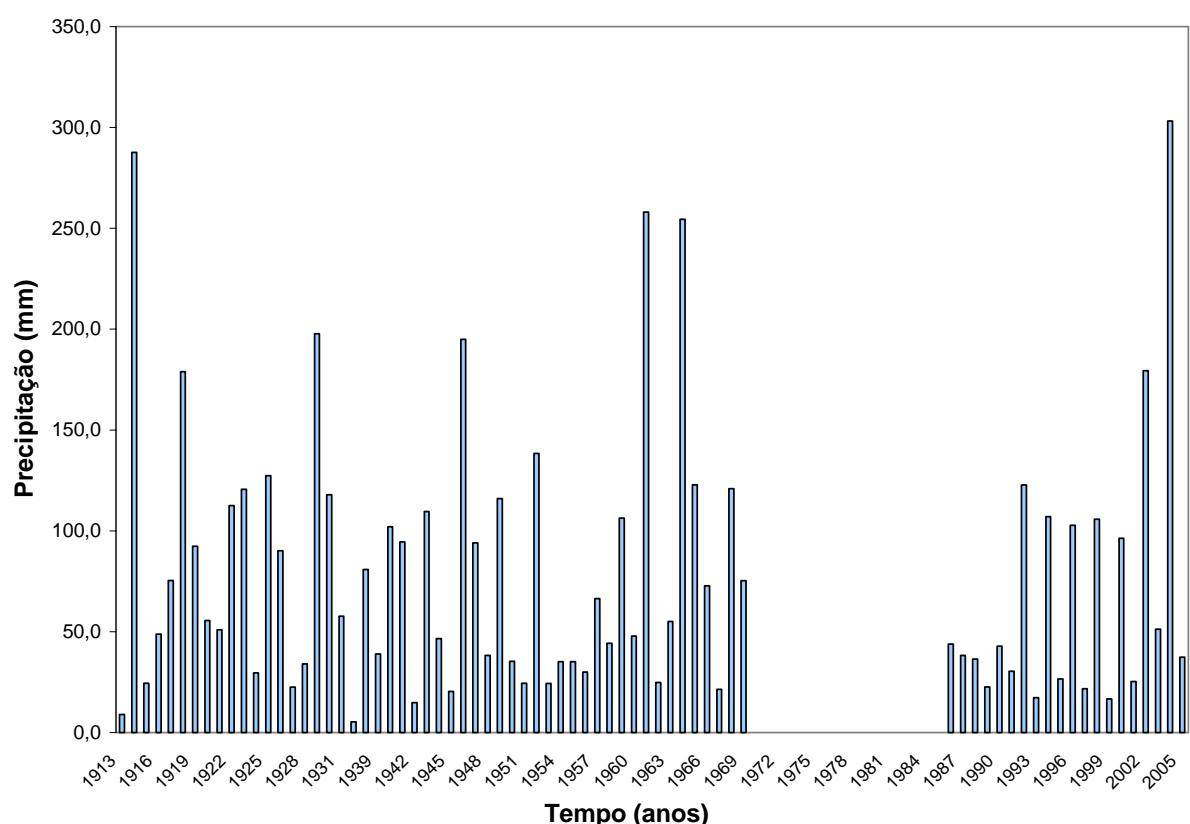


Figura 5.1 – Pluviograma no período de 1913-1969 e 1986-2005 nos meses de janeiro, no posto do INMET em João Pessoa

Quadro 5.2 - Parâmetros estatísticos de precipitações mensais de janeiro em João Pessoa no período de 1913-1969 e 1986-2005

<b>Meses</b>	<b>Parâmetros estatísticos</b>	
	<b>Média aritmética (mm)</b>	<b>Desvio-padrão (mm)</b>
Janeiro	79,3	66,7

Os valores das precipitações mensais selecionados foram ajustados às distribuições de probabilidade Normal e Log-Normal, sendo a distribuição Log-Normal a que forneceu o

melhor ajuste, conclusão inferida através da observação dos valores obtidos mediante a realização do teste de Kolmogorov-Smirnov. Tal teste verifica a aderência da distribuição através da determinação do valor da variável de teste ( $d$ ) e da comparação desta variável com um valor crítico calculado em função dos parâmetros  $\alpha$  e  $n$  (COSTA NETO, 1977).

A variável de teste se traduz pela maior diferença entre a função de distribuição acumulada do modelo e da amostra, conforme expresso pela seguinte fórmula:

$$d = \max |F(x) - G(x)| \quad (31)$$

Onde:

$d$  – variável de teste;

$F(x)$  – função de distribuição acumulada do modelo testado;

$G(x)$  – função de distribuição acumulada da amostra.

Os valores críticos, para os níveis de significância de  $\alpha = 5\%$  e  $\alpha = 1\%$ , podem ser calculados, respectivamente, segundo as expressões:

$$\frac{1,36}{\sqrt{n}} \quad (32)$$

$$\frac{1,63}{\sqrt{n}} \quad (33)$$

Onde:

$n$  – número de elementos da amostra.

Para o caso em estudo, temos  $d = 0,06607$  e a hipótese  $H_0$  (nula) nos permite concluir que a amostra provém de uma população conforme a Distribuição Log-normal. Para  $n = 72$ , o valor crítico ao nível de  $\alpha = 5\%$  de significância é 0,16028. Como  $d$  é menor que o valor crítico não se pode rejeitar a hipótese de log-normalidade da distribuição da população ao nível de significância de 5%. Na Figura 5.2 mostra-se a curva das probabilidades acumuladas teóricas obtida através de Distribuição Log-Normal além do diagrama de barras correspondente aos valores de freqüência acumuladas observadas. No Quadro 5.3 constam os valores observados e esperados determinados segundo a Distribuição Log-Normal.

Da análise dos valores obtidos a partir da distribuição ajustada, referidos no Quadro 5.3, infere-se que o mês de janeiro de 2004, no qual registrou-se uma precipitação mensal de

303 mm, constitui um mês crítico do ponto de vista hidrológico, uma vez que a probabilidade de ocorrência de um evento chuvoso como este é de 41 anos, como já esperado. De fato, o período de retorno pode ser entendido como o intervalo médio de tempo decorrido entre duas ocorrências sucessivas de um dado evento ou sua superação (BAPTISTA *et al.*, 2005), sendo dados pela expressão (34):

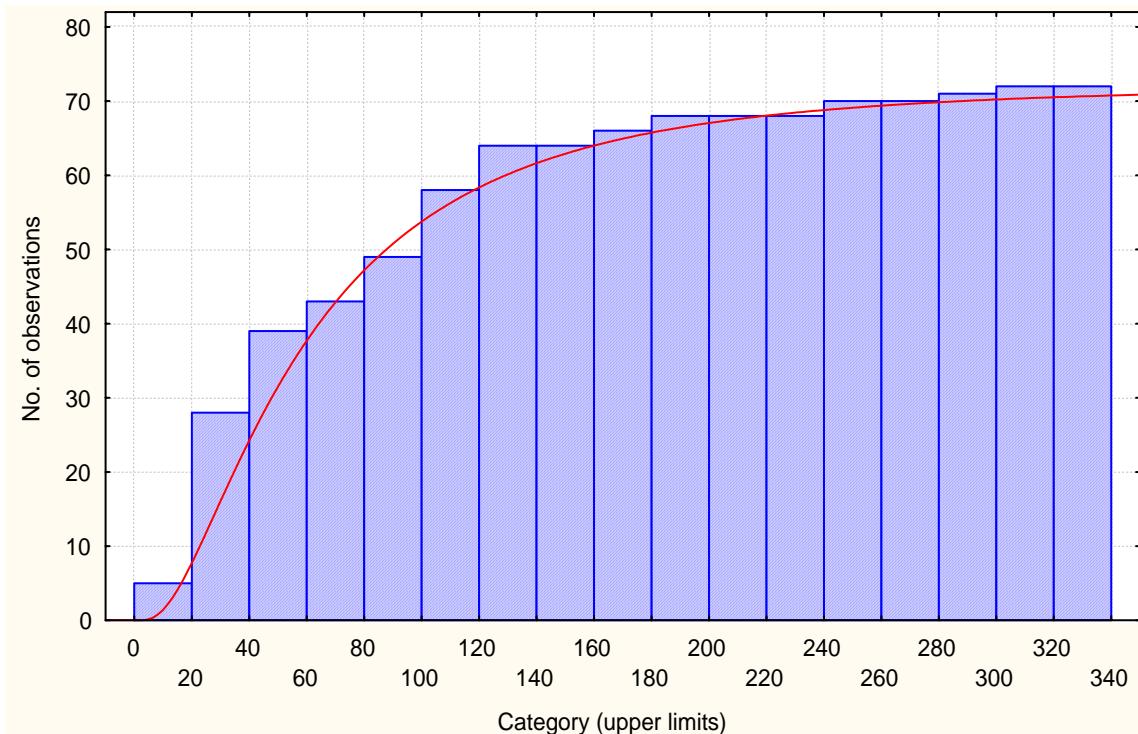


Figura 5.2 – Curva das probabilidades acumuladas teóricas (Distribuição Log-Normal - linha em vermelho e observadas - barras hachuradas em azul)

Quadro 5.3 – Valores obtidos dos cálculos das probabilidades observadas e esperadas

Limite da classe	Probabilidade observada (%)	Probabilidade observada acumulada (%)	Probabilidade esperada (%)	Probabilidade esperada acumulada (%)
<=20	6,94	6,94	10,70	10,70
40	31,94	38,89	22,97	33,67
60	15,28	54,17	18,67	52,34
80	5,55	59,72	13,18	65,53
100	8,33	68,05	9,13	74,66
120	12,50	80,55	6,39	81,05
140	8,33	88,89	4,54	85,60
160	0	88,89	3,29	88,89
180	2,78	91,67	2,42	91,31

200	2,78	94,44	1,81	93,12
220	0,00	94,44	1,37	94,49
240	0,00	94,44	1,05	95,55
260	2,78	97,22	0,82	96,37
280	0,00	97,22	0,64	97,02
300	1,39	98,61	0,51	97,53
320	1,39	99,99	0,41	97,94

$$T = \frac{1}{P(X \geq x_T)} \quad (34)$$

Onde:

$T$  – período de retorno, em anos;

$P(X \geq x_T)$  – probabilidade de um evento ser igualado ou superado.

No caso em questão, analisa-se a probabilidade de ocorrência de um evento tal como o ocorrido em janeiro de 2004, no qual registrou-se uma precipitação mensal de 303 mm. Interpolando o valor da probabilidade esperada para o valor de 303 mm a partir dos dados constantes no Quadro 5.3, constata-se que a probabilidade de ocorrência de um evento ser menor ou igual a 303 mm é de 97,57%. Para a determinação do período de retorno necessita-se, no entanto, da probabilidade de superação do evento, facilmente determinada, neste caso, a partir do princípio de complementaridade dos eventos, dado pelo seguinte corolário:

“Se um evento  $\bar{A}$  é o complemento de  $A$ , então  $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$ ”

Desse modo, a probabilidade de um evento chuvoso do mês de janeiro, para o município de João Pessoa, ser igual ou superior a 303 mm é de 2,43% o que corresponde a um período de retorno de 41 anos.

Assim sendo, selecionou-se uma seqüência de eventos chuvosos de janeiro de 2004 com vistas à simulação do comportamento da lagoa face às situações críticas e diferentes cenários de intervenções físicas na lagoa.

Apesar da disponibilidade de dados diários de chuva, a exemplo dos dados de precipitação obtidos no posto pluviométrico do LES (Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal da Paraíba) localizado a pouco mais de 15 km da área de estudo, fez-se necessária a utilização de dados horários de precipitação. De fato, o estudo efetivado busca a simulação do comportamento da lagoa para situações críticas, analisando a ocorrência

consecutiva de vários eventos chuvosos para um determinado tempo de retorno. Neste tipo de análise, o volume do reservatório será o resultado do volume de entrada d'água em cada evento e da capacidade do canal de vertimento, o que requer, portanto, um balanço a nível diário ou mesmo fração. No caso, devido à reduzida área da bacia hidrográfica contribuinte, com pequeno tempo de concentração, a análise deve ser feita com passo de tempo de fração de hora.

Com base nestas considerações, optou-se por utilizar dados de precipitação da bacia experimental da Universidade Federal da Paraíba do riacho Guaraíra, sub-bacia do rio Gramame, na microregião denominada João Pessoa, a 21 km de distância, a sudoeste. Trata-se de uma bacia experimental que possui uma área de 5,84 km<sup>2</sup> e está localizada no município de Pedras de Fogo, em propriedade da agroindústria Gramame Agro Industrial S.A. (GIASA), entre as latitudes 9.190,80 km e 9.195,25 km e longitudes 274,50 km e 277,00 km, (MEDEIROS *et al.*, 2005). Na bacia, encontra-se instalado e em funcionamento um pluviômetro digital com tempo de aquisição de um minuto durante eventos chuvosos. Na Figura 5.3 destaca-se o hietograma observado para a estação 2, na bacia experimental para o mês de janeiro de 2004.

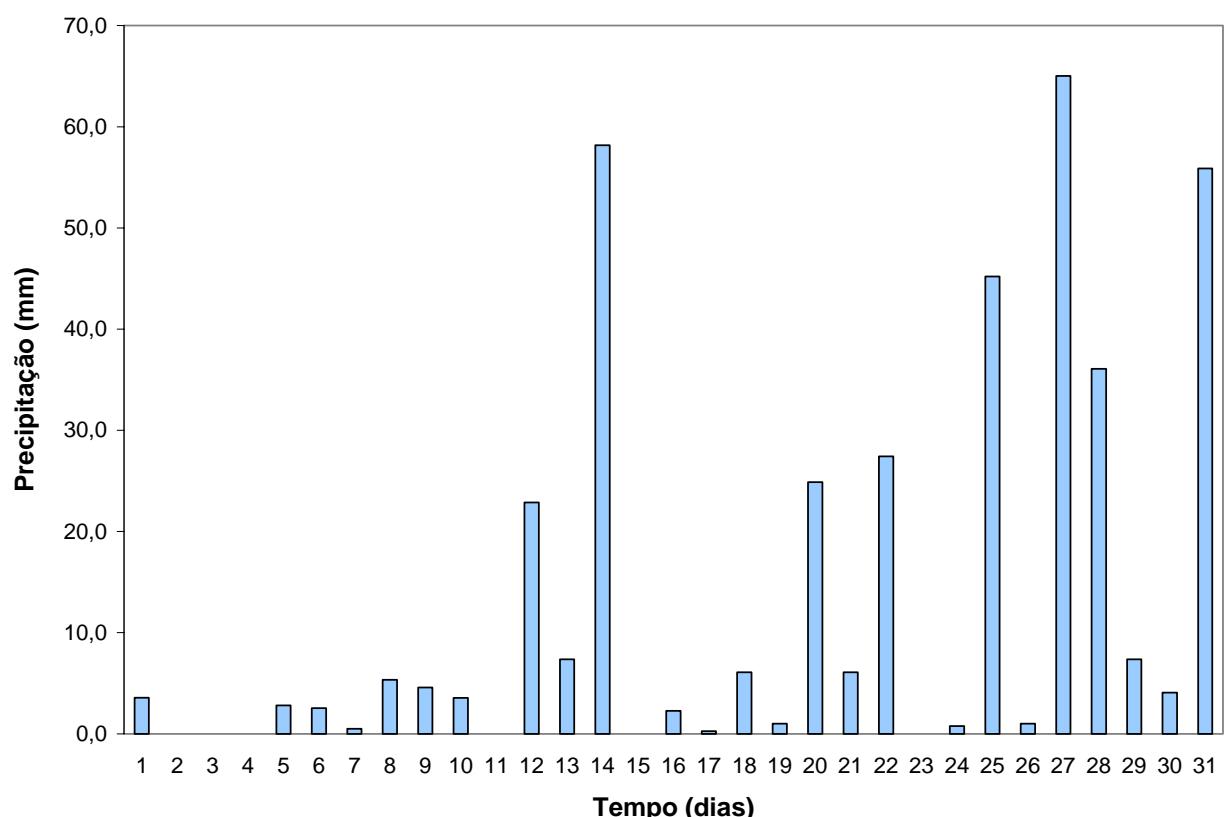


Figura 5.3 – Hietograma observado na estação 2 da bacia experimental do riacho Guaraíra, janeiro de 2004

Destaque-se que os dados de precipitação utilizados na simulação abrangem os eventos chuvosos ocorridos entre os dias 27 e 31 de janeiro de 2004. Estes dados forneceram informações importantes para o entendimento da dinâmica das cheias no local de estudo, uma vez que permitiram a análise do comportamento da lagoa para uma significativa seqüência de eventos chuvosos, incluindo o dia 27 de janeiro no qual se registrou o maior valor de precipitação diária do janeiro de 2004, correspondente a 65,02 mm. No Quadro 5.4 destaca-se a seqüência de eventos chuvosos utilizados para a simulação da Lagoa do Buracão.

**Quadro 5.4 – Eventos chuvosos utilizados na simulação da bacia da Lagoa do Buracão**

<b>Evento</b>	<b>Data</b>	<b>Precipitação total (mm)</b>
1	27 de janeiro de 2004	65,02
2	28 de janeiro de 2004	36,31
3	29 de janeiro de 2004	7,11
4	30 de janeiro de 2004	4,06
5	31 de janeiro de 2004	55,88

## **5.2 Aplicação do modelo ABC 6 na Bacia da Lagoa do Buracão**

### **5.2.1 Discretização da Bacia da Lagoa do Buracão**

A aplicação do modelo ABC 6 para a Lagoa do Buracão iniciou-se com a discretização da bacia, tomando por base reconhecimento detalhado das condições de topografia e da impermeabilização local, propiciado pela realização de diversas observações *in loco*, bem como as informações da rede de drenagem da bacia, obtidas através da espacialização das informações do indicador de drenagem urbana, já destacada no Capítulo 2. A partir destas informações, dividiu-se a bacia em estudo em três pequenas sub-bacias, conforme esquema de discretização da bacia destacado na Figura 5.4.

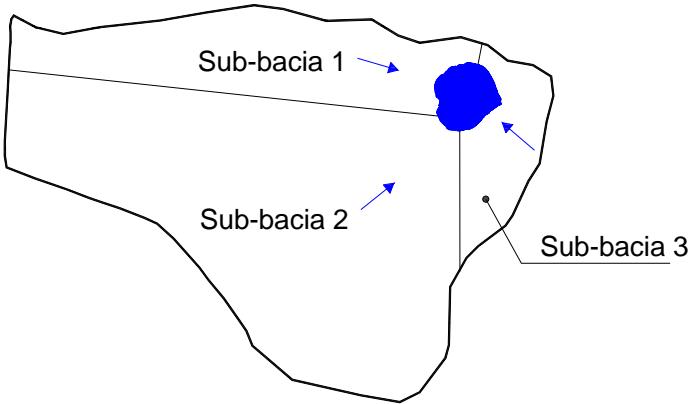


Figura 5.4 – Representação esquemática das sub-bacias da bacia da Lagoa do Buracão

Ressalte-se que a discretização adotando-se três pequenas sub-bacias de contribuição teve sua justificativa no fato de se tratar de uma bacia de pequenas dimensões que apresenta relativa homogeneidade quanto aos aspectos de declividade, cobertura vegetal e ocupação do solo. Para a adoção da divisão nas três sub-bacias consoante apresentado na Figura 5.4, considerou-se ainda os dados de variabilidade das condições de drenagem superficial da bacia em estudo, conforme já explicitado no Capítulo 2. No Quadro 5.5 podem ser visualizadas características de cada sub-bacia. A porcentagem de área impermeável para as sub-bacias foi obtida do mapa de uso do solo e a declividade adveio da análise do modelo numérico do terreno.

Quadro 5.5 – Características das sub-bacias utilizadas na simulação

<b>Discretização</b>	<b>Sub-bacia</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Comprimento do talvegue (m)</b>	<b>Diferença de cotas (m)</b>	<b>Declividade (m/km)</b>
3 sub-bacias	1	0,06	924	21	22,73
	2	0,21	855,5	18	18,97
	3	0,04	587,5	6	8,93

A partir destas considerações, a bacia foi então discretizada consoante os seguintes elementos no Módulo Topologia do programa ABC 6: três sub-bacias partindo de nós distintos, chegando a um nó de confluência configurado como reservatório a fim de representar a Lagoa do Buracão. Na Figura 5.5 destaca-se o esquema representativo da rede de drenagem adotada na pesquisa.

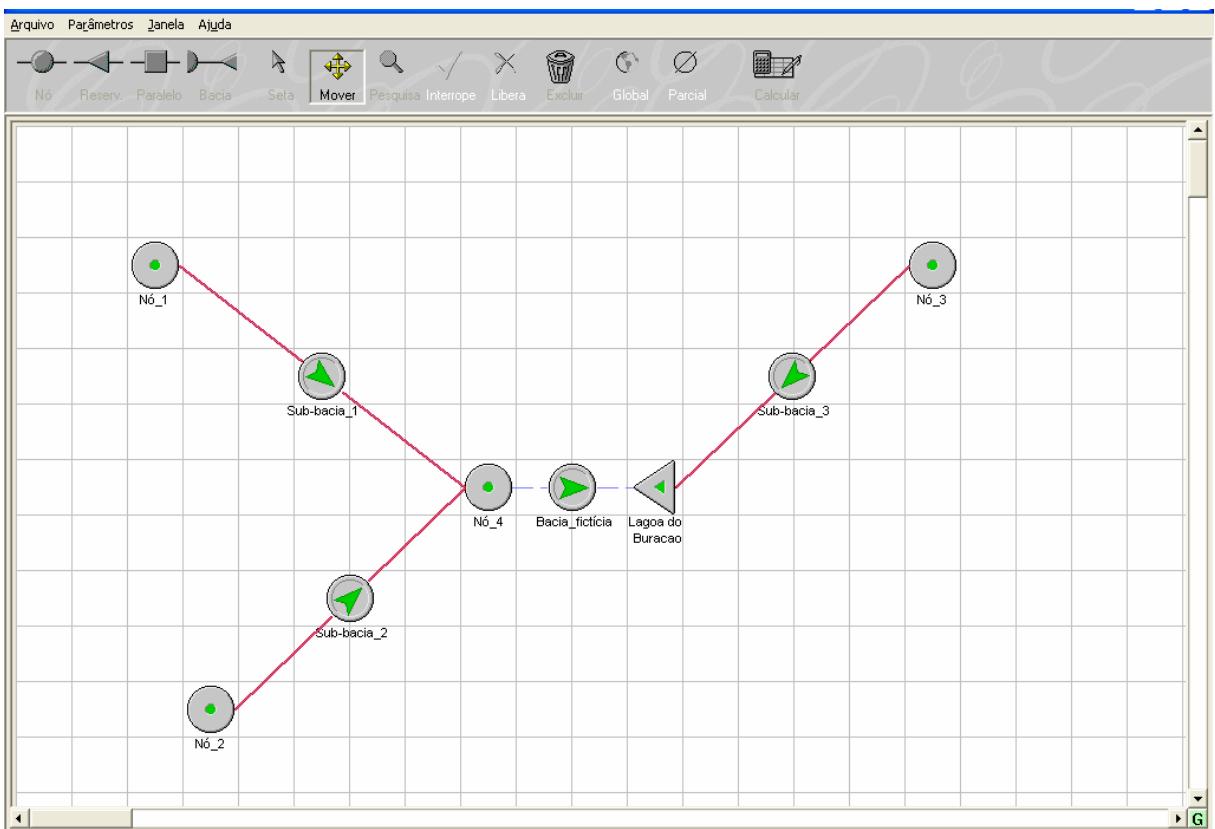


Figura 5.5 – Tela do programa ABC 6 mostrando a rede de drenagem da bacia hidrográfica da Lagoa do Buracão

### 5.2.2 Dados de entrada do modelo ABC 6

Estabelecida a discretização da bacia e selecionados os eventos chuvosos a serem simulados, passou-se à etapa de alimentação dos demais módulos do modelo. Logo, outras informações de entrada são necessárias e são obtidas através das características físicas da bacia, conforme detalhado a seguir:

#### (a) Tempo de concentração

Para a determinação do tempo de concentração, foi escolhida a fórmula de Kirpich, baseando-se nos estudos de Esteves e Mendiondo (2003), os quais a indicam como uma das fórmulas de melhor desempenho, em especial para o caso de pequenas bacias urbanas.

Para o caso em estudo calculou-se o tempo de concentração para cada as sub-bacias 1, 2 e 3 a partir dos dados destacados no Quadro 5.3, sendo obtidos os seguintes valores, respectivamente: 16,16 minutos; 15,69 minutos e 15,52 minutos.

#### (b) Cálculo do CN

Como a bacia da Lagoa do Buracão apresenta diversos tipos de solo e de ocupação, calculou-se para cada uma das sub-bacias discretizadas um valor de *CN* obtido pela média ponderada dos diversos *CNs* correspondentes às áreas homogêneas.

Para o cálculo do *CN* médio procedeu-se, inicialmente, à escolha das condições de umidade antecedente do solo. No presente estudo considerou-se a situação *AMC II*, portanto puderam ser utilizados diretamente os valores do Quadro 3.1 apresentados no Capítulo 3. Vale salientar que esta condição foi escolhida por ser comumente utilizada para a determinação do hidrograma do escoamento superficial direto para projeto em drenagem urbana.

Após escolhida a condição de umidade antecedente do solo, estabeleceu-se o grupo de solos predominante nas sub-bacias de acordo com o tipo de solo e condições de ocupação. Com base nas pesquisas de Melo (2000) e Oliveira (2001) acerca da bacia do rio Jaguaripe e do conhecimento das condições de escoamento superficial da bacia, classificou-se as sub-bacias como tendo solos predominantemente do tipo C. A caracterização dos solos segundo os grupos hidrológicos pode ser constatada no Capítulo 3.

Estabelecido que os solos são predominantemente pertencentes ao grupo C, determinou-se o *CN* para cada um dos usos do solo presentes nas sub-bacias, obedecendo aos valores apresentados no Quadro 3.7 do Capítulo 3. As sub-bacias foram classificadas de acordo com classes de uso e ocupação fundamentando-se em levantamento detalhado das condições atuais do uso e ocupação do solo da bacia, já explicitado no Capítulo 3. No Quadro 5.6 segue a classificação da bacia segundo as classes de uso e ocupação do solo, suas áreas e os valores de *CN* correspondentes.

Desse modo, determinou-se o *CN* médio para cada uma das sub-bacias da Lagoa do Buracão através do cálculo da média ponderada dos *CNs* correspondentes às áreas homogêneas. Os valores de *CN* calculados para as sub-bacias 1, 2 e 3 são respectivamente 90, 91 e 91.

#### (c) Determinação da precipitação efetiva

A precipitação efetiva foi determinada através da aplicação do Método SCS já explicitado no Capítulo 3.

#### (d) Determinação da Vazão de pico

Para cada evento chuvoso neste mês, com intervalo de cálculo adequado, calcularam-se os hidrogramas de vazão máximas de entrada e saída da lagoa utilizando a metodologia do Hidrograma Triangular.

Quadro 5.6 – Valores de *CN* da bacia da Lagoa do Buracão segundo classes de uso e ocupação do solo

Classe de uso e ocupação do solo	Tipo de Superfície	Área (km <sup>2</sup> )			<i>CN</i>
		1	2	3	
Área residencial	Lotes até 500 m <sup>2</sup>	0,0400	0,1000	0,0300	90
Áreas comerciais	Altos níveis de impermeabilização	0,0030	0,0250	0,0100	94
Ruas e estradas	Pavimentadas com guias e drenagem	0,0040	0,0330	0,0020	98
	De terra	0,0110	0,0450	0,0010	87
Espaços abertos, parques e jardins	Boas condições de cobertura de grama	0,0001	0,0030	0,0010	74
	Condições médias de cobertura de grama	0,0030	0,0040	0,0005	79

(e) Intervalo de tempo

O intervalo de tempo utilizado para o passo de cálculo foi determinado tomando por base o tempo de concentração das sub-bacias. Assim, utilizou-se um intervalo de discretização dos cálculos de 15 minutos.

(f) Estrutura de vertimento

A estrutura de vertimento básica adotada para as proposições das possíveis soluções compreende um vertedor do tipo soleira livre com largura de 1,1 m e coeficiente de descarga igual a 0,450. A capacidade do vertedor foi determinada a partir da seguinte equação:

$$Q = CLH^{3/2} \quad (35)$$

onde:

*Q* – vazão, em m<sup>3</sup>/s;

*C* – coeficiente de descarga;

*L* – largura do vertedor, em m;

*H* – altura da lâmina d’água, em m.

### **5.3 Simulações hidrológicas para diferentes cenários**

A área onde se insere a Lagoa do Buracão compreende um ambiente urbanizado, com diversas ocupações irregulares em áreas ribeirinhas que comumente sofrem com problemas de enchentes urbanas, conforme já salientado no Capítulo 2.

Com o intuito de propor uma solução de drenagem adequada para a resolução dos problemas de enchentes detectados e, simultaneamente, propiciar a revitalização do espaço urbano através da criação de áreas públicas e de passeios, foram simulados três cenários de drenagem para avaliar o comportamento da bacia em condições diversas. Estes foram elaborados como evoluções de um cenário base que consiste na conformação atual da Lagoa, e considerando como fatores limitantes o volume armazenado nesta e a cota do passeio público no entorno da lagoa.

Os diferentes volumes de armazenamento da lagoa, segundo os cenários considerados, são inferidos da curva cota-área-volume. Foram consideradas então as diferentes curvas com os aprofundamentos das superfícies de fundos planas horizontais, a fim de permitir a avaliação posterior dos ganhos de armazenamento e de áreas laterais sem ocorrência de inundação. O objetivo é a locação dos elementos da proposta de uso multifuncional das áreas no entorno da lagoa.

Considera-se, de modo geral, que a proposta de uso multifuncional compreenderá o espelho d'água da Lagoa em um nível pré-estabelecido, com perfil retificado, seguido de uma faixa vegetada e faixas de passeio. Esta proposta será detalhada em itens posteriores, tomando-se por base o estudo comparativo entre os cenários estudados. Desse modo, uma das principais condições limitantes nas simulações será a máxima altura da cota do vertedor.

#### **5.3.1 Cenários de simulação**

No presente tópico são listados os cenários balizados para as simulações propostas, retratando as diversas situações com implantação de intervenções na drenagem da bacia modelada. Tais cenários foram idealizados tomando por base a simulação do comportamento da lagoa para situações críticas, considerando a ocorrência consecutiva de vários eventos chuvosos para o mês de janeiro de 2004.

- Cenário atual

As simulações hidrológicas para o funcionamento da lagoa foram fundamentadas no cenário-base que serviu de ponto de partida para elaboração dos cenários propostos em

seguida relatados. Este cenário abrange a situação da bacia da Lagoa do Buracão tal qual sua conformação atual e compreende a lagoa com nível de água na cota 30, fundo do reservatório na cota 26 e o vertedor existente locado na cota 30,5 m. O vertedor na composição atual possui largura média de 0,50 que deságua em um canal escavado que encaminha as águas vertidas para o rio Jaguaribe, após um trajeto de 205,6 m. O perfil que caracteriza este cenário pode ser verificado na Figura 5.6.

- Cenário 1

Este cenário abrange a proposta de aprofundamento da lagoa para um perfil de fundo horizontal plano com 3 metros de profundidade constante, obviamente a ser efetivada mediante realização de desassoreamento. A cota de fundo é de 26,0; a cota inicial da lâmina d'água é 30,0 e a cota do vertedor é 30,5; conforme destacado na Figura 5.7..

- Cenário 2

Cenário da lagoa com perfil de fundo constante em toda sua profundidade. Para este cenário a lagoa deverá ser desassoreada em todo sua área de fundo a partir da cota 30,5 até a cota de fundo (26,0). Desse modo, ficará com 4 metros de profundidade constante, 26 como cota de fundo, 30,0 como cota inicial da lâmina d'água e 30,5 como cota do vertedor. O perfil que representa este cenário pode ser verificado na Figura 5.8.

- Cenário 3

Cenário similar ao 2 no qual a única diferença reside na aprofundamento da lagoa que seguirá até a cota 25,0. Desse modo, a lagoa terá perfil constante e com profundidade de 5 m, conforme destacado na Figura 5.9.

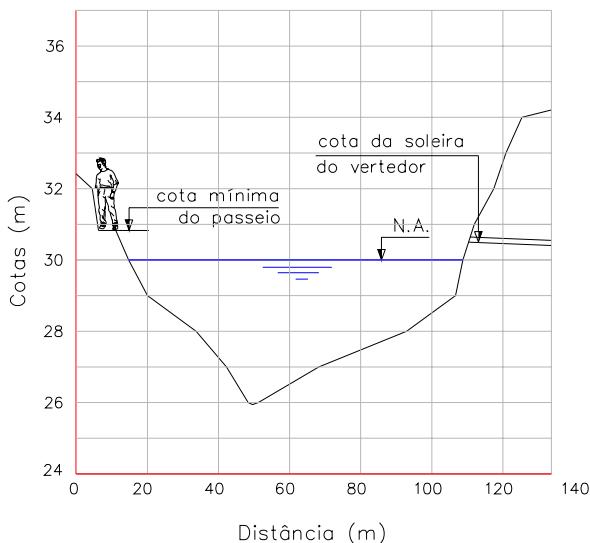


Figura 5.6 – Seção transversal da Lagoa do Buracão para o cenário atual

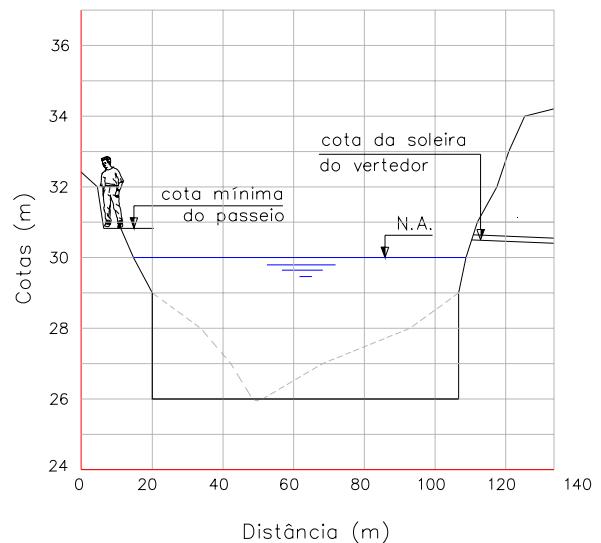


Figura 5.7 – Seção transversal da Lagoa do Buracão para o cenário 1

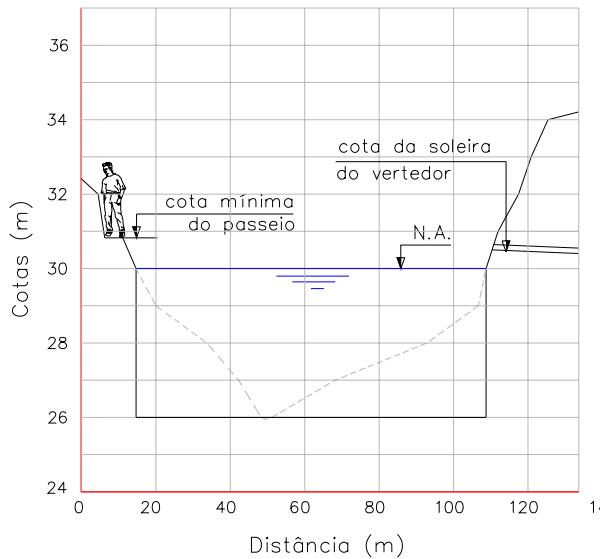


Figura 5.8 – Seção transversal da Lagoa do Buracão para o cenário 2

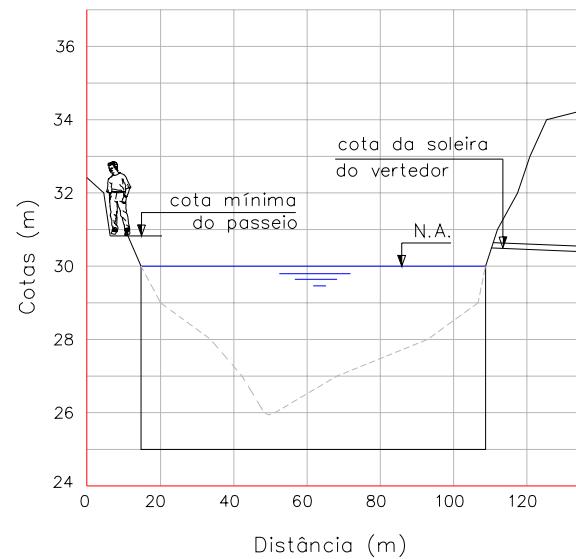


Figura 5.9 – Seção transversal da Lagoa do Buracão para o cenário 3

Um resumo dos parâmetros considerados na simulação dos cenários supracitados é apresentado no Quadro 5.7. Além destes parâmetros, faz-se necessário o conhecimento da curva cota-área-volume para cada uma das situações propostas a fim de que estas sejam implementadas na entrada de dados. As curvas cota-área-volume utilizadas nesta aplicação são apresentadas no Apêndice E. Destaca-se que para o primeiro dia da série de eventos simulados adotou-se a cota da lâmina d'água inicial como sendo a 30, em todos os cenários simulados, correspondente ao nível mais freqüente no período seco, coincidindo decerto com o nível do lençol freático. Para os demais dias simulados a cota da lâmina d'água inicial nos cenários simulados foi a 30,5, ou seja, considerando a lagoa cheia.

Quadro 5.7 – Características adotadas para os cenários simulados

Parâmetros	Cenários			
	Atual	1	2	3
Cota do vertedor (m)	30,5	30,5	30,5	30,5
Cota da lâmina d'água inicial (m) – 1º dia da série de eventos chuvosos	30,0	30,0	30,0	30,0
Cota da lâmina d'água inicial (m) – demais dias da série de eventos chuvosos	30,5	30,5	30,5	30,5
Cota do fundo (m)	26,0	26,0	26,0	25,0
Largura do vertedor (m)	0,50	1,10	1,10	1,10

No Quadro 5.8 pode ser visualizado um resumo dos resultados obtidos nas simulações para máximas vazões de pico à entrada e à saída da Lagoa nos diferentes cenários analisados, para os dias 27 a 31/01/2004. Os resultados completos obtidos nas simulações são apresentados no Apêndice F. As Figuras 5.10 a 5.14 mostram os hidrogramas obtidos nas simulações dos diferentes cenários propostos.

Quadro 5.8 – Valores obtidos da simulação dos diferentes cenários

Cenário	Eventos	Máxima Vazão de entrada (m <sup>3</sup> /s)	Máxima Vazão de saída (m <sup>3</sup> /s)
Atual	27/01/2004	2,301	0,104
	28/01/2004	1,910	0,175
	29/01/2004	0,491	0,015
	30/01/2004	0,151	0,005
	31/01/2004	2,763	0,151
1	27/01/2004	2,301	0,088
	28/01/2004	1,910	0,212
	29/01/2004	0,491	0,022
	30/01/2004	0,151	0,008
	31/01/2004	2,763	0,130
2	27/01/2004	2,301	0,006
	28/01/2004	1,910	0,177
	29/01/2004	0,491	0,015
	30/01/2004	0,151	0,005
	31/01/2004	2,763	0,098
3	27/01/2004	2,301	0,000
	28/01/2004	1,910	0,162
	29/01/2004	0,491	0,013
	30/01/2004	0,151	0,005
	31/01/2004	2,763	0,087

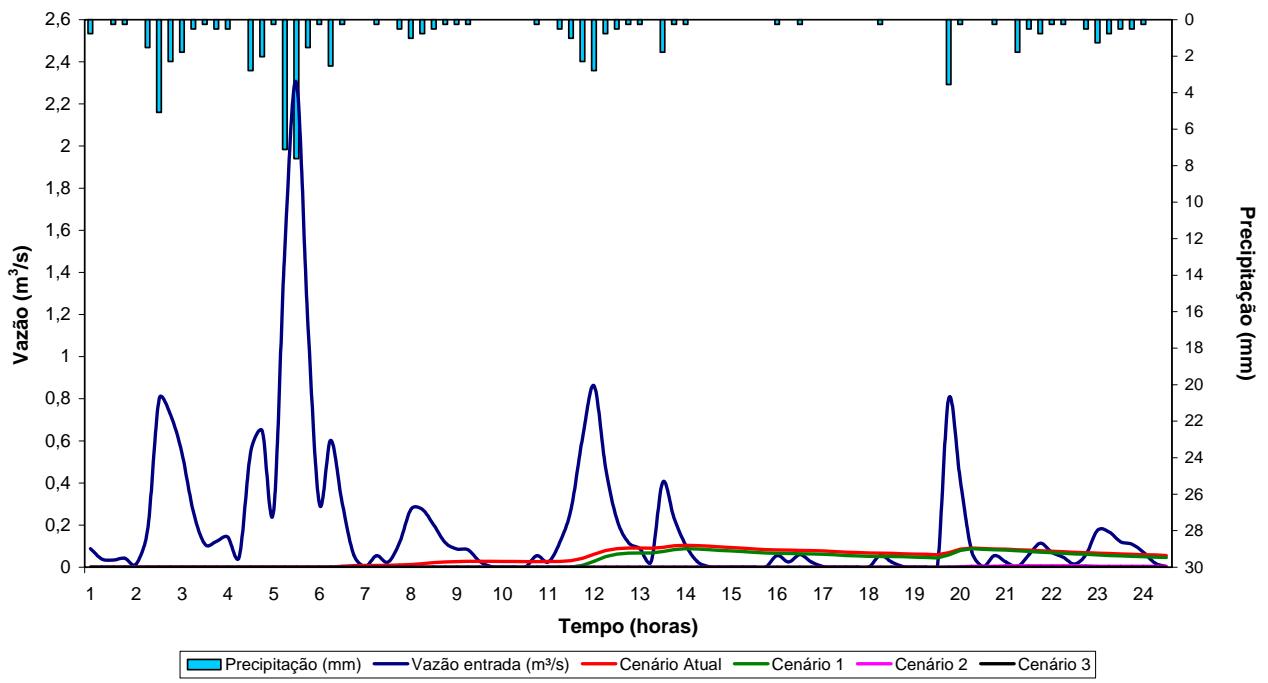


Figura 5.10 – Pluviograma e Hidrograma dos eventos do dia 27/01/2004 para os cenários de drenagem propostos

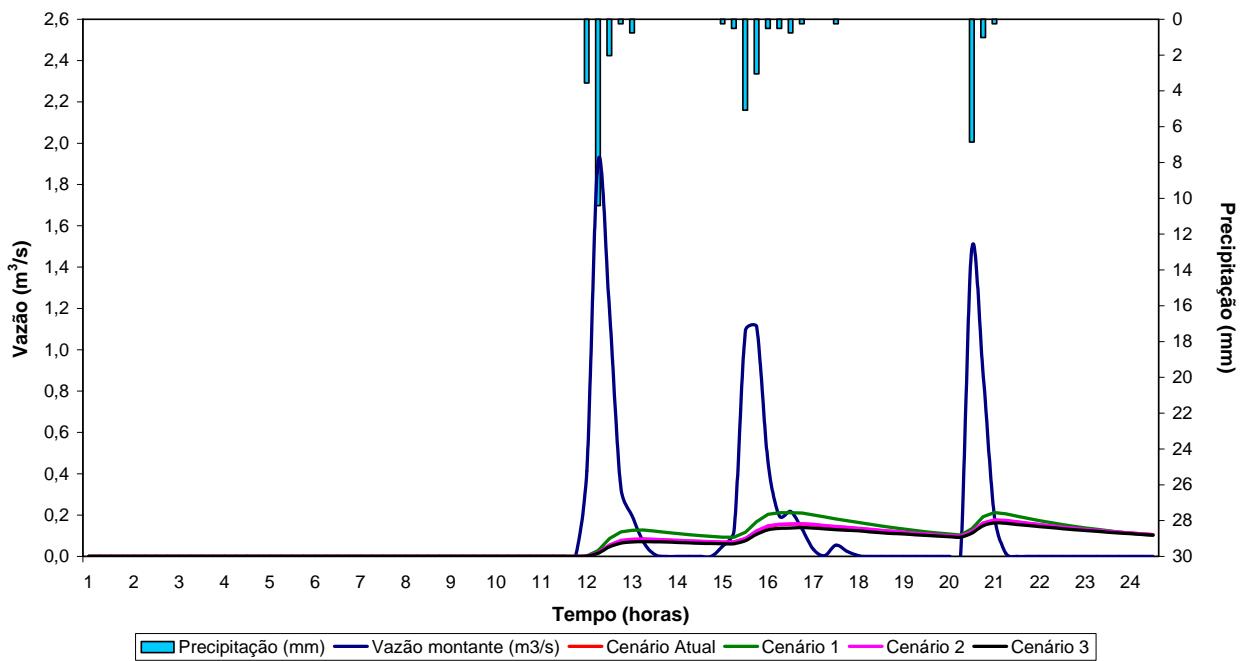


Figura 5.11 – Pluviograma e Hidrograma dos eventos do dia 28/01/2004 para os cenários de drenagem propostos

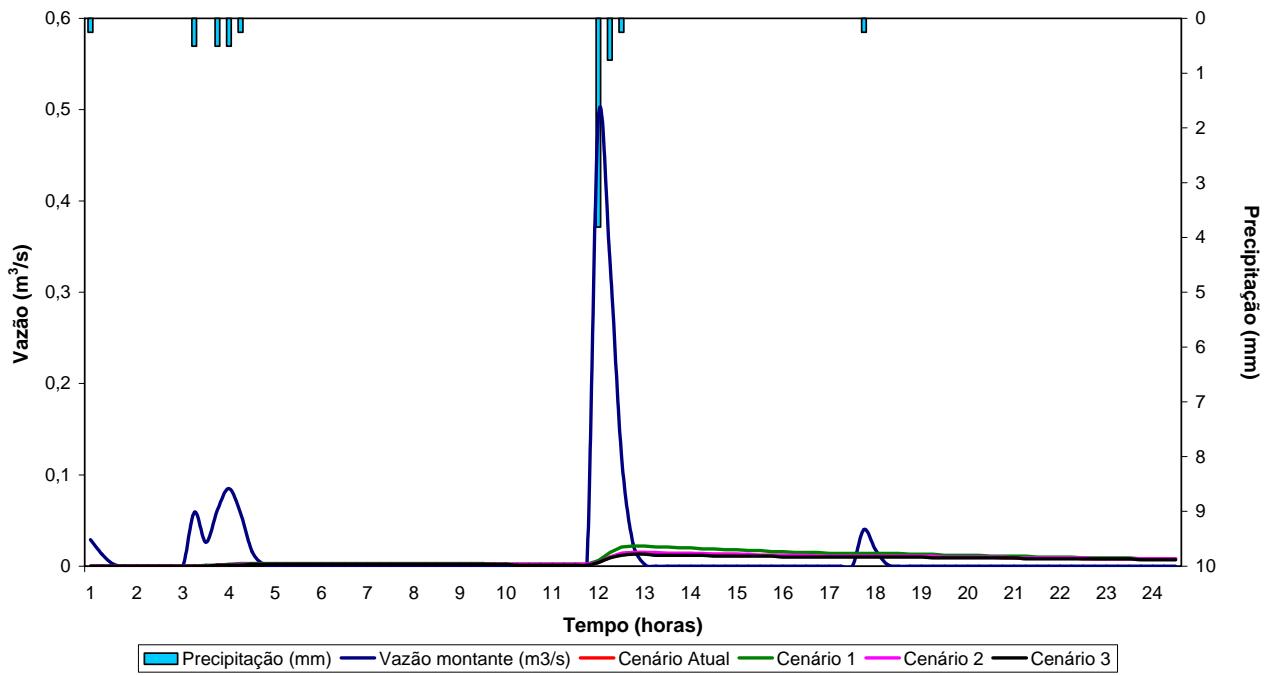


Figura 5.12 – Pluviograma e Hidrograma dos eventos do dia 29/01/2004 para os cenários de drenagem propostos

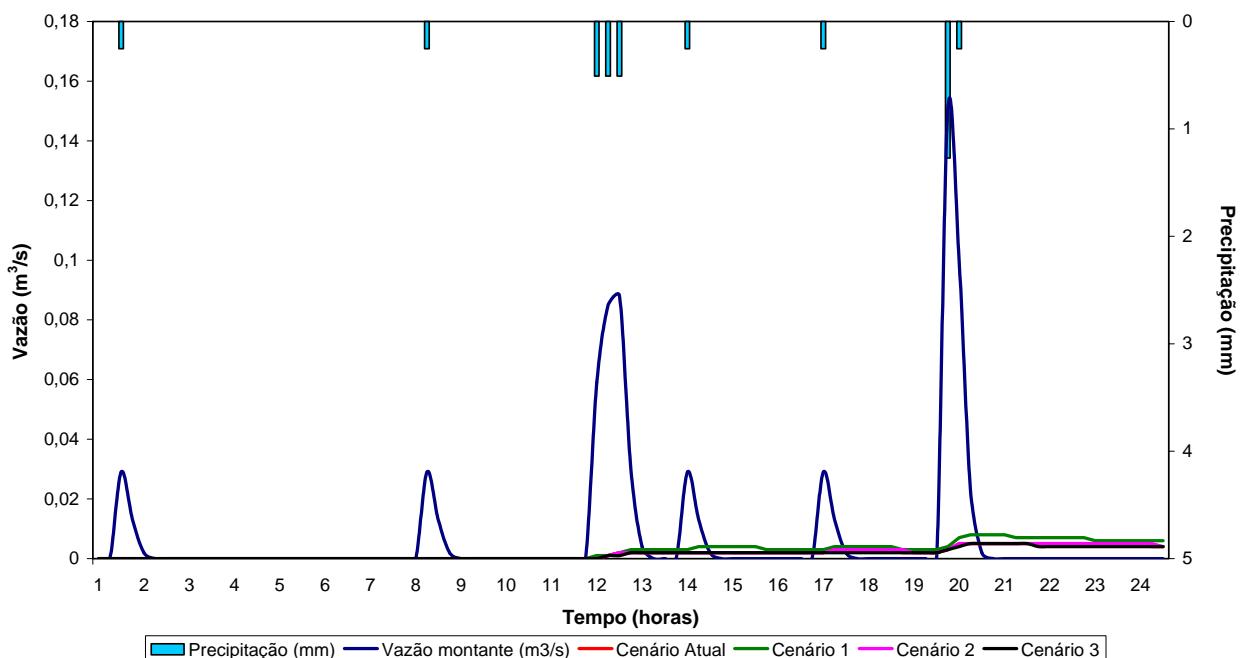


Figura 5.13 – Pluviograma e Hidrograma dos eventos do dia 30/01/2004 para os cenários de drenagem propostos

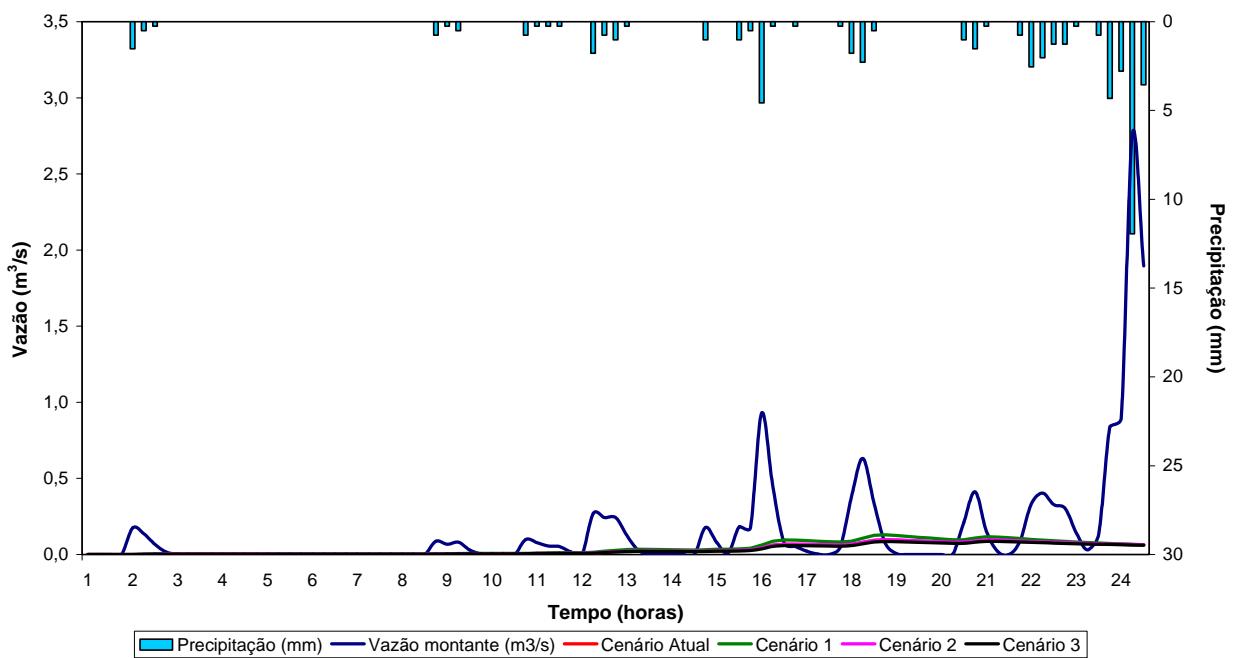


Figura 5.14 – Pluviograma e Hidrograma dos eventos do dia 31/01/2004 para os cenários de drenagem propostos

#### 5.4. Análise dos Cenários Simulados

Os resultados das simulações foram analisados e comparados objetivando a verificação da eficiência de cada cenário a fim de se encontrar uma combinação otimizada de intervenções para a atenuação das cheias na área modelada. Tal análise tem por objetivo apresentar um elenco de opções a serem discutidas e analisadas de forma a apontar, dentre as alternativas estudadas, a que se configure como a melhor solução para proporcionar a recuperação ambiental da área. Como melhor solução entende-se a que implicar nos critérios: I) menores intervenções físicas na lagoa; II) eficiências de armazenamento altas; III) ausência de inundações nas áreas marginais com cotas reservadas para o passeio público. No Quadro 5.9 destacam-se as eficiências de armazenamento calculadas para cada um dos cenários propostos e para o cenário atual e as cotas máximas atingidas pela lâmina d'água. Tais resultados são representados graficamente nas Figuras 5.15 e 5.16.

Vale salientar que as eficiências de armazenamento calculadas e apresentadas em cada um dos dias simulados referem-se ao evento principal, ou seja, o que apresentou o maior pico de vazão afluente. Assim, pode-se avaliar os rendimentos de armazenamento da lagoa e, consequentemente, fundamentar a escolha da melhor alternativa dentre os cenários simulados, com referência ao critério II.

**Quadro 5.9 – Eficiências calculadas para os diferentes cenários simulados**

Cenário	Eventos	Eficiência de armazenamento (%)	Cota máxima (m)
Atual	27/01/2004	95,48	30,72
	28/01/2004	90,84	30,81
	29/01/2004	96,95	30,56
	30/01/2004	96,69	30,53
	31/01/2004	94,53	30,67
1	27/01/2004	96,18	30,62
	28/01/2004	88,9	30,71
	29/01/2004	95,52	30,55
	30/01/2004	94,7	30,52
	31/01/2004	95,29	30,65
2	27/01/2004	99,74	30,52
	28/01/2004	90,73	30,69
	29/01/2004	96,95	30,54
	30/01/2004	96,69	30,52
	31/01/2004	96,45	30,63
3	27/01/2004	100,00	30,46
	28/01/2004	91,52	30,68
	29/01/2004	97,35	30,53
	30/01/2004	96,69	30,52
	31/01/2004	96,85	30,62

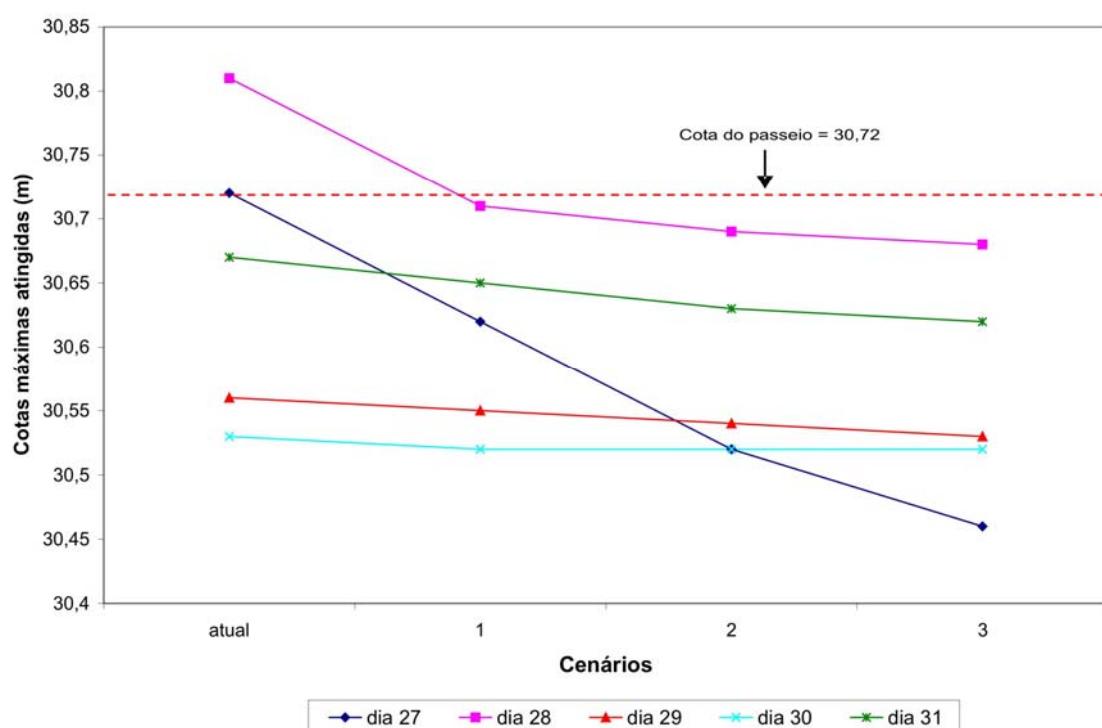


Figura 5.15 – Cotas máximas atingidas para os cenários de drenagem propostos

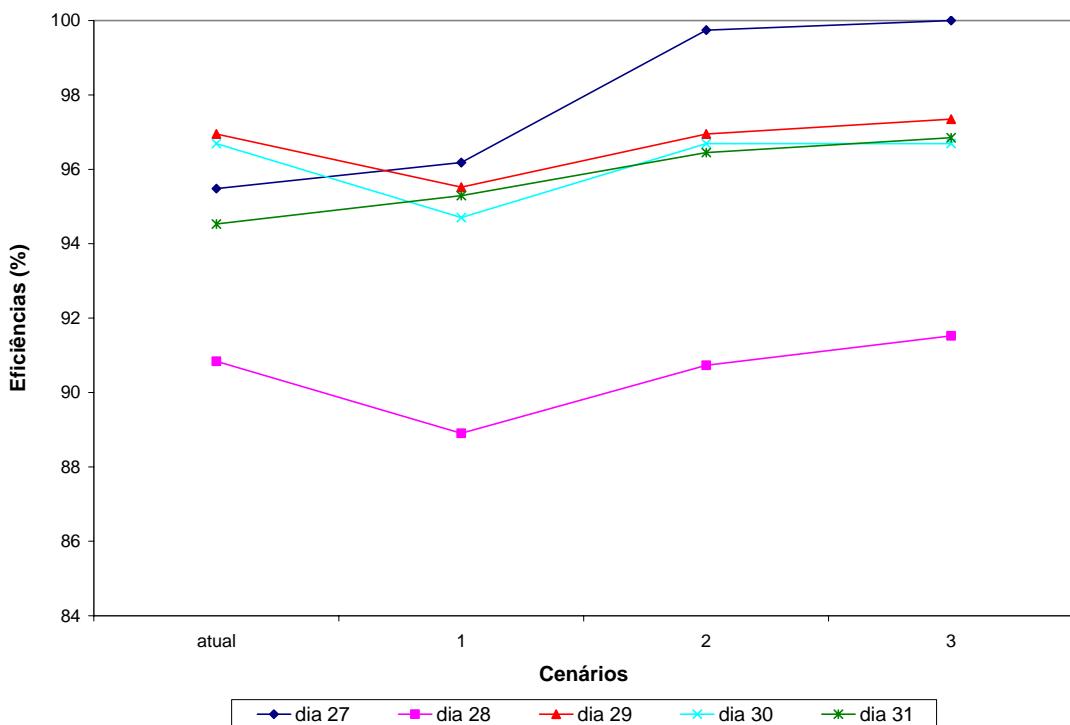


Figura 5.16 – Eficiência dos cenários de drenagem propostos para os eventos simulados

Analizando os dados obtidos nas simulações, verifica-se que o cenário atual apresenta os maiores valores de cota máxima atingida pela lâmina d'água, o que demonstra que eventos chuvosos similares, ou de maior monta do que o considerado, provocam a ocorrência de inundações na área, quando a cota da lâmina d'água supera a cota do passeio. Neste cenário foram observadas inundações na área para os eventos dos dias 27/01/2004, 28/01/2004 e 31/04/2004 onde as alturas máximas atingidas provocam desconforto e riscos para a população local. De fato, tal assertiva confirma a hipótese inicial de inadequação da atual situação de drenagem da Lagoa do Buracão.

De modo geral, a tomada de decisão entre diferentes cenários de drenagem que integram diversas soluções admissíveis para uma área, baseia-se na análise de um conjunto de critérios de comparação, que dependem fortemente do decisão e do peso por ele atribuído aos aspectos em questão (BAPTISTA *et al.*, 2005). Para o caso estudado, a decisão é fundamentada na análise dos critérios explicitados no Quadro 5.10, conjuntamente com o porte das intervenções. Traduz portanto o instrumento principal para a tomada de decisão quanto à melhor alternativa.

Com relação à eficiência de armazenamento, há que se esclarecer que a adoção da solução de drenagem usando apenas como critério o máximo valor de eficiência, pode

acarretar custos elevados de implantação, em especial quando se trata de soluções que envolvem consideráveis movimentos de terra (para obras da estrutura de vertimento e galeria de encaminhamento das águas para o curso d'água receptor) e volumes de sedimento a serem desassoreados da Lagoa, determinantes do porte da intervenção.

A análise da Figura 5.15 permite concluir, a princípio, que os cenários 1, 2 e 3 apresentam-se como soluções viáveis por apresentarem valores altos de eficiência de armazenamento, sempre maiores do que 96,00%, sem o atingimento do nível d'água da cota do passeio, afirmativa esta que precisa ser ratificada no tocante ao critério I.

**Quadro 5.10 – Critérios de análise envolvidos segundo os cenários**

Critérios de análise	Cenários			
	atual	1	2	3
Eficiência de armazenamento	96,95 %	96,18 %	99,74 %	100%
Máxima cota atingida	30,81 m	30,71 m	30,69 m	30,69 m
Volume de desassoreamento	0 m <sup>3</sup>	18.685,49 m <sup>3</sup>	24.821,41 m <sup>3</sup>	30.957,33 m <sup>3</sup>
Porte da intervenção	Nenhuma intervenção	Menor intervenção	Média intervenção	Maior intervenção

No tocante à máxima cota atingida, destaca-se que o essencial é preservar a cota do passeio, garantindo que a máxima cota não sobreponha a cota estabelecida para o passeio, uma vez que tal fato ocasionaria desconfortos para a população local quais os atualmente verificados. Constatase que nos cenários simulados 1, 2 e 3 as cotas máximas atingidas não ultrapassaram o limite estabelecido, o que aponta para uma relativa igualdade entre os cenários propostos no tocante a este aspecto.

Relativamente ao volume de desassoreamento, considera-se que o aumento demasiado da capacidade de reservação da lagoa acarreta custos elevados de implantação, do que se infere que a solução adotada deve ser a de menor volume a ser desassoreado quanto possível. Sob este aspecto, o cenário 1 aparece como o mais adequado uma vez que nele se observa o menor volume a ser desassoreado, ou seja, o com menor volume de intervenções entre os cenários de nºs 1, 2 e 3. O cenário 1 atende a este critério.

Desse modo, a escolha do cenário 1 como o mais adequado fundamenta-se no resultado favorável no tocante aos valores altos de eficiência de armazenamento, não atingimento da cota máxima de passeio e menor volume a ser desassoreado, o que implica na solução de menor intervenção para a área e menores custos agregados.

## **6. PROPOSIÇÃO DE USO MULTIFUNCIONAL A PARTIR DOS CENÁRIOS ESTUDADOS**

A análise apresentada no Capítulo 5 abrange a simulação do funcionamento da Lagoa do Buracão em um evento chuvoso crítico para três cenários propostos. Tal análise subsidiou a verificação da eficiência dos cenários simulados e consequente escolha da solução de drenagem mais adequada para a área em estudo, incluindo averiguação da capacidade de armazenamento da lagoa, volume de desassoreamento requerido para a implantação da solução e observação do limite estabelecido para a cota do passeio.

Dos resultados obtidos e da observação dos critérios estabelecidos, adotou-se o cenário 1 como o mais adequado para a resolução dos problemas de drenagem atualmente constatados na Lagoa do Buracão.

Estabelecido o cenário ótimo, apresenta-se neste Capítulo uma proposta de uso multifuncional agregando, além das intervenções tradicionais de drenagem, soluções compensatórias e conceitos urbanísticos que visam interferir nas causas das enchentes locais de modo racional, sustentável e criativo, aproximando o planejamento urbano da engenharia hidráulica.

De modo geral, a proposta inclui inicialmente a locação de uma faixa verde vegetada, contando com 3,0 metros de largura, adjacente ao espelho d’água. Além desta, projetou-se uma faixa interna com largura de 3,5 metros destinada a passeio e outra externa com largura

de 4,0 metros. Estas duas faixas encontram-se em patamares diferenciados e sua interligação dar-se-á através de um talude recoberto com vegetação, respeitando a topografia local. Propõe-se ainda uma área destinada a equipamentos de lazer locada na margem sudeste do espelho d'água, além de rampas de acesso contando com 4,0 metros nas porções oeste e sul. O vertedor projetado, caracterizado no Capítulo 5, deverá ser locado na porção nordeste. Destaque-se que a concepção da proposta de uso multifuncional, considerando a locação dos elementos citados, foi possibilitada pelas modificações estabelecidas nos cenários simulados, que culminaram em ganhos de área no entorno da lagoa e aumento do volume de armazenamento. Nas Figuras 6.1 e 6.2 apresentam-se, respectivamente, croquis esquemáticos em planta e perfil do projeto de uso multifuncional para a Lagoa do Buracão, constante da proposta de drenagem urbana e ordenamento do solo.

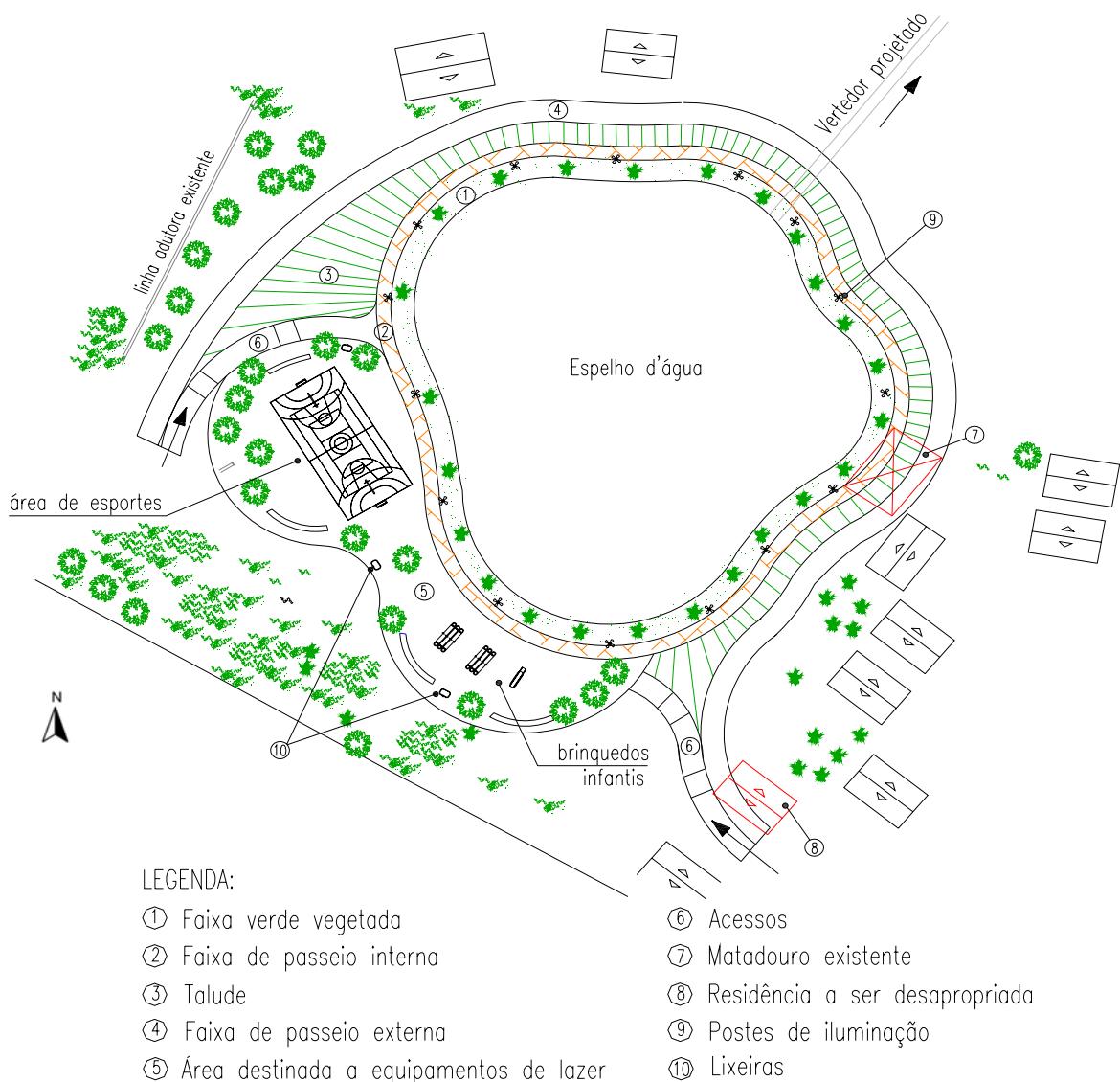


Figura 6.1 – Croqui em planta da proposta de uso multifuncional para a Lagoa do Buracão

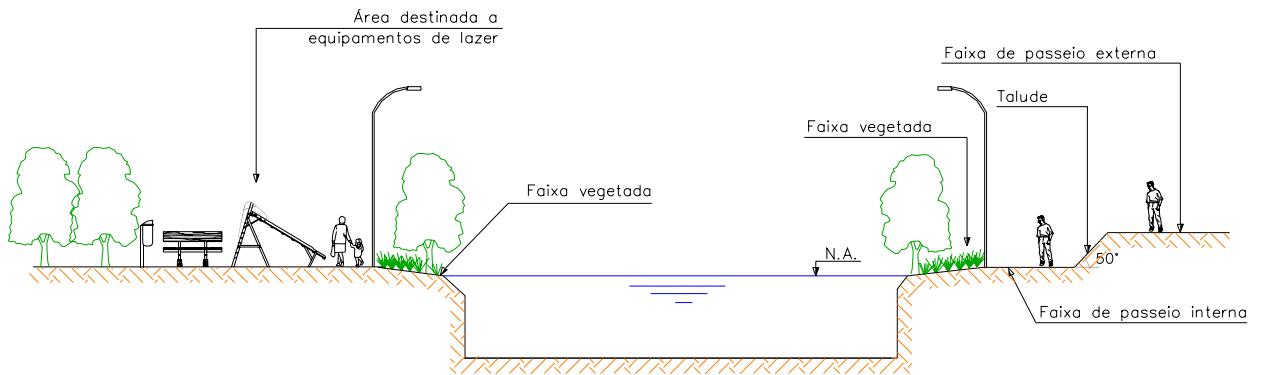


Figura 6.2 – Croqui em perfil da proposta de uso multifuncional para a Lagoa do Buracão

A faixa verde é constituída de vegetação rasteira e arbustiva, resgatando o aspecto ciliar da lagoa, e de palmeiras Pindola (*attalea oleifera*), que reduzem a possibilidade da ocorrência de deposição de resíduos sólidos às margens do espelho d’água. Tal composição fundamentou-se nos preceitos celebrados por McHarg (1992) e Lorenzi (2002), e ainda, inspirada nos jardins de Burle Marx, projetados para a Lagoa do Parque Solon de Lucena, no município de João Pessoa.

A área interna destinada a passeios compreende a utilização de pavimentos permeáveis, fundamentando-se nas elucidações de Baptista *et al.* (2005), e confere um excelente caráter estético à composição, além de auxiliar a infiltração do volume de água escoado na bacia.

Destaca-se, ainda, a presença de uma segunda faixa destinada a passeio, circundando externamente a área projetada e posicionada imediatamente acima do talude. Trata-se de elemento existente e que foi incorporado à solução com modificações apenas em seus aspectos construtivos, admitindo-se alargamento em alguns pontos, a fim de que configure-se com uma dimensão contínua. Sua largura final projetada é de 4 metros e contará com a utilização de pavimentos permeáveis.

A conexão entre as faixas de passeio externa e interna é feita através de um talude com declividade de aproximadamente 50° a ser recoberto com vegetação rasteira.

Projetou-se, ainda, espaço destinado a equipamentos de lazer com a inserção de quadra poliesportiva e brinquedos infantis, tirando partido da topografia local que apresenta uma porção plana na margem sul do espelho d’água. Propõe-se a implantação de árvores com copa, a exemplo da canafístula (*senna multijuga*) com vistas a criação de um ambiente agradável e atrativo.

Os acessos às áreas de passeio e de lazer foram meticulosamente planejados, sendo locados no talude existente e compostos de rampas de acesso com patamares a espaços regulares, implementando uma maior acessibilidade inclusive a portadores de necessidades especiais.

Faz parte do escopo da solução projetada, a desapropriação de um terreno localizado na margem sul do espelho d'água e do matadouro na margem leste da lagoa, com vistas à locação das diversas estruturas constantes da proposta, o qual encontram-se destacados em vermelho no croqui da Figura 6.1.

Ressalte-se que foram previstos pontos de iluminação a fim de prover segurança a área e estimular o seu uso também em horários noturnos. Lixeiras foram dispostas no projeto no sentido de estimular a população a preservar a qualidade local.

De modo geral, são utilizadas técnicas compensatórias de drenagem que possibilitam melhorias da capacidade de armazenamento e de infiltração da bacia, além de incrementar a função de amortecimento das cheias geradas como forma de controle de inundações.

Ademais, a solução apresentada sobrepõe o caráter essencialmente hidrológico de controle de cheias, uma vez que incorpora outros usos para esta estrutura hidráulica. Simultaneamente resgata-se importante elemento de composição da paisagem urbana através da requalificação do meio, criando ambiente multifuncional propício ao desenvolvimento de atividades recreativas e contemplativas, e eleva-se a qualidade de vida da população local.

Assim sendo, alcança-se, concomitantemente, solução racional e sustentável para os problemas de inundações da área em questão e valoriza-se a presença do elemento água no meio urbano.

## **7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

No presente trabalho foi apresentado um estudo acerca da proposição de uma solução de drenagem urbana para a bacia da Lagoa do Buracão, localizada no município de João Pessoa, a partir da simulação hidráulico-hidrológico de três cenários pela implementação do software ABC 6, explicitado no Capítulo 5. Esta simulação, e a consequente análise dos resultados obtidos, subsidiou a elaboração de uma proposta de uso multifuncional detalhada no Capítulo 6. Destacam-se a seguir conclusões e recomendações do estudo supracitado.

### **7.1 Conclusões**

Com base nas simulações efetivadas para o funcionamento da Lagoa do Buracão para três cenários, constatou-se que a solução adequada para esta área inclui aprofundamento da lagoa para um perfil de fundo horizontal plano com 3 metros de profundidade constante, a ser efetivada mediante realização de desassoreamento. A cota de fundo é 26, a cota inicial da lâmina d'água é 30 e a cota do vertedor é 30,5.

Paralelamente a este cenário, sugere-se um projeto que abrange implementação de técnicas compensatórias de drenagem, locação de equipamentos de lazer, bem como desapropriação de lotes localizados em áreas *non edificandi*.

A solução proposta pautou-se na busca de uma alternativa que resgatasse o desenho harmônico da Lagoa, acomodando seu desenvolvimento atual e crescimento futuro de forma

sustentável, preservando o caráter paisagístico com destaque para a questão das águas superficiais.

A ocupação proposta ressaltou que as lagoas, funcionando como uma espécie de bacia de detenção, podem ser usadas para o controle de cheias, quando projetadas com imaginação, ajudando a criar ambientes saudáveis e funcionais, favorecendo o desenvolvimento de uma diversidade de espécies vegetais e animais, bem como agregando aspectos estéticos que valorizam o ambiente construído.

Relativamente aos aspectos sócio-ambientais envolvidos numa possível implantação da solução proposta, destaque-se que o planejamento, a implantação e a operação da drenagem da Lagoa gerarão impactos benéficos e adversos na área de influência, sendo que a incidência mais significativa desses impactos ocorrerá sobre os fatores sociais.

De modo geral, os impactos serão preponderantemente positivos, gerando melhorias na qualidade de vida da população. Sobre este aspecto, as principais mudanças geradas pela implantação da solução de drenagem proposta abrangem:

(a) possibilidade de recuperação parcial dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, do ponto de vista do meio físico e biótico, pela diminuição de lançamento de resíduos domésticos no espelho d'água e em seu entorno, bem como, pela recuperação da mata ciliar. Tais aspectos permitem a elevação dos padrões de qualidade da água que mostram-se deveras reduzidos na configuração atual, conforme índices apresentados no Quadro 2.2 do Capítulo 2. As melhorias nos padrões de qualidade da água propiciarão a utilização dos recursos hídricos para usos menos nobres, quais sejam, recreação, dessedentação de animais e harmonia paisagística;

(b) melhoria da qualidade de vida da população local e da elevação da condição de cidadania das populações beneficiadas;

(c) elevação dos níveis de habitabilidade, através da valorização da área saneada, favorecendo o conforto urbano e a integração urbana de áreas degradadas;

(d) melhorias na rede de drenagem da bacia observadas a partir do provável aumento dos valores do  $I_{du}$  da bacia, com valor atual calculado no Capítulo 2, ocasionado pelas modificações propostas nas áreas de entorno da lagoa.

Por outro lado, os impactos desfavoráveis abrangem os seguintes fatores:

- (a) perdas patrimoniais, traduzidas pela necessidade de desapropriação de lotes;
- (b) resistência da população à nova utilização dada à lagoa.

De modo geral, conclui-se que a combinação dos aspectos hidrológicos com os conceitos urbanísticos, em ações integradas, propicia a revitalização do espaço urbano, a recuperação de ambientes naturais e a incorporação de funções hidráulicas e hidrológicas às estruturas da paisagem urbana. A ação sistêmica sobre a bacia, resgatando, quando possível, padrões de escoamento próximos dos naturais, surge como elemento essencial na busca da construção de um ambiente equilibrado, harmônico e sustentável. Alternativas como a ilustrada na presente pesquisa têm potencial para gerar resultados positivos, conjugando esforços multidisciplinares e permitindo otimizar a aplicação dos recursos disponíveis.

## 7.2 Recomendações

Muito embora o quantitativo de lotes urbanos submetidos à desapropriação, para a hipótese de implantação da solução proposta, seja reduzido, infere-se a necessidade de elaboração de um Plano de Compensação de Imóveis, visando o conhecimento das condições sócio-econômicas da população afetada, bem como propor as melhores soluções para a desapropriação.

Para o equacionamento dos demais impactos esperados, sugere-se a elaboração de um Plano de Controle Ambiental, que buscará mitigar os impactos negativos, potencializar os positivos e compensar os impactos não mitigáveis, através de ações de controle ambiental, prevendo as medidas mitigadoras cabíveis para a região alvo da intervenção proposta.

Esse plano também conterá os programas de monitoramento ambiental, que visam acompanhar a evolução dos efeitos das ações projetadas e subsidiar a gestão ambiental das ações, assim como estabelecer soluções adequadas para impactos gerados pela implantação das novas soluções de drenagem. O objetivo principal é apresentar todas as medidas de controle ambiental propostas para os impactos identificados, fornecendo os instrumentos necessários para operacionalizá-los.

Recomenda-se, a nível institucional, a gerência integrada da problemática, mobilizando os diversos órgãos competentes, a fim de que a implementação da solução não acarrete prejuízos posteriores oriundos da falta de articulação institucional.

Sugere-se, ainda, a elaboração de Plano de Monitoramento da faixa vegetada de proteção da lagoa, onde deve constar as técnicas de plantio e seleção das espécies, além do tratamento a ser dispensado e custos envolvidos.

## **REFERÊNCIAS**

**AGRA, S. G.; SILVA JÚNIOR, O. B.; CARVALHO, G. S.** Avaliação hidrológica do projeto de macrodrenagem do Tabuleiro dos Martins – Maceió/Al. In **VI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Maceió, Dezembro de 2002. Anais... Maceió, 2002. CD-ROM**

**ALCÂNTARA, E.H; SANTOS, M.F.C.V.; BARBIERI, R.** Efeitos da urbanização na hidrologia da bacia da Laguna da Jansen, São Luis – Ma (Brasil) In **VI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Maceió, Dezembro de 2002. Anais... Maceió, 2002. CD-ROM**

**ARAÚJO, P. R.; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A.** Análise da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial. **Avaliação e controle da drenagem urbana.** Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 557 p. 2000.

**BATISTA, M. E. M.** **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio a Decisão para Gestão Urbana Baseado em Indicadores Ambientais.** João Pessoa, 2005. 105p. Dissertação (Mestrado-Engenharia Urbana). Universidade Federal da Paraíba. Paraíba. 2005.

**BAPTISTA, M. B.; FERNANDES, W. S.** Proposição de sistema de auxílio à decisão para escolha de técnicas alternativas de drenagem urbana. In **VI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Maceió, Dezembro de 2002. Anais... Maceió, 2002. CD-ROM**

**BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S.** **Técnicas compensatórias em drenagem urbana.** Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 266 p. 2005.

**BINDER, W.** **Rios e Córregos. Preservar- Conservar – Renaturalizar. A recuperação dos rios. Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental.** PROJETO PLANÁGUA. SEMADS/GTZ, de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha. Rio de Janeiro. 63 p. 2001.

**BRAGA, B. P. F.** **Controle de cheias urbanas em ambiente tropical.** Drenagem urbana: gerenciamento, simulação, controle. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 203p. 1998.

**CABRAL, J. S. P.; SILVA, T. C.; NÓBREGA, T. M. Q.; MELO, F.; PIRES, N.; GUIMARÃES, A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.** **A problemática da Drenagem Urbana**

**em áreas planas costeiras no Nordeste Brasileiro.** Soluções para a Drenagem Urbana em países da América Latina. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, p. 18-34. 2001.

**CHOW, V. T.; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W.** Applied Hydrology. New York: McGraw-Hill Book, 230 p. 1988.

**CLARK, C.O.** Storage and the unit hydrograph. TRANS.ASCE, p.1414-1446. 1945.

**COSTA NETO, P. L. O.** Estatística. São Paulo: Edgard Blücher, 87 p. 1977.

**CRUZ, M. A. S.; ARAÚJO, P. R.; SOUZA, V. C. B.** Estruturas de controle do escoamento urbano na microdrenagem. In VI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Belo Horizonte, Novembro de 1999. Anais... Belo Horizonte, 1999. CD-ROM

**CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M.** Quantificação e controle do impacto da urbanização em nível de lote. Avaliação e controle da drenagem urbana. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 557 p. 2000.

**CRUZ, M. A. S.; AGRA, S. G.; JUNGBLUT,** Aplicação do EPA-SWMM 5.0 para a simulação de um sistema de lagos e canais interligados ao Lago Guaíba em Porto Alegre-RS. In XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa, Novembro de 2005. Anais... João Pessoa, 2005. CD-ROM

**DIAS, M, C; BORBA, P. C.; MORAES, L. R. S.** Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontânea : Um Estudo em Salvador- Bahia. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 9, p. 82-92.2004.

**ESTEVES, R. L.; MENDIONDO, E. M.** Análise comparativa entre equações e observações do tempo de concentração em uma bacia urbana de São Carlos, SP. In XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Curitiba, Novembro de 2003. Anais... Curitiba, 2003. CD-ROM

**GARCIA, N. H.; CÓRDOVA, M. A.; MENDOZA, A. M.; GIL, R. P.** Programa para la recuperación ambiental de la cuenca del Lago Pátzcuaro. In XXI Congresso Latinoamericano de Hidráulica, São Pedro, Outubro de 2004. Anais... São Pedro, 2004. CD-ROM

**GENTA, J. L.; TEIXEIRA, L. Uruguay.** Inundações urbanas na América do Sul. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, p. 413-431. 2003.

**GOMES, C. A. B. M.; COSTA, J. C. E.; SAVÓIA, M. J. M. A.; FERREIRA, V. V. M.** Impacto das técnicas alternativas de drenagem urbana na qualidade das águas pluviais. In VI

**Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Maceió, Dezembro de 2002. Anais...  
Maceió, 2002. CD-ROM**

HALL, K. B.; PORTERFIELD, G. A. **Community by Design.** USA: McGraw Hill, 124p. 2001.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Base de informações por setor censitário – João Pessoa, Estado da Paraíba.** Censo Demográfico 2000. Rio de Janeiro. Disponível em CD-ROM. 2000.

KOURY, M. G. P. **Pertença e uso do espaço público: um passeio através do Parque Sólon de Lucena - I/IV.** 2004. Disponível em: <<http://www.studium.iar.unicamp.br>> Acesso em: 04 de janeiro de 2006.

LEMOS, N. A. B. **Bacia hidrográfica urbanizada e degradação ambiental: o alto vale do rio Jaguaribe – João Pessoa, PB.** João Pessoa, 2005. 153p. Dissertação (Mestrado-Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba. Paraíba. 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas e nativas do Brasil.** Instituto Plantarium de Estrelas da Flora: Nova Odesa, 127 p. 2002.

MARCELLINI, S. S. **Análise de critérios para a determinação das tormentas de projeto e sua influência nos hidrogramas em pequenas bacias hidrográficas.** São Paulo, 1994. 176p. Dissertação (Mestrado-Engenharia Hidráulica). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1994.

MASCARENHAS, F. C. B.; ROSMAN, P. C. C.; MGUEZ, M. G.; EIGER, R. O. G. C. S. **Modelo matemático de células de escoamento para cheias urbanas.** Métodos Numéricos em Recursos Hídricos. Rio de Janeiro: ABRH. 312 p. 2001.

**MATTOS, A.; VILLELA, S. M. Hidrologia Aplicada. São Paulo, 98 p.1979.**

McHARG, I. L. **Design with nature.** Ed. John Wiley & Sons, 187p. 1992

MEDEIROS, V. R. G.; CAVALCANTE, A. L.; FILGUEIRA, H. J. A.; SILANS, A. M. B. P. **Estudo em micro escala da Variabilidade Espacial da precipitação Na Bacia Hidrográfica Experimental do Riacho Guaraíra, Paraíba** In XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa, Novembro de 2005. Anais... João Pessoa, 2005. CD-ROM

MELO, A.S.T.; ALVES, E. L.; RODRIGUEZ, J. L.; TAVARES, M. de A.; DANTAS, M.A.C.; GUIMARÃES, M.M.M.; GOMES, R. L. P.; HECKENDORFF, W. D. **Aglomerados subnormais nos vales do Jaguaribe e do Timbó (João Pessoa – PB): análise geoambiental**

**e qualidade do meio ambiente.** João Pessoa: Universidade Institutos Paraibano de Educação, 98p. 2000.

MENDES, H. C.; MARCO, G.; ANDRADE, J. P. M.; SOUSA, S. A.; MACEDO, R. F. **Reflexões sobre impacto das inundações e propostas de políticas públicas mitigadoras.** São Paulo:UFSc, 63 p.2004.

**MENDIONDO, E. M.; OHNUMA JÚNIOR, A. A.; BENINI, R. M.; PERES, R. B.** Metodologia simplificada de cenários de planejamento para a recuperação ambiental de bacias urbanas. In **XXI Congresso Latino-americano de Hidráulica, São Pedro, Outubro de 2004.** Anais... São Pedro, 2004. CD-ROM

MIGUEZ, M. G.; MASCARENHAS, F. C. B.; MAGALHÃES, L. P. C. **Paisagens multifuncionais para controle de cheias urbanas.** In XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa, Novembro de 2005. Anais... João Pessoa, 2005. CD-ROM

MOREIRA, L. F. F.; ARAÚJO, V. M.; AMARAL, R. F. **Metodologia para obtenção do hidrograma de cheia em pequenas bacias urbanas.** In XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa, Novembro de 2005. Anais... João Pessoa, 2005. CD-ROM

NASCIMENTO, N. O., BAPTISTA, M. B., SOUZA, V. C. B. - **Sistema Hidrourb para o pré-dimensionamento de soluções compensatórias em drenagem urbana, parte I: conceitos.** In XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Vitória, Novembro de 1997. Anais... Vitória, 1997. CD-ROM

OLIVEIRA, C. P. M.; PORTO, R. L.; ZAHED FILHO, K; ROBERTO, A. N. **ABC 6, um sistema de suporte a decisões para análise de cheias em bacias complexas.** In XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Belo Horizonte, Dezembro de 1999. Anais... Belo Horizonte, 1999. CD-ROM

OLIVEIRA, F. B. **Degradação do meio físico e implicações ambientais na bacia do rio Jaguaribe - João Pessoa-PB.** Recife, 2001. 93p. Dissertação (Mestrado-Geociências). Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco. 2001.

PARKINSON, J.; MILOGRANA, J.; CAMPOS, L. C.; CAMPOS, R. **Relatório de Drenagem Urbana Sustentável no Brasil,** 24p.2003.

PEREIRA, A. R. **Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather.** Bragantia, v. 64. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em 02 de janeiro de 2006.

PORTELA. **Modelação Hidrológica.** Instituto Superior Técnico, 150p. 2005.

PORTO, R. **Escoamento Superficial Direto.** Drenagem urbana. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 426p. 1995.

**REYES, J. Peru.** Inundações urbanas na América do Sul. Porto Alegre: UFRGS/ABRH p. 362-412. 2003

**RIBEIRO, M. F. C.** Avaliação do Índice de Salubridade Ambiental por Bairros e Setores Urbanos dentro do Conceito de Cidades Saudáveis: o caso da cidade de João Pessoa-PB. João Pessoa, 2004. 134p. Dissertação (Mestrado-Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba. Paraíba. 2004.

**RIGHETTO, A. M.** Hidrologia e Recursos Hídricos. São Carlos: Edusp, 819 p. 1998.

**RIGHETTO, A. M; GUIMARÃES JUNIOR, J. A.** Macro-drenagem não convencional em uma bacia fechada da cidade de Natal, Rn In XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Curitiba, Novembro de 2003. Anais... Curitiba, 2003. CD-ROM

**SCHUELER, T. R.** Controlling urban runoff: a practical manual for planning and designs BMP's. Washington. 122p. 1987.

**SILVA, T. C.** Notas de aula da disciplina de Recursos Hídricos. João Pessoa: UFPB, 37 p.. 1993.

**SMITH, R. A.; VÉLEZ, J. I.; RAVE, C. C.; CABALLERO, H.; ESCOBAR, V. B. D.** Evaluación de riesgos en cuencas urbanas In XXI Congresso Latino-americano de Hidráulica, São Pedro, Outubro de 2004. Anais... São Pedro, 2004. CD-ROM

**TASSI, R.** Efeitos dos Microrreservatórios de lotes sobre a macrodrenagem urbana. Porto Alegre, 2002. 156 p. Dissertação (Mestrado-Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2002.

**RIBEIRO, M. F. C.** Avaliação do Índice de Salubridade Ambiental por Bairros e Setores Urbanos dentro do Conceito de Cidades Saudáveis: o caso da cidade de João Pessoa-PB. João Pessoa, 2004. 134p. Dissertação (Mestrado-Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba. Paraíba. 2004.

**TUCCI, C. E. M.; ZAMANILLO, E. A.; PASINATO, H.D.** Sistema de simulação Precipitação Vazão IPHS1. Porto Alegre: UFRGS/ABRH. 66 p. 1989.

**TUCCI, C. E. M.** Hidrologia: Ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 943 p. 1993.

**TUCCI, C. E. M.; GENZ, F.** Drenagem urbana. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 346p. 1994.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. **Drenagem Urbana.** Porto Alegre: ABRH, 428p.1995.

**TUCCI, C. E. M.** Estimativa do volume para controle da drenagem no lote. **Drenagem urbana: gerenciamento, simulação, controle.** Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 203p. 1998.

TUCCI, C. E. M.. **Água no meio urbano.** Águas doces no Brasil. São Paulo: Escrituras Editora, 118p.1999.

TUCCI, C. E. M.; MACHADO, E. S. **Concepção do controle de enchentes na região metropolitana de Curitiba.** Avaliação e controle da drenagem urbana. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 557 p. 2000.

VILLANUEVA, A. O. N.; TASSI, R.; ALLASIA, D. G. (2001) **Alternativas de controle da drenagem urbana: os casos de porto Alegre e Caxias do Sul – RS – Brasil.** Soluções para a Drenagem Urbana em países da América Latina. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, p. 159-174. 2001.

## **APÊNDICE A**

**PERFIS DOS POÇOS DA CAGEPA UTILIZADOS NA CARACTERIZAÇÃO  
GEOMORFOLÓGICA DA BACIA DA LAGOA DO BURACÃO**

## PERFIL LITOLÓGICO

**CIVILTEC**  
construções e serviços ltda

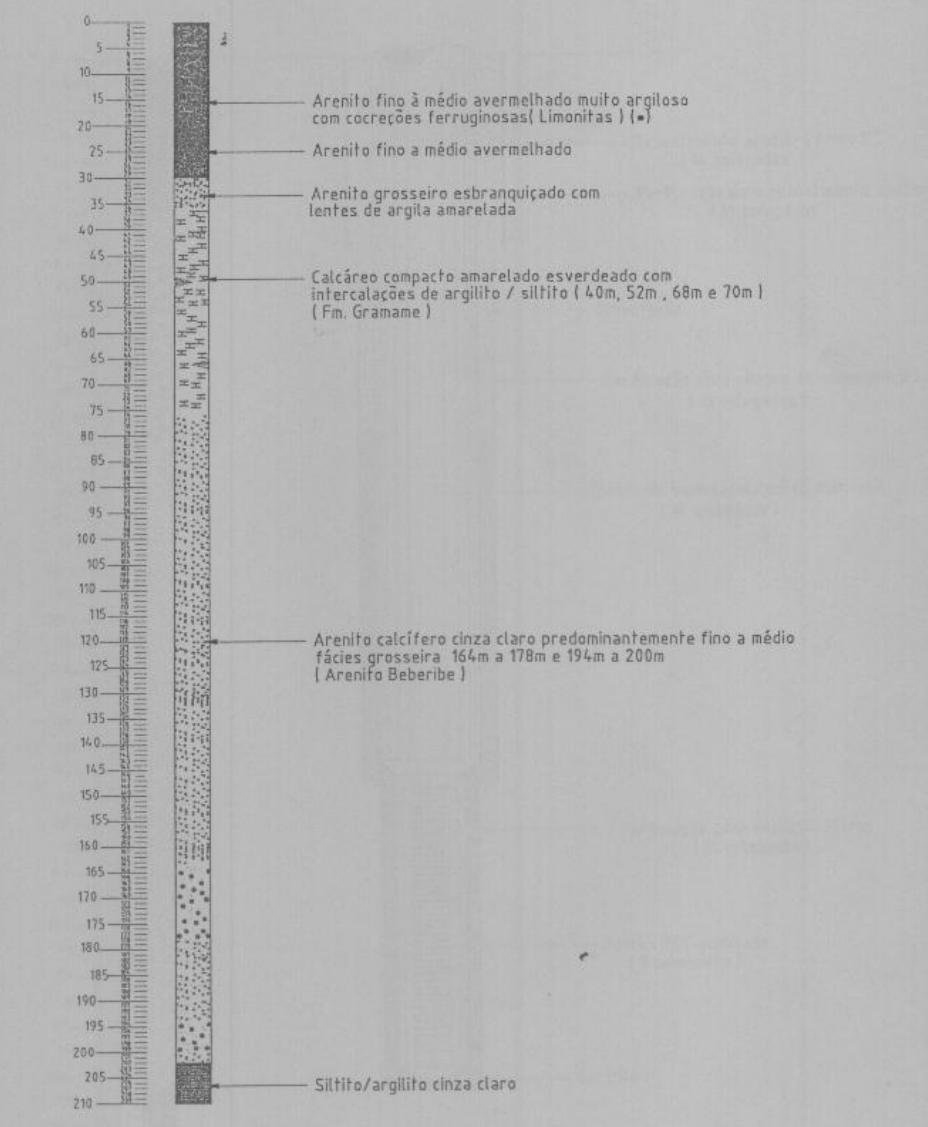


Figura A.1 – Perfil litológico do poço 1

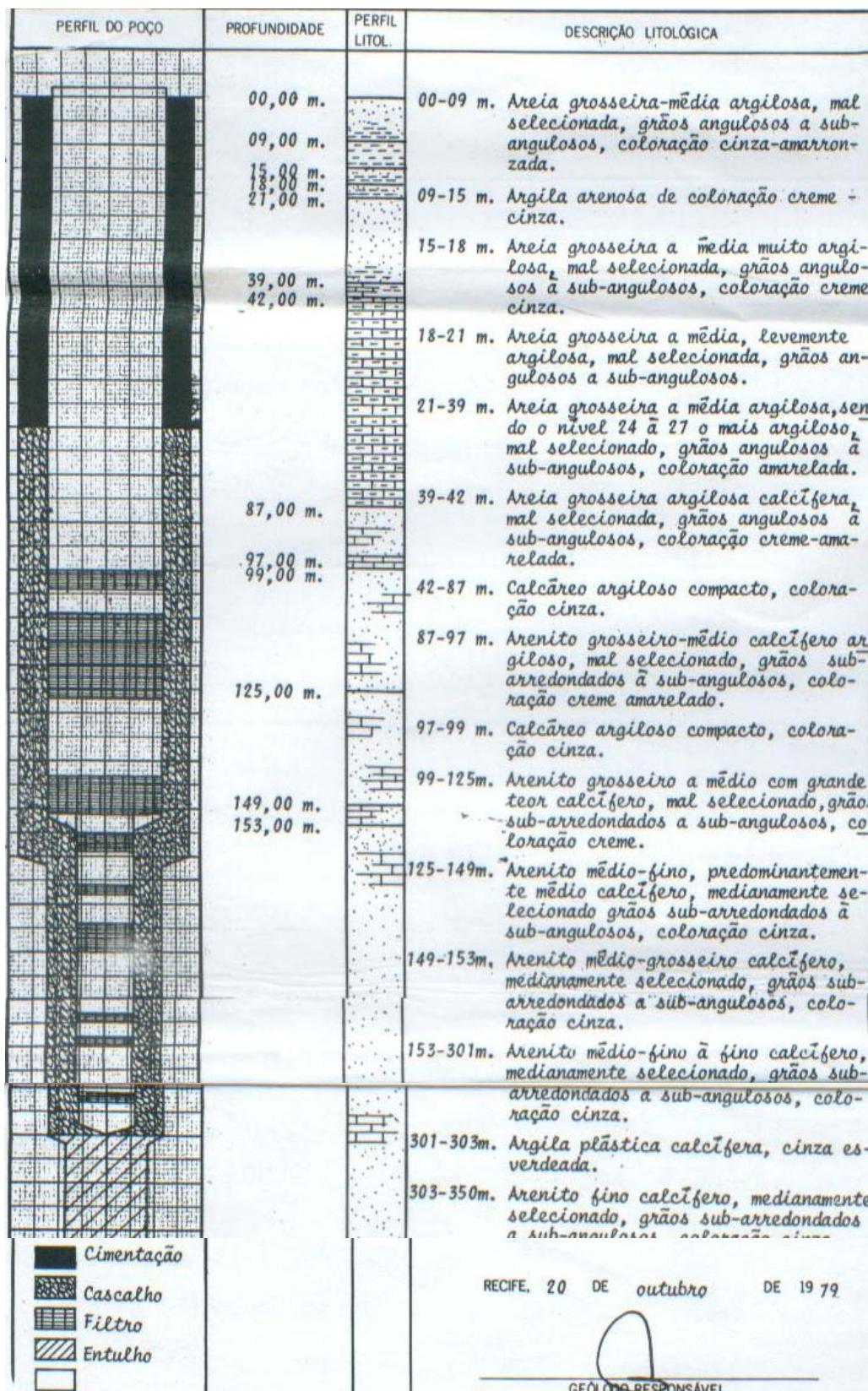


Figura A.2 – Perfil litológico do poço 2

## **APÊNDICE B**

**CADERNETAS DE CAMPO DOS LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICO E  
BATIMÉTRICO**

**Universidade Federal da Paraíba**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Tecnologia da Construção Civil**

**Serviço:** Levantamento topográfico

**Município:** João Pessoa - **Local:** Lagoa do Buracão - Bairro de Oitizeiro

**Técnico responsável:** Claudionor - **Datas:** 03/05/2005; 10/05/2005; 17/05/2005

Ponto	altura do instrumento	Ângulo horizontal	Ângulo vertical	Distância (m)	Observações
<b>ESTAÇÃO E0</b>					
P1	1,48	338° 21' 30"	90° 44' 50"	7,80	
P2	1,48	251° 02' 30"	90° 37' 00"	10,70	
P3	1,48	227° 15' 00'	89° 52' 00"	40,10	
P4	1,48	192° 49' 00"	90° 32' 50"	62,00	
P5	1,48	192° 39' 00"	91° 48' 20"	18,50	
P6	1,48	169° 24' 00"	103° 27' 30"	11,50	
P7	1,48	97° 31' 00"	118° 10' 20"	4,50	topo adutora
P8	1,48	98° 52' 00"	112° 25' 30"	4,70	
P9	1,48	87° 52' 00"	92° 19' 00"	2,30	
P10	1,48	34° 09' 00"	93° 43' 30"	8,20	
P11	1,48	13° 01' 00"	93° 40' 30"	10,20	
P12	1,48	42° 18' 30"	103° 46' 10"	10,50	
P13	1,48	65° 29' 00"	106° 40' 00"	25,00	embaixo da adutora
P14	1,48	88° 59' 00"	105° 23' 00"	25,50	estradinha
P15	1,48	96° 13' 00"	103° 12' 10"	18,50	NA
P16	1,48	100° 15' 00"	114° 42' 20"	7,80	
P17	1,48	116° 35' 00"	101° 55' 00"	40,00	NA
P18	1,48	136° 45' 00"	99° 21' 00"	51,00	NA
P19	1,48	137° 05' 00"	114° 46' 00"	15,00	
P20	1,48	146° 55' 00"	99° 38' 50"	50,00	NA
<b>E1</b>	1,48	161° 16' 20"	96° 48' 30"	59,30	
P21	1,48	159° 40' 00"	107° 15' 00"	25,00	galeria de água pluvial
P22	1,48	179° 25' 00"	94° 23' 00"	19,00	barranco
P23	1,48	190° 26' 00"	91° 34' 00"	24,30	barranco
P24	1,48	187° 28' 00"	90° 53' 30"	29,50	barranco
P25	1,48	180° 33' 00"	90° 48' 30"	33,20	barranco
P26	1,48	163° 17' 00"	99° 19' 50"	40,00	barranco
P27	1,48	155° 00' 00"	98° 04' 00"	60,10	NA
<b>ESTAÇÃO E1</b>					
P28	1.505	02° 05' 18"	91° 32' 42"	33,50	
P29	1.505	50° 17' 24"	97° 46' 54"	12,10	NA
P30	1.505	287° 16' 42"	89° 18' 36"	20,50	
P31	1.505	291° 34' 42"	78° 54' 30"	30,10	barranco
P32	1.505	241° 18' 30"	82° 04' 30"	29,80	barranco
P33	1.505	229° 51' 06"	81° 18' 00"	38,00	
P34	1.505	214° 02' 00"	90° 23' 54"	17,80	
P35	1.505	186° 40' 18"	98° 25' 12"	11,50	NA
P36	1.505	187° 23' 42"	94° 03' 42"	25,00	NA
P37	1.505	221° 56' 24"	84° 19' 18"	34,00	
P38	1.505	198° 40' 48"	83° 22' 06"	73,50	
P39	1.505	193° 35' 06"	83° 29' 24"	55,00	

P40	1.505	184° 35' 06"	87° 57' 54"	48,00	
P41	1.505	174° 40' 54"	92° 44' 24"	39,40	NA
P42	1.505	184° 26' 54"	85° 01' 36"	62,30	
P43	1.505	185° 57' 06"	83° 53' 30"	72,00	frente / casa
P44	1.505	170° 35' 36"	87° 28' 06"	65,00	
P45	1.505	160° 57' 36"	91° 31' 18"	57,00	NA
P46	1.505	156° 41' 48"	91° 34' 42"	61,80	NA
P47	1.505	157° 41' 48"	87° 28' 06"	81,50	quina / casa
P48	1.505	144° 59' 36"	90° 55' 24"	75,30	NA
P49	1.505	148° 10' 30"	88° 27' 36"	82,00	
P50	1.505	148° 00' 24"	87° 26' 06"	92,40	quina / casa
P51	1.505	139° 17' 54"	91° 10' 18"	80,70	NA
P52	1.505	142° 00' 00"	89° 33' 54"	96,80	quina / matadouro
P53	1.505	14° 31' 06"	89° 12' 06"	97,80	quina / casa
P54	1.505	137° 56' 00"	90° 08' 54"	91,50	quina / matadouro
P55	1.505	132° 01' 12"	90° 29' 06"	103,00	quina / matadouro
P56	1.505	130° 41' 06"	91° 00' 06"	101,50	NA
P57	1.505	130° 54' 12"	88° 58' 12"	113,00	
P58	1.505	131° 34' 24"	87° 32' 12"	129,00	casa
P59	1.505	134° 30' 48"	87° 25' 12"	124,50	quina / casa
P60	1.505	124° 21' 06"	87° 51' 42"	227,50	
P61	1.505	121° 10' 06"	89° 00' 36"	119,00	
P62	1.505	117° 38' 18"	88° 01' 48"	133,50	cerca / casa
P63	1.505	11° 20' 24"	88° 47' 00"	122,60	
P64	1.505	109° 03' 06"	90° 57' 30"	107,00	NA
P65	1.505	104° 51' 06"	88° 28' 24"	148,50	
P66	1.505	106° 05' 12"	88° 35' 54"	147,00	
P67	1.505	104° 57' 24"	88° 37' 24"	131,30	
P68	1.505	103° 21' 48"	89° 23' 24"	111,70	
P69	1.505	102° 14' 00"	90° 55' 24"	107,50	NA
P70	1.505	98° 22' 06"	90° 52' 12"	109,00	NA
P71	1.505	97° 24' 06"	90° 22' 54"	102,00	
P72	1.505	95° 38' 00"	89° 38' 00"	106,50	
P73	1.505	96° 59' 00"	89° 34' 12"	107,50	
P74	1.505	101° 05' 36"	89° 43' 24"	105,50	
P75	1.505	100° 07' 18"	88° 58' 30"	131,00	
P76	1.505	92° 39' 24"	89° 31' 12"	129,50	ponte
P77	1.505	91° 07' 12"	89° 43' 42"	132,50	quina / casa
P78	1.505	91° 16' 06"	89° 43' 12"	113,50	quina / cerca
P79	1.505	89° 04' 48"	89° 55' 24"	105,50	
P80	1.505	89° 01' 42"	90° 59' 30"	103,00	NA
P81	1.505	84° 04' 12"	89° 41' 12"	105,00	sapata / casa
P82	1.505	82° 24' 36"	89° 22' 12"	104,00	casa
P83	1.505	77° 52' 06"	89° 19' 54"	101,00	casa
P84	1.505	77° 25' 30"	90° 00' 30"	99,50	sapata / casa
P85	1.505	76° 30' 00"	91° 07' 12"	90,50	NA
P86	1.505	72° 13' 18"	90° 30' 00"	92,50	estradinha
P87	1.505	67° 02' 54"	88° 53' 54"	95,00	subida / casa
P88	1.505	66° 07' 18"	89° 01' 12"	92,00	quina / casa
P89	1.505	66° 23' 06"	89° 48' 18"	89,00	sapata / casa
P90	1.505	66° 22' 42"	91° 17' 06"	77,00	NA

P91	1.505	56° 41' 42"	89° 15' 06"	87,00	quina / casa
P92	1.505	54° 38' 54"	88° 21' 12"	94,00	pé barranco
P93	1.505	51° 22' 30"	87° 05' 06"	96,60	topo barranco
P94	1.505	56° 00' 36"	87° 35' 12"	108,70	topo barranco
P95	1.505	50° 05' 48"	86° 54' 06"	90,50	quina / casa
P96	1.505	40° 10' 00"	86° 18' 48"	104,70	
P97	1.505	40° 00' 24"	86° 49' 42"	89,00	topo adutora
P98	1.505	49° 08' 42"	88° 01' 42"	88,50	topo poste
P99	1.505	45° 46' 54"	89° 34' 36"	78,80	estradinha
P100	1.505	45° 12' 30"	91° 44' 30"	58,50	NA
P101	1.505	30° 38' 48"	90° 12' 12"	59,00	estradinha
P102	1.505	28° 24' 30"	89° 53' 18"	74,00	embaixo da autora
P103	1.505	26° 53' 48"	86° 30' 18"	85,50	sapata / casa
P104	1.505	39° 13' 42"	86° 55' 24"	90,50	quina / casa
P105	1.505	16° 56' 18"	87° 43' 30"	73,80	sapata / casa
E2	1.505	97° 35' 54"	89° 24' 12"	146,50	
<b>ESTAÇÃO E2</b>					
P106	1.495	41° 37' 54"	91° 58' 48"	19,50	
P108	1.495	56° 37' 00"	93° 31" 00"	34,00	quina / casa
P109	1.495	56° 42' 00"	95° 45' 54"	20,50	quina / casa
P110	1.495	76° 50' 36"	95° 11' 30"	22,30	quina / casa
P111	1.495	67° 00' 12"	98° 51' 00"	5,00	descida
P112	1.495	330° 05' 12"	86° 37' 30"	18,20	
P113	1.495	287° 32' 24"	85° 46' 42"	36,00	estradinha
P114	1.495	84° 55' 06"	96° 36' 54"	67,00	
P115	1.495	97° 07' 30"	98° 09' 00"	57,50	quina / cerca
P116	1.495	113° 22' 36"	98° 47' 36"	58,10	
P117	1.495	123° 01' 12"	97° 22' 48"	77,00	
P118	1.495	125° 58' 54"	95° 05' 30"	118,00	
P119	1.495	141° 58' 00"	94° 53' 24"	122,00	
P120	1.495	159° 46' 12"	94° 41' 12"	143,00	muro
P121	1.495	159° 43' 00"	94° 04' 18"	101,00	subida
P122	1.495	160° 36' 30"	94° 17' 36"	47,80	
P123	1.495	172° 46' 00"	91° 50' 54"	24,00	
P124	1.495	198° 24' 48"	87° 39' 12"	45,50	quina / muro
P125	1.495	108° 15' 06"	98° 27' 12"	14,50	
P126	1.495	84° 57' 24"	97° 54' 42"	18,00	
P127	1.495	86° 19' 30"	101° 50' 48"	20,00	
E3	1.495	282° 54' 24"	85° 31' 24"	45,60	
P128	1.495	295° 21' 42"	87° 02' 24"	96,00	
P129	1.495	301° 14' 12"	87° 18' 00"	85,00	
P130	1.495	158° 34' 42'	94° 34' 42"	143,80	boca de lobo
P131	1.495	159° 18' 18"	95° 07' 30"	142,00	buraco
<b>ESTAÇÃO E3</b>					
E4	1.495	136° 47' 42"	90° 00' 36"	84,30	
P133	1.495	124° 39' 12"	87° 07' 24"	13,00	
P134	1.495	138° 58' 12"	87° 41' 06"	33,20	divisor
<b>ESTAÇÃO E4</b>					
P135	1.505	346° 53' 18"	89° 05' 06"	18,00	
P136	1.505	195° 29' 42"	96° 28' 00"	16,50	
P137	1.505	193° 53' 36"	99° 38' 54"	41,00	

**Universidade Federal da Paraíba**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Tecnologia da Construção Civil**

**Serviço:** Levantamento Batimétrico com ecobatímetro

**Município:** João Pessoa - **Local:** Lagoa do Buracão - Bairro de Oitizeiro

**Técnico responsável:** Claudionor - **Data:** 11/07/2005

**Hora de início:** 10:15

**Hora do final:** 12:35

**SEÇÃO TRANSVERSAL LESTE-OESTE**

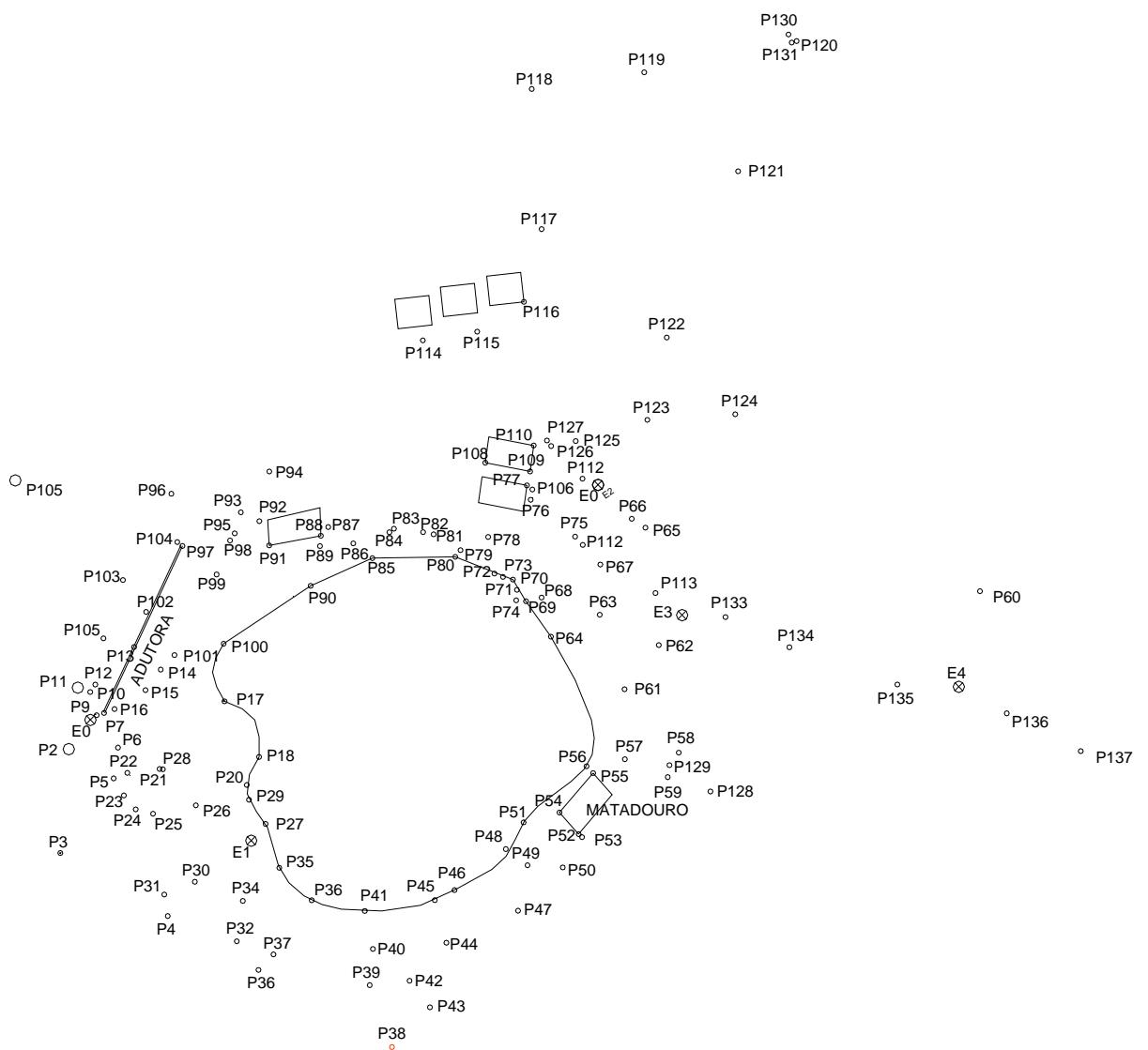
Seções	0	10	20	30	40	50	60	70	80
A	0,50	3,50	3,50	5,00	4,50	3,50	0,50	-	-
B	0,50	3,00	4,00	4,50	4,50	5,50	4,00	3,00	0,50
C	0,50	1,00	1,00	2,50	3,50	4,00	3,00	-	-
D	0,50	3,00	3,00	2,50	2,00	0,00	0,00	-	-

**SEÇÃO TRANSVERSAL NORTE-SUL**

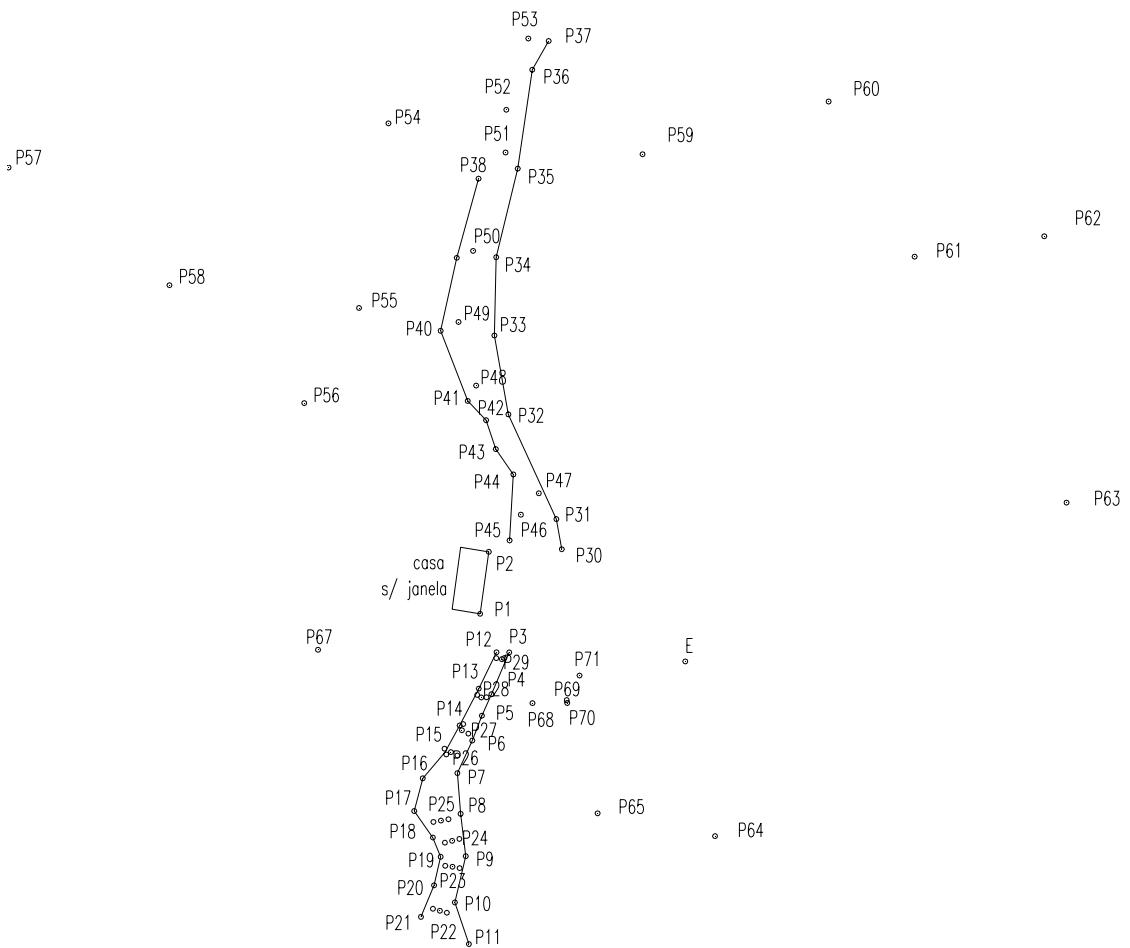
Seções	0	10	20	30	40	50	60	70	80
E	0,50	3,00	4,00	6,00	5,00	4,00	4,00	4,00	-

## APÊNDICE C

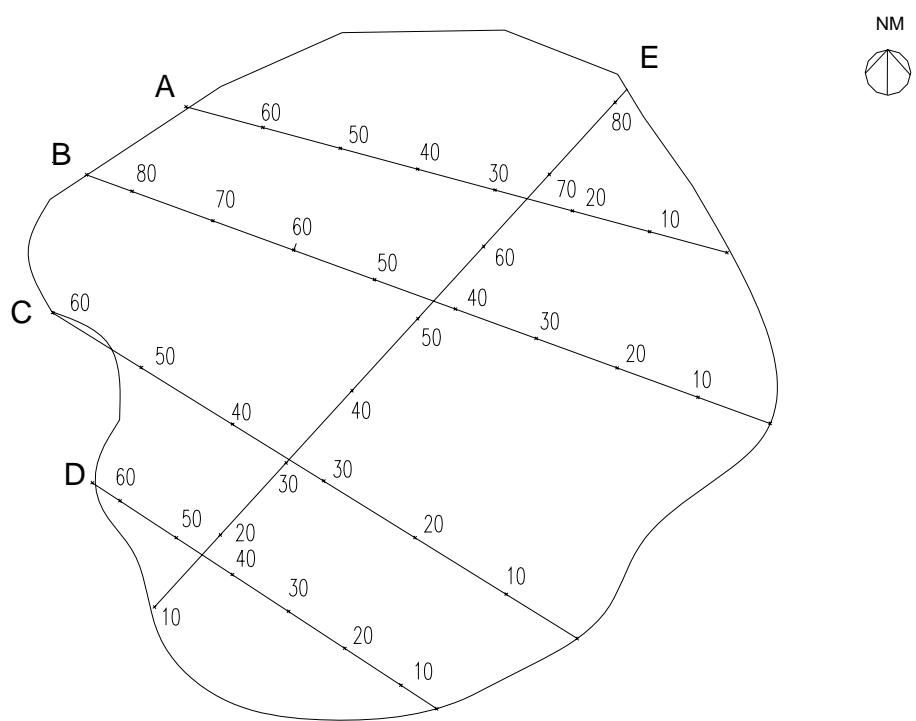
CROQUIS DOS PONTOS LEVANTADOS NOS LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICO E  
BATIMÉTRICO



## **Figura C.1 – Croqui dos pontos averiguados no levantamento topográfico realizado nos dias 03/05/2005, 10/05/2005 e 15/05/2005**



**Figura C.2 – Croqui dos pontos averiguados no levantamento  
topográfico de detalhamento do extravasor realizado em  
19/09/2005**



**Figura C.3 – Croqui dos pontos levantados no levantamento  
batimétrico realizado em 11/07/2005**

## APÊNDICE D

REGISTRO FOTOGRÁFICO DOS SERVIÇOS DE TOPOGRAFIA E BATIMETRIA



Figura D.1 – Vista de topógrafo efetuando visados com teodolito locado na estação E1



Figura D.2 – Pessoal técnico levantando profundidades da lagoa com auxílio de um ecobatímetro

## **APÊNDICE E**

**CURVAS COTA-ÁREA-VOLUME DOS CENÁRIOS ESTUDADOS**

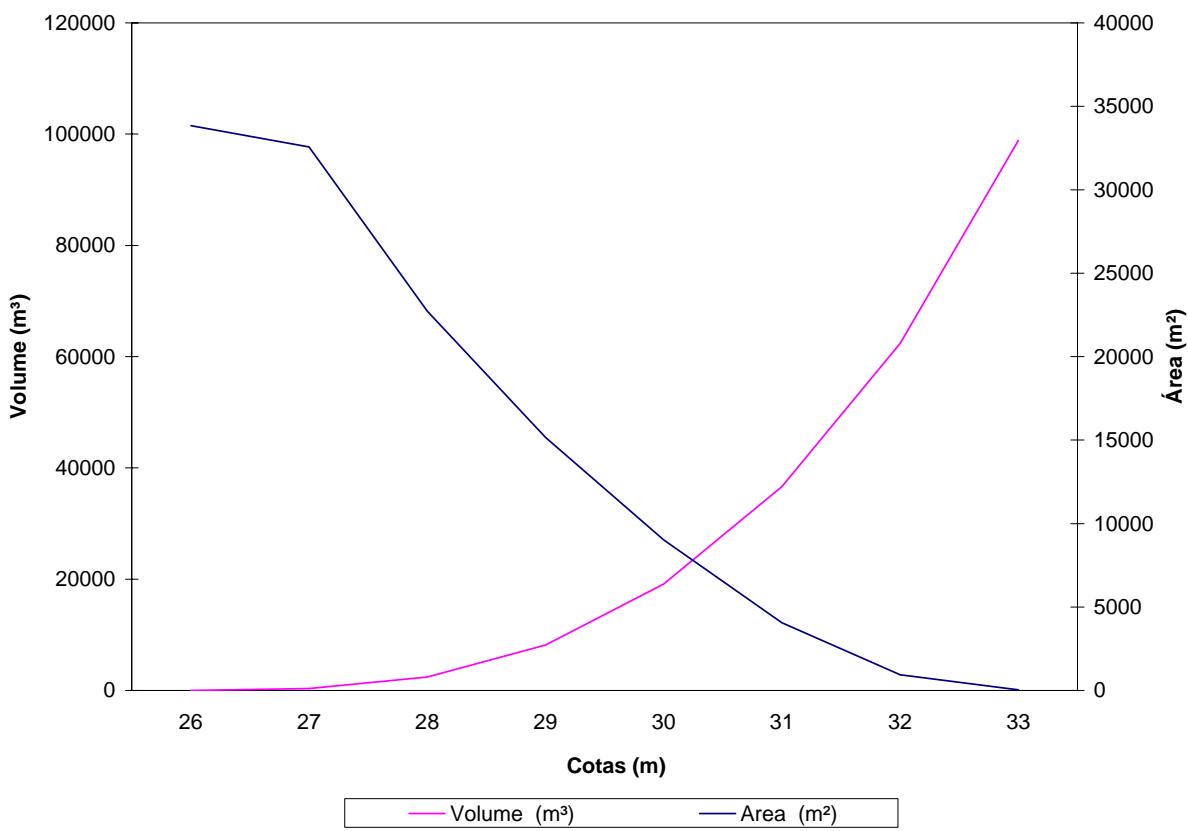


Figura E.1 – Curva cota-área-volume para o cenário atual da Lagoa do Buracão

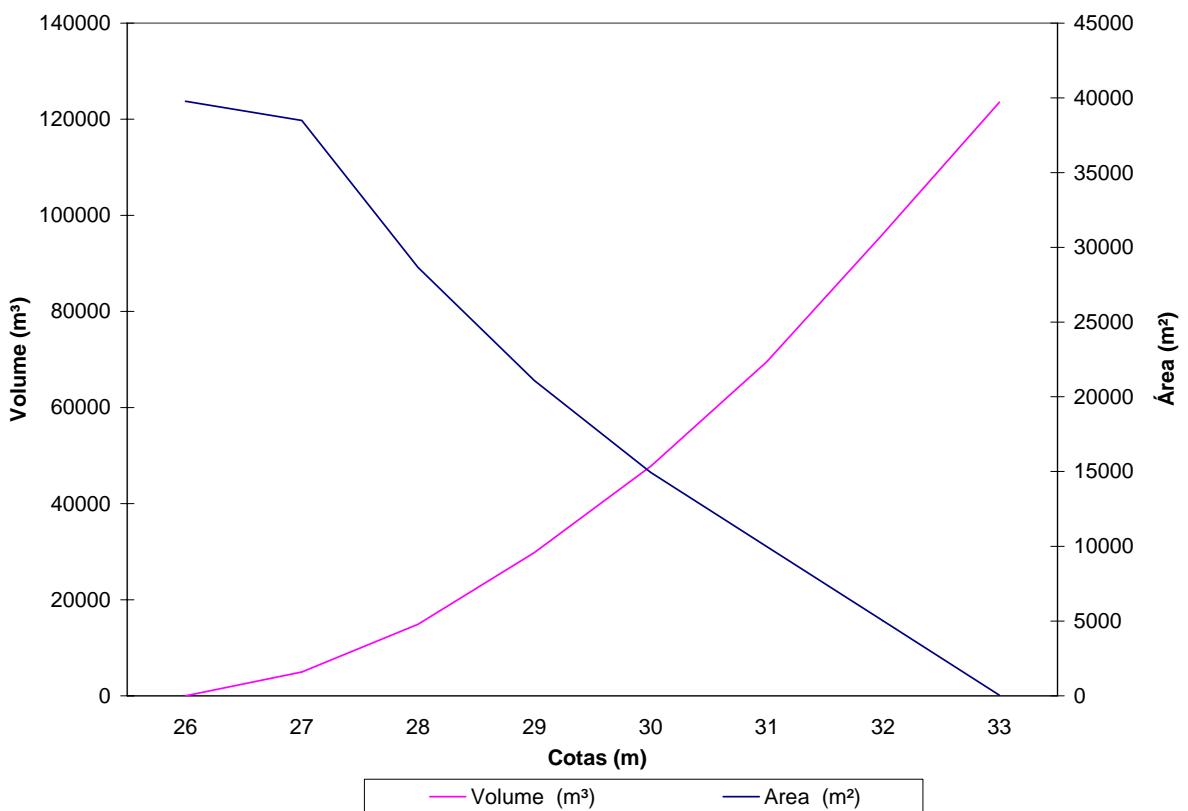


Figura E.2 – Curva cota-área-volume da Lagoa do Buracão para o cenário 1

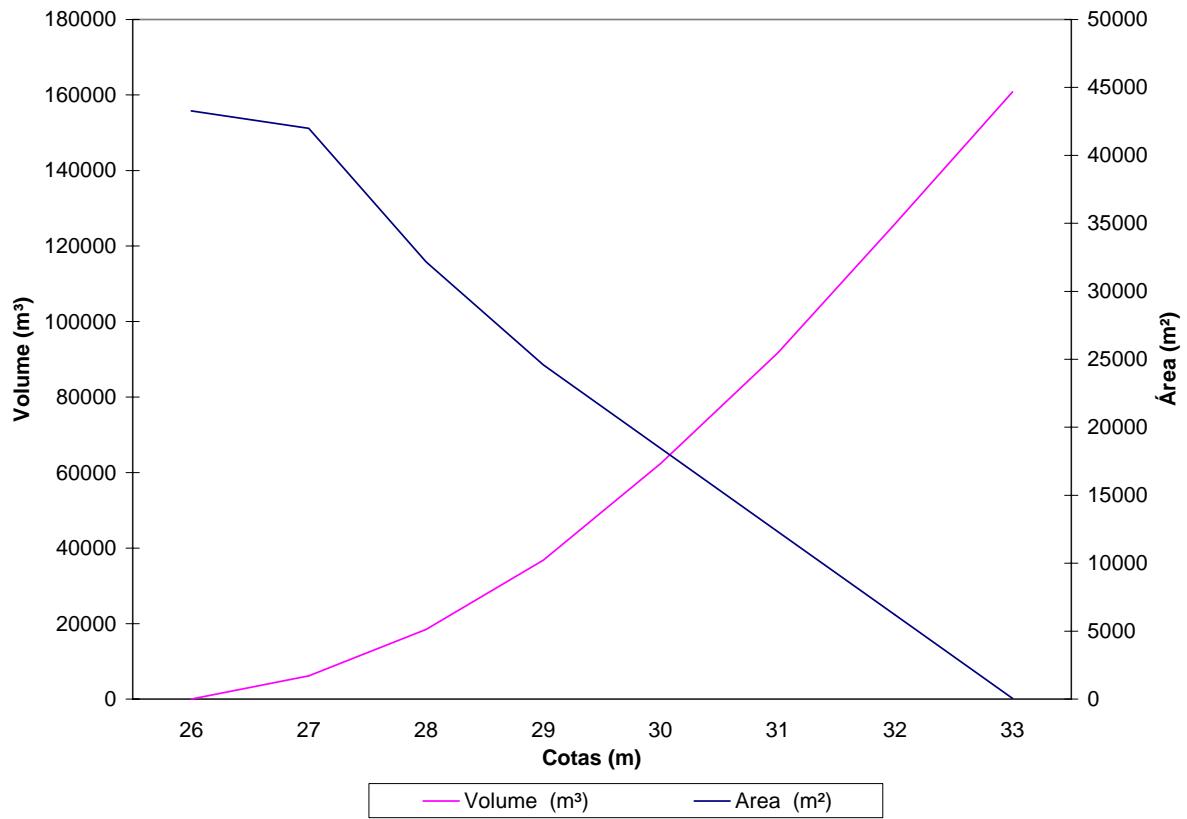


Figura E.3 – Curva cota-área-volume da Lagoa do Buracão para o cenário 2

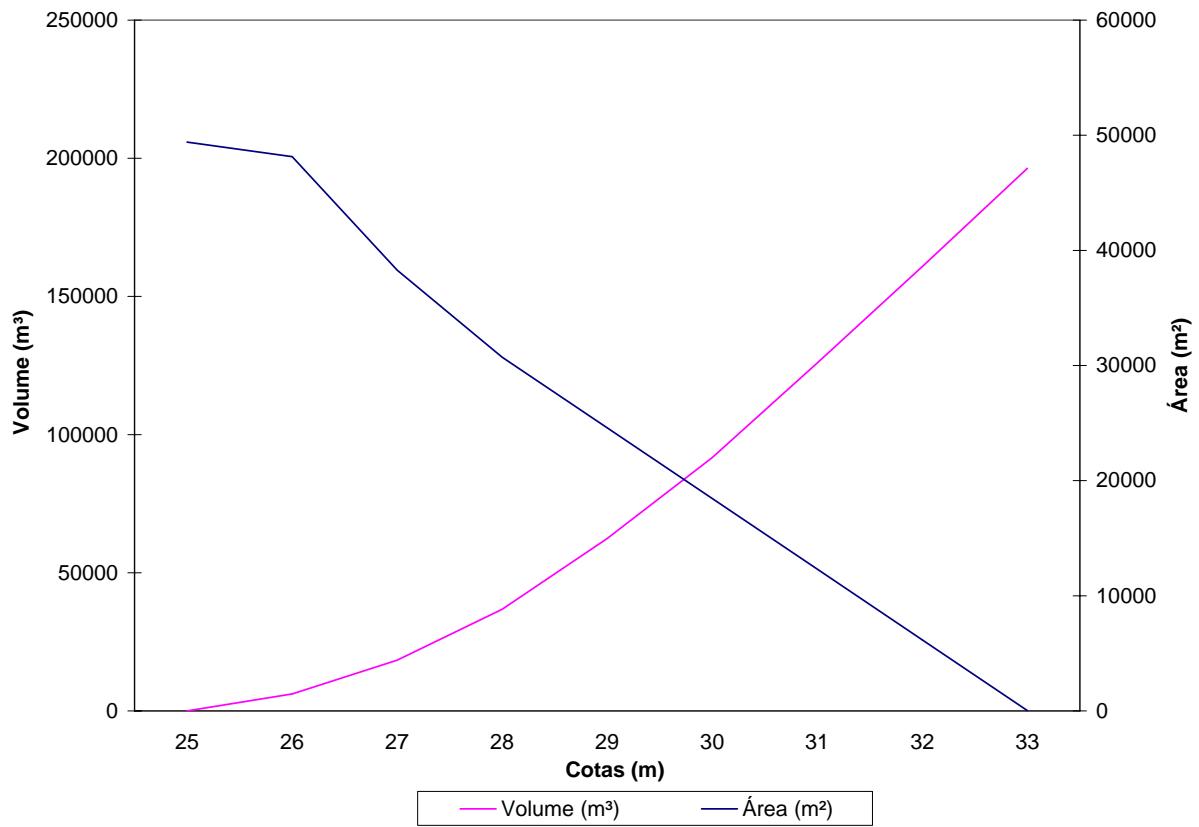


Figura E.4 – Curva cota-área-volume da Lagoa do Buracão para o cenário 3

## **APÊNDICE F**

**RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÕES**

Quadro F.1 - Resultados observados e calculados do dia 27/01/2004 para os cenários de drenagem propostos

Tempo	Precip (mm)	Vazão Montante (m³/s)	Vazão jusante (m³/s)				Cotas máximas atingidas			
			Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
27/1/04 0:15	0,76	0,088	0,000	0,000	0,000	0,000	30,00	30,00	30,00	30,00
27/1/04 0:30	0,00	0,039	0,000	0,000	0,000	0,000	30,00	30,00	30,00	30,00
27/1/04 0:45	0,25	0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	30,00	30,00	30,00	30,00
27/1/04 1:00	0,25	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	30,01	30,01	30,00	30,00
27/1/04 1:15	0,00	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	30,01	30,01	30,00	30,00
27/1/04 1:30	1,52	0,177	0,000	0,000	0,000	0,000	30,01	30,01	30,01	30,01
27/1/04 1:45	5,08	0,800	0,000	0,000	0,000	0,000	30,04	30,03	30,02	30,02
27/1/04 2:00	2,29	0,723	0,000	0,000	0,000	0,000	30,08	30,06	30,04	30,04
27/1/04 2:15	1,78	0,541	0,000	0,000	0,000	0,000	30,11	30,09	30,06	30,06
27/1/04 2:30	0,51	0,262	0,000	0,000	0,000	0,000	30,13	30,10	30,08	30,07
27/1/04 2:45	0,25	0,109	0,000	0,000	0,000	0,000	30,14	30,11	30,08	30,07
27/1/04 3:00	0,51	0,123	0,000	0,000	0,000	0,000	30,14	30,12	30,08	30,07
27/1/04 3:15	0,51	0,143	0,000	0,000	0,000	0,000	30,15	30,12	30,09	30,08
27/1/04 3:30	0,00	0,049	0,000	0,000	0,000	0,000	30,15	30,13	30,09	30,08
27/1/04 3:45	2,79	0,550	0,000	0,000	0,000	0,000	30,17	30,14	30,10	30,09
27/1/04 4:00	2,03	0,648	0,000	0,000	0,000	0,000	30,20	30,16	30,12	30,10
27/1/04 4:15	0,25	0,264	0,000	0,000	0,000	0,000	30,22	30,18	30,13	30,12
27/1/04 4:30	7,11	1,529	0,000	0,000	0,000	0,000	30,27	30,22	30,16	30,14
27/1/04 4:45	7,62	2,301	0,000	0,000	0,000	0,000	30,36	30,30	30,22	30,19
27/1/04 5:00	1,52	1,150	0,000	0,000	0,000	0,000	30,45	30,37	30,27	30,24
27/1/04 5:15	0,25	0,302	0,000	0,000	0,000	0,000	30,48	30,40	30,29	30,26
27/1/04 5:30	2,54	0,603	0,001	0,000	0,000	0,000	30,51	30,41	30,30	30,27
27/1/04 5:45	0,25	0,305	0,005	0,000	0,000	0,000	30,53	30,43	30,32	30,28
27/1/04 6:00	0,00	0,059	0,007	0,000	0,000	0,000	30,54	30,44	30,32	30,28
27/1/04 6:15	0,00	0,003	0,008	0,000	0,000	0,000	30,54	30,44	30,32	30,29
27/1/04 6:30	0,25	0,055	0,008	0,000	0,000	0,000	30,54	30,44	30,32	30,29
27/1/04 6:45	0,00	0,024	0,009	0,000	0,000	0,000	30,54	30,44	30,33	30,29
27/1/04 7:00	0,51	0,116	0,010	0,000	0,000	0,000	30,54	30,45	30,33	30,29
27/1/04 7:15	1,02	0,275	0,013	0,000	0,000	0,000	30,55	30,46	30,33	30,29
27/1/04 7:30	0,76	0,275	0,017	0,000	0,000	0,000	30,57	30,47	30,34	30,30
27/1/04 7:45	0,51	0,201	0,022	0,000	0,000	0,000	30,58	30,48	30,35	30,31
27/1/04 8:00	0,25	0,116	0,025	0,000	0,000	0,000	30,58	30,48	30,35	30,31
27/1/04 8:15	0,25	0,087	0,026	0,000	0,000	0,000	30,59	30,49	30,36	30,32
27/1/04 8:30	0,25	0,083	0,028	0,000	0,000	0,000	30,59	30,49	30,36	30,32
27/1/04 8:45	0,00	0,028	0,028	0,000	0,000	0,000	30,59	30,49	30,36	30,32
27/1/04 9:00	0,00	0,003	0,028	0,000	0,000	0,000	30,59	30,49	30,36	30,32
27/1/04 9:15	0,00	0,000	0,027	0,000	0,000	0,000	30,59	30,49	30,36	30,32
27/1/04 9:30	0,00	0,000	0,027	0,000	0,000	0,000	30,59	30,49	30,36	30,32
27/1/04 9:45	0,00	0,000	0,026	0,000	0,000	0,000	30,59	30,49	30,36	30,32
27/1/04 10:00	0,25	0,055	0,026	0,000	0,000	0,000	30,59	30,49	30,36	30,32
27/1/04 10:15	0,00	0,025	0,027	0,000	0,000	0,000	30,59	30,50	30,36	30,32
27/1/04 10:30	0,51	0,117	0,027	0,000	0,000	0,000	30,59	30,50	30,37	30,32
27/1/04 10:45	1,02	0,277	0,031	0,001	0,000	0,000	30,60	30,51	30,37	30,33
27/1/04 11:00	2,29	0,617	0,042	0,009	0,000	0,000	30,62	30,53	30,39	30,34
27/1/04 11:15	2,79	0,862	0,061	0,028	0,000	0,000	30,65	30,55	30,41	30,36
27/1/04 11:30	0,76	0,477	0,079	0,050	0,000	0,000	30,68	30,58	30,43	30,38

27/1/04 11:45	0,51	0,228	0,088	0,062	0,000	0,000	30,70	30,59	30,44	30,39
27/1/04 12:00	0,25	0,117	0,091	0,067	0,000	0,000	30,70	30,60	30,44	30,39
27/1/04 12:15	0,25	0,088	0,091	0,068	0,000	0,000	30,70	30,60	30,45	30,39
27/1/04 12:30	0,00	0,028	0,090	0,068	0,000	0,000	30,70	30,60	30,45	30,40
27/1/04 12:45	1,78	0,403	0,094	0,074	0,000	0,000	30,71	30,60	30,45	30,40
27/1/04 13:00	0,25	0,233	0,102	0,084	0,000	0,000	30,72	30,61	30,46	30,41
27/1/04 13:15	0,25	0,105	0,104	0,088	0,000	0,000	30,72	30,62	30,47	30,41
27/1/04 13:30	0,00	0,028	0,103	0,087	0,000	0,000	30,72	30,62	30,47	30,42
27/1/04 13:45	0,00	0,003	0,100	0,084	0,000	0,000	30,72	30,61	30,47	30,42
27/1/04 14:00	0,00	0,000	0,096	0,080	0,000	0,000	30,71	30,61	30,47	30,42
27/1/04 14:15	0,00	0,000	0,093	0,077	0,000	0,000	30,71	30,61	30,47	30,42
27/1/04 14:30	0,00	0,000	0,090	0,074	0,000	0,000	30,70	30,60	30,47	30,42
27/1/04 14:45	0,00	0,000	0,087	0,071	0,000	0,000	30,70	30,60	30,47	30,42
27/1/04 15:00	0,00	0,000	0,084	0,068	0,000	0,000	30,69	30,60	30,47	30,42
27/1/04 15:15	0,25	0,056	0,082	0,066	0,000	0,000	30,69	30,60	30,47	30,42
27/1/04 15:30	0,00	0,025	0,081	0,065	0,000	0,000	30,69	30,60	30,47	30,42
27/1/04 15:45	0,25	0,060	0,080	0,064	0,000	0,000	30,69	30,59	30,47	30,42
27/1/04 16:00	0,00	0,025	0,079	0,063	0,000	0,000	30,68	30,59	30,48	30,42
27/1/04 16:15	0,00	0,003	0,077	0,061	0,000	0,000	30,68	30,59	30,48	30,42
27/1/04 16:30	0,00	0,000	0,074	0,059	0,000	0,000	30,68	30,59	30,48	30,42
27/1/04 16:45	0,00	0,000	0,072	0,056	0,000	0,000	30,67	30,59	30,48	30,42
27/1/04 17:00	0,00	0,000	0,070	0,054	0,000	0,000	30,67	30,58	30,48	30,42
27/1/04 17:15	0,00	0,000	0,068	0,052	0,000	0,000	30,67	30,58	30,48	30,42
27/1/04 17:30	0,25	0,056	0,067	0,051	0,000	0,000	30,66	30,58	30,48	30,42
27/1/04 17:45	0,00	0,025	0,066	0,051	0,000	0,000	30,66	30,58	30,48	30,42
27/1/04 18:00	0,00	0,003	0,064	0,050	0,000	0,000	30,66	30,58	30,48	30,42
27/1/04 18:15	0,00	0,000	0,062	0,048	0,000	0,000	30,66	30,58	30,48	30,42
27/1/04 18:30	0,00	0,000	0,061	0,046	0,000	0,000	30,65	30,58	30,48	30,42
27/1/04 18:45	0,00	0,000	0,059	0,044	0,000	0,000	30,65	30,57	30,48	30,42
27/1/04 19:00	3,56	0,801	0,069	0,058	0,000	0,000	30,67	30,59	30,49	30,43
27/1/04 19:15	0,25	0,411	0,086	0,080	0,002	0,000	30,69	30,61	30,51	30,45
27/1/04 19:30	0,00	0,074	0,091	0,088	0,005	0,000	30,70	30,62	30,52	30,46
27/1/04 19:45	0,00	0,003	0,089	0,085	0,005	0,000	30,70	30,61	30,52	30,46
27/1/04 20:00	0,25	0,056	0,087	0,083	0,005	0,000	30,70	30,61	30,52	30,46
27/1/04 20:15	0,00	0,025	0,086	0,081	0,006	0,000	30,69	30,61	30,52	30,46
27/1/04 20:30	1,78	0,003	0,083	0,078	0,006	0,000	30,69	30,61	30,52	30,46
27/1/04 20:45	0,51	0,059	0,081	0,075	0,006	0,000	30,69	30,61	30,52	30,46
27/1/04 21:00	0,76	0,114	0,078	0,072	0,006	0,000	30,68	30,60	30,52	30,46
27/1/04 21:15	0,25	0,071	0,076	0,069	0,006	0,000	30,69	30,60	30,52	30,46
27/1/04 21:30	0,25	0,047	0,073	0,066	0,006	0,000	30,68	30,60	30,52	30,46
27/1/04 21:45	0,00	0,015	0,071	0,063	0,006	0,000	30,68	30,59	30,52	30,46
27/1/04 22:00	0,51	0,061	0,069	0,061	0,006	0,000	30,67	30,59	30,52	30,46
27/1/04 22:15	1,27	0,175	0,067	0,058	0,005	0,000	30,67	30,59	30,52	30,46
27/1/04 22:30	0,76	0,167	0,065	0,056	0,005	0,000	30,67	30,59	30,52	30,46
27/1/04 22:45	0,51	0,121	0,063	0,054	0,005	0,000	30,67	30,58	30,52	30,46
27/1/04 23:00	0,51	0,109	0,061	0,052	0,005	0,000	30,66	30,58	30,52	30,46
27/1/04 23:15	0,25	0,072	0,059	0,050	0,005	0,000	30,66	30,58	30,52	30,46
27/1/04 23:30	0,00	0,020	0,058	0,048	0,005	0,000	30,65	30,58	30,52	30,46
27/1/04 23:45	0,00	0,002	0,056	0,046	0,005	0,000	30,65	30,58	30,52	30,46
<b>TOTAL (mm)</b>	<b>65,02</b>	<b>Valor máximo</b>	<b>0,104</b>	<b>0,088</b>	<b>0,006</b>	<b>0,000</b>	<b>30,72</b>	<b>30,62</b>	<b>30,52</b>	<b>30,46</b>

Quadro F.2 - Resultados observados e calculados do dia 28/01/2004 para os cenários de drenagem propostos

Tempo	Precip (mm)	Vazão Montante (m³/s)	Vazão jusante (m³/s)				Cotas máximas atingidas			
			Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
28/1/04 0:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 0:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 0:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 1:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 1:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 1:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 1:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 2:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 2:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 2:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 2:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 3:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 3:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 3:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 3:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 4:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 4:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 4:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 4:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 5:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 5:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 5:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 5:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 6:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 6:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 6:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 6:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 7:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 7:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 7:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 7:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 8:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 8:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 8:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 8:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 9:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 9:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 9:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 9:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 10:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 10:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 10:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 10:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 11:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,5
28/1/04 11:15	3,56	0,413	0,001	0,002	0,001	0,001	30,51	30,51	30,51	30,51

28/1/04 11:30	10,41	1,914	0,018	0,029	0,018	0,015	30,57	30,56	30,54	30,54
28/1/04 11:45	2,03	1,187	0,054	0,087	0,055	0,046	30,64	30,62	30,59	30,58
28/1/04 12:00	0,25	0,331	0,075	0,119	0,077	0,064	30,68	30,64	30,61	30,59
28/1/04 12:15	0,76	0,197	0,081	0,126	0,083	0,069	30,69	30,65	30,61	30,6
28/1/04 12:30	0,00	0,070	0,083	0,127	0,084	0,071	30,69	30,65	30,61	30,6
28/1/04 12:45	0,00	0,009	0,081	0,122	0,083	0,070	30,69	30,65	30,61	30,6
28/1/04 13:00	0,00	0,000	0,079	0,116	0,080	0,069	30,68	30,64	30,61	30,6
28/1/04 13:15	0,00	0,000	0,076	0,111	0,078	0,067	30,68	30,64	30,61	30,6
28/1/04 13:30	0,00	0,000	0,074	0,105	0,075	0,065	30,68	30,63	30,61	30,6
28/1/04 13:45	0,00	0,000	0,072	0,100	0,073	0,063	30,67	30,63	30,60	30,59
28/1/04 14:00	0,00	0,000	0,070	0,096	0,071	0,062	30,67	30,62	30,60	30,59
28/1/04 14:15	0,25	0,050	0,068	0,092	0,069	0,061	30,67	30,62	30,60	30,59
28/1/04 14:30	0,51	0,125	0,069	0,092	0,070	0,061	30,67	30,62	30,60	30,59
28/1/04 14:45	5,08	1,093	0,086	0,117	0,087	0,076	30,69	30,64	30,62	30,61
28/1/04 15:00	3,05	1,112	0,121	0,168	0,123	0,107	30,74	30,68	30,65	30,63
28/1/04 15:15	0,51	0,457	0,146	0,204	0,148	0,128	30,78	30,71	30,67	30,65
28/1/04 15:30	0,51	0,196	0,153	0,211	0,155	0,135	30,79	30,71	30,67	30,66
28/1/04 15:45	0,76	0,217	0,155	0,211	0,157	0,137	30,79	30,71	30,67	30,66
28/1/04 16:00	0,25	0,132	0,156	0,209	0,158	0,139	30,79	30,71	30,67	30,66
28/1/04 16:15	0,00	0,034	0,153	0,201	0,155	0,137	30,79	30,70	30,67	30,66
28/1/04 16:30	0,00	0,003	0,147	0,191	0,149	0,133	30,78	30,70	30,67	30,65
28/1/04 16:45	0,25	0,054	0,143	0,181	0,145	0,129	30,77	30,69	30,66	30,65
28/1/04 17:00	0,00	0,024	0,139	0,173	0,141	0,126	30,77	30,68	30,66	30,65
28/1/04 17:15	0,00	0,003	0,134	0,164	0,136	0,123	30,76	30,68	30,66	30,65
28/1/04 17:30	0,00	0,000	0,129	0,155	0,131	0,119	30,76	30,67	30,65	30,64
28/1/04 17:45	0,00	0,000	0,124	0,147	0,126	0,115	30,75	30,67	30,65	30,64
28/1/04 18:00	0,00	0,000	0,120	0,139	0,121	0,111	30,74	30,66	30,64	30,64
28/1/04 18:15	0,00	0,000	0,116	0,132	0,117	0,108	30,74	30,65	30,64	30,63
28/1/04 18:30	0,00	0,000	0,111	0,125	0,112	0,104	30,73	30,65	30,64	30,63
28/1/04 18:45	0,00	0,000	0,108	0,119	0,108	0,101	30,73	30,64	30,63	30,63
28/1/04 19:00	0,00	0,000	0,104	0,113	0,104	0,098	30,72	30,64	30,63	30,63
28/1/04 19:15	0,00	0,000	0,100	0,108	0,101	0,095	30,72	30,63	30,63	30,62
28/1/04 19:30	0,00	0,000	0,097	0,103	0,097	0,092	30,71	30,63	30,63	30,62
28/1/04 19:45	6,86	1,488	0,119	0,134	0,120	0,112	30,74	30,66	30,64	30,64
28/1/04 20:00	1,02	0,882	0,160	0,192	0,162	0,148	30,80	30,70	30,68	30,67
28/1/04 20:15	0,25	0,190	0,175	0,212	0,177	0,162	30,81	30,71	30,69	30,68
28/1/04 20:30	0,00	0,014	0,172	0,206	0,174	0,160	30,81	30,71	30,68	30,67
28/1/04 20:45	0,00	0,000	0,166	0,194	0,167	0,154	30,80	30,70	30,68	30,67
28/1/04 21:00	0,00	0,000	0,159	0,183	0,160	0,149	30,79	30,69	30,67	30,67
28/1/04 21:15	0,00	0,000	0,153	0,173	0,154	0,144	30,79	30,68	30,67	30,66
28/1/04 21:30	0,00	0,000	0,147	0,163	0,148	0,139	30,78	30,68	30,67	30,66
28/1/04 21:45	0,00	0,000	0,141	0,154	0,142	0,134	30,77	30,67	30,66	30,66
28/1/04 22:00	0,00	0,000	0,136	0,146	0,136	0,129	30,76	30,66	30,66	30,65
28/1/04 22:15	0,00	0,000	0,131	0,138	0,131	0,125	30,76	30,66	30,65	30,65
28/1/04 22:30	0,00	0,000	0,126	0,131	0,126	0,121	30,75	30,65	30,65	30,65
28/1/04 22:45	0,00	0,000	0,121	0,124	0,122	0,117	30,75	30,65	30,65	30,64
28/1/04 23:00	0,00	0,000	0,117	0,118	0,117	0,113	30,74	30,64	30,64	30,64
28/1/04 23:15	0,00	0,000	0,113	0,112	0,113	0,110	30,73	30,64	30,64	30,64
28/1/04 23:30	0,00	0,000	0,109	0,107	0,109	0,106	30,73	30,63	30,64	30,63
28/1/04 23:45	0,00	0,000	0,105	0,102	0,105	0,103	30,72	30,63	30,63	30,63
<b>TOTAL (mm)</b>	<b>36,31</b>	<b>Valor máximo</b>	<b>0,175</b>	<b>0,212</b>	<b>0,177</b>	<b>0,162</b>	<b>30,81</b>	<b>30,71</b>	<b>30,69</b>	<b>30,68</b>

Quadro F.3 - Resultados observados e calculados do dia 29/01/2004 para os cenários de drenagem propostos

Tempo	Precip (mm)	Vazão Montante (m³/s)	Vazão jusante (m³/s)			Cotas máximas atingidas				
			Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
29/1/04 0:15	0,25	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,50
29/1/04 0:30	0,00	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,50
29/1/04 0:45	0,00	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,50
29/1/04 1:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,50
29/1/04 1:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,50
29/1/04 1:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,50
29/1/04 1:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,50
29/1/04 2:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,50
29/1/04 2:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,50
29/1/04 2:30	0,51	0,059	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,50
29/1/04 2:45	0,00	0,026	0,000	0,001	0,000	0,000	30,50	30,50	30,50	30,50
29/1/04 3:00	0,51	0,062	0,001	0,001	0,001	0,001	30,51	30,51	30,50	30,50
29/1/04 3:15	0,51	0,085	0,001	0,002	0,001	0,001	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 3:30	0,25	0,058	0,002	0,003	0,002	0,001	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 3:45	0,00	0,016	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 4:00	0,00	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 4:15	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 4:30	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 4:45	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 5:00	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 5:15	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 5:30	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 5:45	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 6:00	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 6:15	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 6:30	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 6:45	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 7:00	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 7:15	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 7:30	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51	30,51	30,51
29/1/04 7:45	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 8:00	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 8:15	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 8:30	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 8:45	0,00	0,000	0,002	0,003	0,002	0,002	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 9:00	0,00	0,000	0,002	0,002	0,002	0,002	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 9:15	0,00	0,000	0,002	0,002	0,002	0,002	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 9:30	0,00	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 9:45	0,00	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 10:00	0,00	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 10:15	0,00	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 10:30	0,00	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 10:45	0,00	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 11:00	0,00	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001	30,51	30,51	30,51	30,51
29/1/04 11:15	3,81	0,491	0,004	0,006	0,004	0,004	30,53	30,52	30,52	30,51
29/1/04 11:30	0,76	0,333	0,01	0,015	0,01	0,009	30,55	30,54	30,53	30,52
29/1/04 11:45	0,25	0,120	0,014	0,021	0,014	0,012	30,56	30,54	30,53	30,53

29/1/04 12:00	0,00	0,024	0,015	0,022	0,015	0,013	30,56	30,55	30,54	30,53
29/1/04 12:15	0,00	0,002	0,015	0,022	0,015	0,013	30,56	30,55	30,54	30,53
29/1/04 12:30	0,00	0,000	0,014	0,021	0,015	0,012	30,56	30,55	30,54	30,53
29/1/04 12:45	0,00	0,000	0,014	0,021	0,014	0,012	30,56	30,54	30,53	30,53
29/1/04 13:00	0,00	0,000	0,014	0,02	0,014	0,012	30,56	30,54	30,53	30,53
29/1/04 13:15	0,00	0,000	0,014	0,02	0,014	0,012	30,56	30,54	30,53	30,53
29/1/04 13:30	0,00	0,000	0,013	0,019	0,014	0,012	30,56	30,54	30,53	30,53
29/1/04 13:45	0,00	0,000	0,013	0,019	0,013	0,011	30,56	30,54	30,53	30,53
29/1/04 14:00	0,00	0,000	0,013	0,018	0,013	0,011	30,56	30,54	30,53	30,53
29/1/04 14:15	0,00	0,000	0,013	0,018	0,013	0,011	30,55	30,54	30,53	30,53
29/1/04 14:30	0,00	0,000	0,012	0,017	0,013	0,011	30,55	30,54	30,53	30,53
29/1/04 14:45	0,00	0,000	0,012	0,017	0,012	0,011	30,55	30,54	30,53	30,53
29/1/04 15:00	0,00	0,000	0,012	0,016	0,012	0,011	30,55	30,54	30,53	30,53
29/1/04 15:15	0,00	0,000	0,012	0,016	0,012	0,01	30,55	30,54	30,53	30,53
29/1/04 15:30	0,00	0,000	0,012	0,015	0,012	0,01	30,55	30,54	30,53	30,53
29/1/04 15:45	0,00	0,000	0,011	0,015	0,012	0,01	30,55	30,54	30,53	30,53
29/1/04 16:00	0,00	0,000	0,011	0,015	0,011	0,01	30,55	30,54	30,53	30,53
29/1/04 16:15	0,00	0,000	0,011	0,014	0,011	0,01	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 16:30	0,00	0,000	0,011	0,014	0,011	0,01	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 16:45	0,00	0,000	0,011	0,014	0,011	0,01	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 17:00	0,25	0,040	0,011	0,014	0,011	0,01	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 17:15	0,00	0,018	0,011	0,014	0,011	0,01	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 17:30	0,00	0,002	0,011	0,014	0,011	0,01	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 17:45	0,00	0,000	0,011	0,014	0,011	0,01	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 18:00	0,00	0,000	0,011	0,013	0,011	0,01	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 18:15	0,00	0,000	0,011	0,013	0,011	0,01	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 18:30	0,00	0,000	0,01	0,013	0,011	0,009	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 18:45	0,00	0,000	0,01	0,012	0,01	0,009	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 19:00	0,00	0,000	0,01	0,012	0,01	0,009	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 19:15	0,00	0,000	0,01	0,012	0,01	0,009	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 19:30	0,00	0,000	0,01	0,012	0,01	0,009	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 19:45	0,00	0,000	0,01	0,011	0,01	0,009	30,55	30,53	30,53	30,53
29/1/04 20:00	0,00	0,000	0,009	0,011	0,01	0,009	30,54	30,53	30,53	30,53
29/1/04 20:15	0,00	0,000	0,009	0,011	0,009	0,009	30,54	30,53	30,53	30,52
29/1/04 20:30	0,00	0,000	0,009	0,011	0,009	0,008	30,54	30,53	30,53	30,52
29/1/04 20:45	0,00	0,000	0,009	0,01	0,009	0,008	30,54	30,53	30,53	30,52
29/1/04 21:00	0,00	0,000	0,009	0,01	0,009	0,008	30,54	30,53	30,53	30,52
29/1/04 21:15	0,00	0,000	0,009	0,01	0,009	0,008	30,54	30,53	30,53	30,52
29/1/04 21:30	0,00	0,000	0,009	0,01	0,009	0,008	30,54	30,53	30,52	30,52
29/1/04 21:45	0,00	0,000	0,008	0,009	0,009	0,008	30,54	30,53	30,52	30,52
29/1/04 22:00	0,00	0,000	0,008	0,009	0,008	0,008	30,54	30,53	30,52	30,52
29/1/04 22:15	0,00	0,000	0,008	0,009	0,008	0,008	30,54	30,53	30,52	30,52
29/1/04 22:30	0,00	0,000	0,008	0,009	0,008	0,008	30,54	30,53	30,52	30,52
29/1/04 22:45	0,00	0,000	0,008	0,009	0,008	0,008	30,54	30,52	30,52	30,52
29/1/04 23:00	0,00	0,000	0,008	0,008	0,008	0,007	30,54	30,52	30,52	30,52
29/1/04 23:15	0,00	0,000	0,008	0,008	0,008	0,007	30,54	30,52	30,52	30,52
29/1/04 23:30	0,00	0,000	0,008	0,008	0,008	0,007	30,54	30,52	30,52	30,52
29/1/04 23:45	0,00	0,000	0,008	0,008	0,008	0,007	30,54	30,52	30,52	30,52
<b>TOTAL (mm)</b>	<b>7,11</b>	<b>Valor máximo</b>	<b>0,015</b>	<b>0,022</b>	<b>0,015</b>	<b>0,013</b>	<b>30,56</b>	<b>30,55</b>	<b>30,54</b>	<b>30,53</b>

Quadro F.4 - Resultados observados e calculados do dia 30/01/2004 para os cenários de drenagem propostos

Tempo	Precip (mm)	Vazão Montante (m³/s)	Vazão jusante (m³/s)			Cotas máximas atingidas		
			Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Atual	Cenário 1
30/1/04 0:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 0:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 0:30	0,25	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 0:45	0,00	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 1:00	0,00	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 1:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 1:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 1:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 2:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 2:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 2:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 2:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 3:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 3:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 3:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 3:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 4:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 4:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 4:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 4:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 5:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 5:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 5:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 5:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 6:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 6:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 6:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 6:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 7:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 7:15	0,25	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 7:30	0,00	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 7:45	0,00	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 8:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 8:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 8:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 8:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 9:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 9:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 9:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 9:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 10:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 10:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 10:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 10:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
30/1/04 11:00	0,51	0,059	0,000	0,001	0,000	0,000	30,51	30,50
30/1/04 11:15	0,51	0,085	0,001	0,001	0,001	0,001	30,51	30,51
30/1/04 11:30	0,51	0,088	0,002	0,002	0,002	0,001	30,51	30,51



Quadro F.5 - Resultados observados e calculados do dia 31/01/2004 para os cenários de drenagem propostos

Tempo	Precip (mm)	Vazão Montante (m³/s)	Vazão jusante (m³/s)			Cotas máximas atingidas		
			Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Atual	Cenário 1
31/1/04 0:15	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
31/1/04 0:30	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
31/1/04 0:45	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
31/1/04 1:00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
31/1/04 1:15	1,52	0,175	0,001	0,000	0,000	0,000	30,50	30,50
31/1/04 1:30	0,51	0,136	0,003	0,002	0,001	0,001	30,51	30,51
31/1/04 1:45	0,25	0,066	0,005	0,004	0,002	0,002	30,52	30,51
31/1/04 2:00	0,00	0,016	0,006	0,004	0,003	0,002	30,52	30,52
31/1/04 2:15	0,00	0,002	0,006	0,004	0,003	0,002	30,52	30,52
31/1/04 2:30	0,00	0,000	0,006	0,004	0,003	0,002	30,52	30,52
31/1/04 2:45	0,00	0,000	0,005	0,004	0,003	0,002	30,52	30,51
31/1/04 3:00	0,00	0,000	0,005	0,004	0,003	0,002	30,52	30,52
31/1/04 3:15	0,00	0,000	0,005	0,004	0,003	0,002	30,52	30,51
31/1/04 3:30	0,00	0,000	0,005	0,004	0,003	0,002	30,52	30,51
31/1/04 3:45	0,00	0,000	0,005	0,004	0,003	0,002	30,52	30,51
31/1/04 4:00	0,00	0,000	0,005	0,004	0,003	0,002	30,52	30,51
31/1/04 4:15	0,00	0,000	0,005	0,004	0,003	0,002	30,52	30,51
31/1/04 4:30	0,00	0,000	0,005	0,004	0,002	0,002	30,52	30,51
31/1/04 4:45	0,00	0,000	0,005	0,004	0,002	0,002	30,52	30,51
31/1/04 5:00	0,00	0,000	0,004	0,004	0,002	0,002	30,52	30,51
31/1/04 5:15	0,00	0,000	0,004	0,004	0,002	0,002	30,52	30,51
31/1/04 5:30	0,00	0,000	0,004	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51
31/1/04 5:45	0,00	0,000	0,004	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51
31/1/04 6:00	0,00	0,000	0,004	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51
31/1/04 6:15	0,00	0,000	0,004	0,003	0,002	0,002	30,52	30,51
31/1/04 6:30	0,00	0,000	0,004	0,003	0,002	0,002	30,51	30,51
31/1/04 6:45	0,00	0,000	0,004	0,003	0,002	0,002	30,51	30,51
31/1/04 7:00	0,00	0,000	0,004	0,003	0,002	0,002	30,51	30,51
31/1/04 7:15	0,00	0,000	0,004	0,003	0,002	0,002	30,51	30,51
31/1/04 7:30	0,00	0,000	0,004	0,003	0,002	0,002	30,51	30,51
31/1/04 7:45	0,00	0,000	0,004	0,003	0,002	0,002	30,51	30,51
31/1/04 8:00	0,76	0,088	0,004	0,004	0,003	0,002	30,52	30,51
31/1/04 8:15	0,25	0,068	0,006	0,005	0,003	0,003	30,52	30,52
31/1/04 8:30	0,51	0,081	0,008	0,006	0,004	0,004	30,52	30,52
31/1/04 8:45	0,00	0,030	0,009	0,007	0,005	0,004	30,53	30,52
31/1/04 9:00	0,00	0,004	0,009	0,007	0,005	0,004	30,53	30,52
31/1/04 9:15	0,00	0,000	0,009	0,007	0,005	0,004	30,53	30,52
31/1/04 9:30	0,00	0,000	0,009	0,007	0,005	0,004	30,52	30,52
31/1/04 9:45	0,00	0,000	0,008	0,007	0,005	0,004	30,52	30,52
31/1/04 10:00	0,76	0,100	0,009	0,008	0,005	0,005	30,53	30,52
31/1/04 10:15	0,25	0,078	0,012	0,009	0,007	0,006	30,53	30,53
31/1/04 10:30	0,25	0,056	0,013	0,011	0,007	0,006	30,53	30,53
31/1/04 10:45	0,25	0,053	0,014	0,012	0,008	0,007	30,54	30,53
31/1/04 11:00	0,00	0,018	0,015	0,012	0,009	0,007	30,54	30,53
31/1/04 11:15	0,00	0,002	0,015	0,012	0,009	0,007	30,54	30,53
31/1/04 11:30	1,78	0,270	0,019	0,015	0,011	0,009	30,54	30,54
31/1/04 11:45	0,76	0,243	0,027	0,022	0,015	0,013	30,55	30,54

31/04 12:00	1,02	0,242	0,036	0,028	0,019	0,017	30,56	30,56	30,54	30,54
31/04 12:15	0,25	0,126	0,042	0,033	0,023	0,019	30,57	30,56	30,55	30,54
31/04 12:30	0,00	0,029	0,043	0,035	0,024	0,021	30,57	30,56	30,55	30,54
31/04 12:45	0,00	0,003	0,042	0,034	0,024	0,020	30,57	30,56	30,55	30,54
31/04 13:00	0,00	0,000	0,040	0,033	0,023	0,020	30,57	30,56	30,55	30,54
31/04 13:15	0,00	0,000	0,039	0,032	0,023	0,020	30,57	30,56	30,55	30,54
31/04 13:30	0,00	0,000	0,037	0,031	0,022	0,019	30,57	30,56	30,55	30,54
31/04 13:45	0,00	0,000	0,036	0,030	0,022	0,019	30,56	30,56	30,55	30,54
31/04 14:00	1,02	0,178	0,038	0,032	0,023	0,020	30,57	30,56	30,55	30,54
31/04 14:15	0,00	0,079	0,042	0,035	0,026	0,022	30,57	30,56	30,55	30,55
31/04 14:30	0,00	0,011	0,042	0,035	0,026	0,023	30,57	30,56	30,55	30,55
31/04 14:45	1,02	0,183	0,044	0,037	0,028	0,024	30,57	30,57	30,55	30,55
31/04 15:00	0,51	0,175	0,050	0,042	0,031	0,027	30,58	30,57	30,56	30,55
31/04 15:15	4,57	0,929	0,075	0,062	0,044	0,038	30,61	30,59	30,57	30,57
31/04 15:30	0,25	0,443	0,109	0,088	0,062	0,054	30,63	30,62	30,59	30,58
31/04 15:45	0,00	0,076	0,118	0,096	0,068	0,059	30,64	30,62	30,60	30,59
31/04 16:00	0,25	0,053	0,114	0,095	0,068	0,059	30,64	30,62	30,60	30,59
31/04 16:15	0,00	0,022	0,110	0,092	0,067	0,058	30,64	30,62	30,60	30,59
31/04 16:30	0,00	0,003	0,104	0,088	0,065	0,057	30,63	30,62	30,60	30,59
31/04 16:45	0,00	0,000	0,098	0,085	0,064	0,056	30,63	30,61	30,59	30,59
31/04 17:00	0,25	0,050	0,094	0,082	0,062	0,055	30,62	30,61	30,59	30,59
31/04 17:15	1,78	0,381	0,101	0,088	0,067	0,059	30,63	30,62	30,60	30,59
31/04 17:30	2,29	0,631	0,125	0,107	0,081	0,071	30,65	30,63	30,61	30,60
31/04 17:45	0,51	0,335	0,148	0,126	0,094	0,083	30,67	30,65	30,62	30,61
31/04 18:00	0,00	0,076	0,151	0,130	0,098	0,086	30,67	30,65	30,63	30,62
31/04 18:15	0,00	0,006	0,144	0,125	0,096	0,085	30,66	30,65	30,62	30,61
31/04 18:30	0,00	0,000	0,135	0,119	0,093	0,082	30,66	30,64	30,62	30,61
31/04 18:45	0,00	0,000	0,127	0,113	0,090	0,080	30,65	30,64	30,62	30,61
31/04 19:00	0,00	0,000	0,119	0,108	0,087	0,078	30,64	30,63	30,62	30,61
31/04 19:15	0,00	0,000	0,112	0,103	0,084	0,076	30,64	30,63	30,61	30,61
31/04 19:30	0,00	0,000	0,105	0,098	0,081	0,074	30,63	30,63	30,61	30,60
31/04 19:45	1,02	0,212	0,105	0,098	0,082	0,074	30,63	30,63	30,61	30,60
31/04 20:00	1,52	0,413	0,118	0,108	0,090	0,081	30,64	30,63	30,62	30,61
31/04 20:15	0,25	0,154	0,128	0,117	0,096	0,087	30,65	30,64	30,62	30,62
31/04 20:30	0,00	0,020	0,125	0,115	0,096	0,087	30,65	30,64	30,62	30,62
31/04 20:45	0,00	0,000	0,118	0,110	0,093	0,085	30,64	30,64	30,62	30,61
31/04 21:00	0,76	0,088	0,111	0,105	0,090	0,082	30,64	30,63	30,62	30,61
31/04 21:15	2,54	0,332	0,105	0,100	0,087	0,080	30,63	30,63	30,62	30,61
31/04 21:30	2,03	0,404	0,099	0,095	0,084	0,078	30,63	30,62	30,61	30,61
31/04 21:45	1,27	0,328	0,093	0,091	0,081	0,075	30,62	30,62	30,61	30,61
31/04 22:00	1,27	0,304	0,088	0,087	0,079	0,073	30,62	30,62	30,61	30,60
31/04 22:15	0,25	0,143	0,083	0,083	0,076	0,071	30,61	30,61	30,61	30,60
31/04 22:30	0,00	0,031	0,079	0,079	0,074	0,069	30,61	30,61	30,60	30,60
31/04 22:45	0,76	0,131	0,075	0,076	0,071	0,068	30,61	30,61	30,60	30,60
31/04 23:00	4,32	0,839	0,071	0,073	0,069	0,066	30,60	30,60	30,60	30,60
31/04 23:15	2,79	0,895	0,067	0,070	0,067	0,064	30,60	30,60	30,60	30,59
31/04 23:30	11,94	2,763	0,064	0,067	0,065	0,062	30,59	30,60	30,60	30,59
31/04 23:45	3,56	1,896	0,061	0,064	0,000	0,061	30,59	30,59	30,59	30,59
<b>TOTAL (mm)</b>		<b>Valor máximo</b>	0,151	0,130	0,098	0,087	30,67	30,65	30,63	30,62