

DIMGAP 1.0: APLICATIVO PARA O DIMENSIONAMENTO DE GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS E ANÁLISE DE CUSTOS ENVOLVIDOS

Ricardo Augusto Moraes Zaque¹ & Frederico Carlos Martins de Menezes Filho²

Resumo – Apresenta-se neste artigo o desenvolvimento de um aplicativo computacional para o dimensionamento de galerias de águas pluviais em regime permanente com a análise de custos envolvida. Foi implementado para subsidiar as rotinas ora realizadas em planilhas eletrônicas e também com o intuito de fornecer um meio didático a ser empregado nos cursos de drenagem urbana. Sua utilização evita cálculos repetitivos utilizando tabelas e possibilita a avaliação de alternativas de modo rápido e interessante ao aprendizado. O programa dispõe de equações i-d-f e possibilita a tomada de decisão ao comparar custos efetuados na troca de diâmetro, ou correção dos parâmetros altura lâmina d'água-diâmetro (h/d) e velocidade pela alteração da declividade. A composição de custos contempla: serviços de terra como escavação, custos relacionados ao tipo de escoramento bem como das tubulações empregadas. Como resultado final, pode ser gerado arquivo texto bem como planilha eletrônica para análise.

Abstract – This paper presents the development of a software for design storm sewer pipes in steady flow with cost analysis. It's implemented to support routines realized by spreadsheets and also in order to provide a tool to be used in teaching urban drainage courses. The software enables an alternative approach to use of tables obtaining rapid solutions. The program has expressions for idf relationships and allows for decision making when comparing costs made in exchange for pipe diameter or by correction of the parameters water depth-diameter (h /d) and velocity by changing the slope. The composition of costs includes: excavation and ground services, costs related to the type of shoring and the pipes used. The results can be generated text file and spreadsheet for analysis.

Palavras-Chave – galerias de águas pluviais, dimensionamento, aplicativo computacional

¹ Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 - Bairro Boa Esperança. Cuiabá - MT - 78060-900 E-mail: ricardo_zaque@hotmail.com

² Professor Assistente do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, DESA/UFMT. Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 - Bairro Boa Esperança. Cuiabá - MT - 78060-900. (65) 3615-8723. E-mail: menezesfilho.frederico@gmail.com.

INTRODUÇÃO

O dimensionamento de galerias de águas pluviais segue muitas vezes uma rotina de cálculo exaustiva que demanda tempo e às vezes impossibilita a análise de possíveis alternativas que poderiam ser mais econômicas e viáveis. Segundo Menezes Filho (2007), devido à falta de normatização para projeto de galerias de águas pluviais há um grande leque de valores adotados para os parâmetros bem como a ausência de uma sistematização para o cálculo, como visualiza-se na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Parâmetros utilizados em canais e/ou seção circular das galerias de águas pluviais

Autor/ Instituição	V _{mín} (m/s)	V _{máx} (m/s)	t _{ci} (min)	R _m (m)	Seção plena ou h/D	Tipo de escoamento
Tucci et al. (2004)	0,60	5,00	10 ^a	1,00	Plena	Unif.
Azevedo Netto e Araújo (1998)	0,75	5,00	5	1,00	plena ou 0,90	Unif.
Wilken (1978)	0,75	3,50 ^e	5 a 15	-	Plena	Unif.
Alcântara apud Azevedo Netto (1969)	1,00	4,00	7 a 15	-	0,70	Grad. Variado
Porto (1999)	V _{méd} = 4 a 6 ^b		-	-	0,75	Unif.
Cirilo (2003)	0,60	4,50	-	-	h/D ^c	Unif.
Methods e Durrans ^d (2003)	0,60 a 0,90	4,50	-	0,90	0,85	Unif. e Grad. Variado
DAEE- CETESB (1980)	-	-	-	-	0,82	Unif.
Menezes Filho (2007)	0,75	5,00	5	1,00	0,85	Unif.

^a Valor citado, porém, segundo o autor pode estar superestimado, necessitando ser calculado em caso de dúvida

^b Fonte : Curso de Canais, EE-UFGM, Dep. Engenharia Hidráulica, Edições Engenharia 58/72

^c valor não fixado

^d valores adotados pela ASCE (1992) – American Society of Civil Engineers

^e Pode-se adotar até 6m/s se for previsto revestimento adequado para o conduto

V_{mín} – velocidade mínima

V_{máx} – velocidade máxima

t_{ci} – tempo de concentração inicial

r_m – recobrimento mínimo

h/D – relação altura-diâmetro

Deste modo, buscou-se desenvolver um aplicativo para o dimensionamento de galerias que compreendesse as rotinas de cálculo e restrições para as variáveis e, também, possibilitasse a análise dos custos envolvidos na simples troca de diâmetros e/ou alteração dos mesmos.

A utilização do aplicativo inicia-se após todo o levantamento topográfico bem como o lançamento das galerias de águas pluviais e bocas de lobo. A vazão a cada trecho é estimada no aplicativo pelo Método Racional, válido para áreas de até 2 km² (TUCCI, 1999) em regime permanente e como condutos livres.

O aplicativo computacional DIMGAP 1.0 permite com os seguintes dados de entrada: escolha de equação de chuva, definição do período de retorno (T), diâmetro (D), coeficiente de Manning (n), cotas de montante e jusante do terreno e extensão do terreno determinar a velocidade e relação altura-diâmetro. Caso estas duas variáveis estejam fora dos limites estabelecidos, o aplicativo informa ao usuário a necessidade de ajustes como, por exemplo, a exclusão de galerias para o trecho em estudo ou a troca de diâmetro. Os custos dos serviços referentes à implantação das galerias de águas pluviais são visualizados trecho a trecho e acumulados para obtenção do custo final.

METODOLOGIA

O aplicativo computacional foi desenvolvido através da linguagem de programação VB.NET, que vem se destacando pela facilidade de escrita de aplicativos Windows e baseados na Internet com grande aplicabilidade, (HALVORSON, 2009). Os cálculos serão descritos a seguir e baseiam-se no roteiro proposto por Menezes Filho (2007).

Dimensionamento das galerias

O equacionamento proposto por Menezes Filho (2007) baseou-se no trabalho de Saatçi (1990) que visa a reduzir o tempo gasto no dimensionamento ao utilizar equações ao invés de tabelas e nomogramas, tão presentes nos projetos de galerias de águas pluviais. Em síntese de posse da vazão total "Q", do coeficiente de manning "n", do diâmetro "D" e da declividade da galeria "Sg", calcula-se "k" pela equação 1.

$$k = Q n D^{-8/3} Sg^{-1/2} \quad (1)$$

onde: Sg = declividade da galeria (m/m). Obtém-se o ângulo central "θ" pela equação 2 proposta por Menezes Filho (2007).

$$\theta = 5915,8k^5 - 5201,2k^4 + 1786,6k^3 - 298,89k^2 + 32,113k + 1,1487 \quad (2)$$

Determinam-se, então, a relação "h/D" pela equação 3 que deverá estar entre 0,10 e 0,85 com tubulações funcionando como condutos livres, a área molhada "Am" e por fim a velocidade "V".

$$\frac{h}{D} = \frac{1}{2} \left[1 - \cos \left(\frac{\theta}{2} \right) \right] \quad (3)$$

$$A_m = \frac{D^2 (\theta - \text{sen}\theta)}{8} \quad (4)$$

onde: Am = área molhada (m²).

$$V = Q/A_m \quad (5)$$

Caso "h/D" esteja fora dos limites fixa-se este no respectivo limite que não fora respeitado e determina-se a nova declividade "Sg" do trecho de galeria.

Caso seja necessário corrigir a velocidade que se encontre fora dos limites de 0,75 m/s e 5,0 m/s, fixa-se esta no respectivo valor que não foi observado, calcula-se a área molhada, obtém-se a relação beta "β" (Am/At). Os limites para a velocidade correspondem respectivamente a garantia de auto limpeza das tubulações e evitamento do processo de erosão. Calcula-se o ângulo central (Equação 6) em função de "β" consoante Menezes Filho (2007).

$$\theta = 17,108\beta^5 - 43,248\beta^4 + 44,821\beta^3 - 23,679\beta^2 + 9,524\beta + 0,864 \quad (6)$$

Calcula-se k e a declividade da galeria, finalizando o processo. O fluxograma de cálculo está representado na Figura 1.

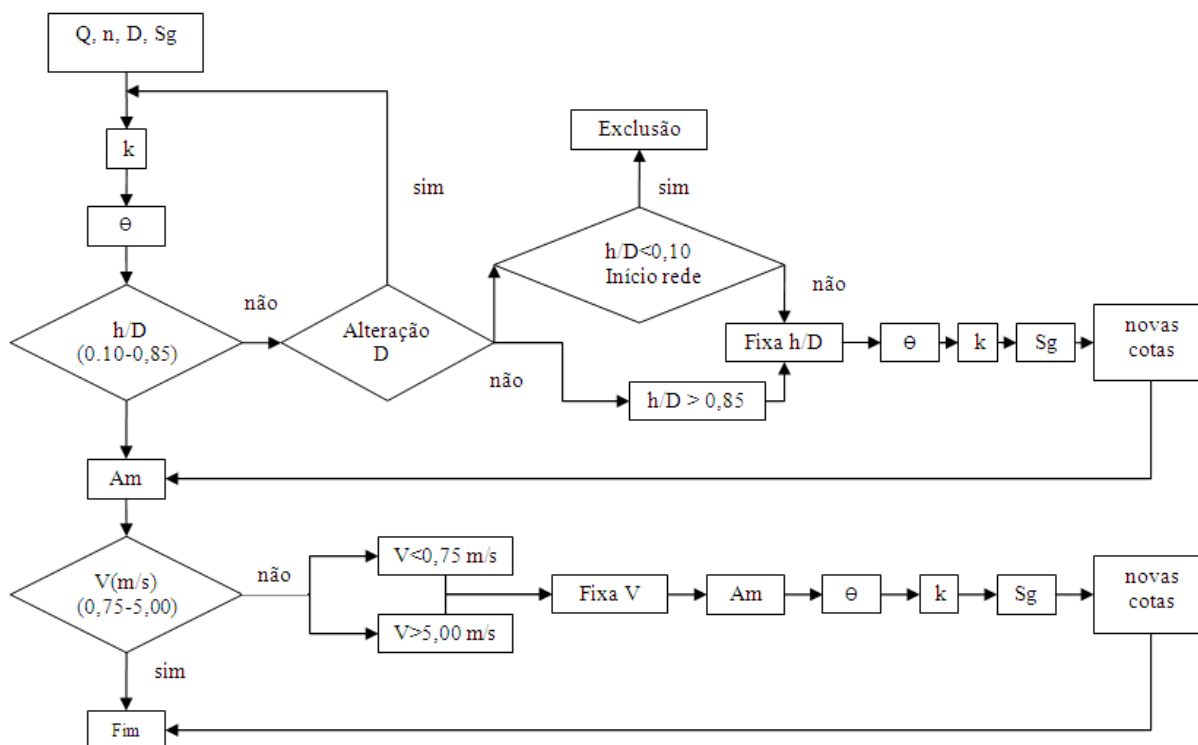


Figura 1 – Rotina computacional do DimGAP 1.0. Fonte: Menezes Filho (2007).

Cálculo dos custos

Os custos envolvidos na execução das galerias de águas pluviais referem-se aos serviços de escavação de vala e os relacionados à tubulação no fornecimento, transporte e assentamento. Segundo Menezes Filho (2007), a NBR 12266/92 – “Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana” fornece esclarecimentos e recomendações sobre os serviços que deverão ser contabilizados para implantação das galerias de águas pluviais. A norma trata dos tipos de escoramento, execução do reaterro, do adensamento, posicionamento e dimensionamento das valas, sendo este último, dado através de tabelas que servem para estimativa de custos relacionados à implantação das galerias de águas pluviais.

As variáveis utilizadas nas planilhas relacionadas à escavação seguiram as orientações da ABTC – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto (2006), documento que trata da avaliação comparativa entre tubos rígidos e flexíveis para utilização em obras de drenagem de águas pluviais. A seguir abordam-se as variáveis com as equações para estimativas de custos empregadas no aplicativo.

Tabela 2 – Variáveis envolvidas nos cálculos dos custos

Variável	Unidade	Equação
Altura média acima da geratriz (H)	(m)	$H = \frac{rm + (rm + Sg \times L)}{2}$
Profundidade média (P)	(m)	$P = EB + De + H$
Volume de escavação (Ve)	(m ³)	$Ve = B \times L \times P$
Custo do volume de escavação (Ce)	(R\$)	$Ce = vu \times Ve$
Área do escoramento (E)	(m ²)	$E = 2 \times P \times L$
Custo do escoramento (CE)	(R\$)	$CE = vu \times E$
Volume do lastro de brita (VLB)	(m ³)	$VLB = EB \times B \times L$
Custo do volume do lastro de brita (CLB)	(R\$)	$E = vu \times VLB$
Volume do bota-fora (VBF)	(m ³)	$VBF = VTB + VLB$
Custo do volume do bota-fora	(R\$)	$E = vu \times VBF$
Volume de reaterro (VRV)	(m ³)	$VRV = Ve - (VTB + VLB)$
Custo do volume de reaterro (CRV)	(R\$)	$CRV = vu \times VRV$
Custo da tubulação (Ctub)	(R\$)	$Ctub = vu \times L$

rm = recobrimento mínimo (m); Sg = declividade da galeria (m/m); L = extensão da galeria (m); EB = espessura da camada de brita (m); De = diâmetro externo da tubulação (m); B = largura da vala (m); L = extensão da galeria (m); vu = valor unitário por metro cúbico (R\$); VTB = volume do tubo de concreto (m³)

DISCUSSÃO DO PROGRAMA

O programa quando iniciado é visualizado conforme a Figura 2. O usuário deve entrar com a designação dos pontos de montante e jusante, tempo de concentração inicial, área de contribuição, extensão do trecho, cotas de montante e jusante, diâmetro e coeficiente de runoff. O coeficiente de Manning, recobrimento e camada de brita podem ser alterados, além de apresentar a possibilidade de manter o runoff constante para todos os trechos, evitando a entrada do mesmo em cada trecho adicionado.

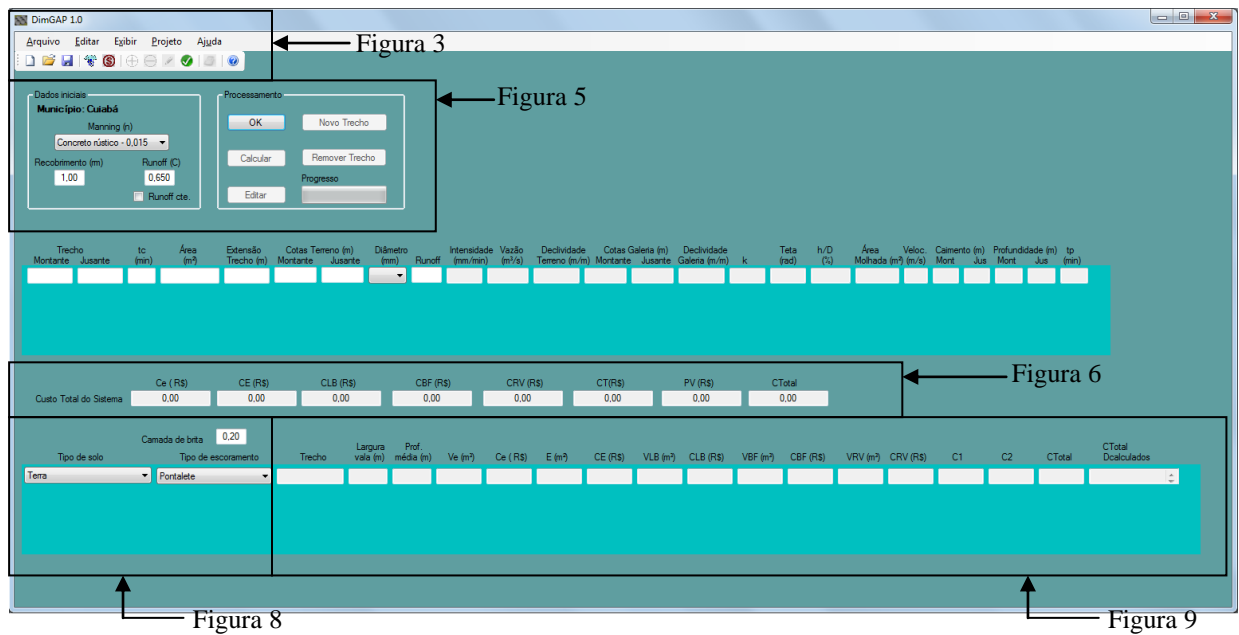


Figura 2 – Tela Inicial

Na Figura 3, apresenta-se a barra de ferramentas disponibilizando ao usuário salvar o dimensionamento em arquivo texto ou exportar para planilha eletrônica, abrir arquivos salvo, editar trechos, exibir ou não a opção relacionada aos custos bem como adicionar, remover trechos além de escolher a i-d-f ou mesmo arbitrar os coeficientes de equações i-d-f na forma exponencial recíproca, Figura 4

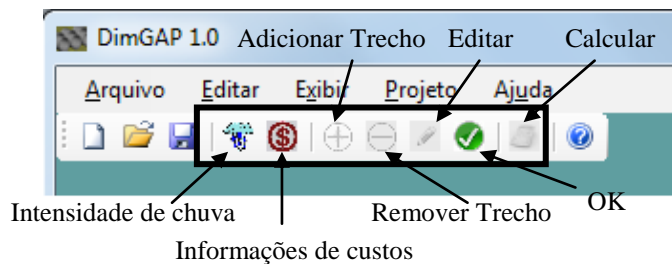


Figura 3 – Barra de ferramentas

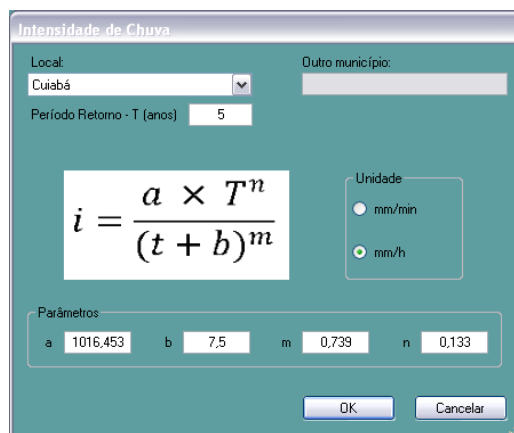


Figura 4 – Intensidade de chuva

Na Figura 5, tem-se os dados de entrada para o processamento do aplicativos como coeficiente de Manning, recobrimento mínimo e coeficiente de runoff que poderá ser constante ou não. Também existem os botões para edição, novo trecho e remoção e cálculo.

Figura 5 – Dados iniciais e processamento do aplicativo

A Figura 6 ilustra os custos calculados para a rede de drenagem, enquanto a Figura 9 ilustra os custos para o trecho dimensionado, ambos após a entrada dos mesmos no botão disposto na barra de ferramentas e ilustrado na Figura 7. Estes valores podem ser obtidos de agências ou secretarias municipais de infra estrutura.

Custo Total do Sistema	Ce (R\$)	CE (R\$)	CLB (R\$)	CBF (R\$)	CRV (R\$)	CT(R\$)	PV (R\$)	CTotal
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Escavação	Escoramento	Lastro brita	Bota-fora	Reaterro	Tubulação	Poço visita	Total

Figura 6 – Custo total do sistema

Serviço	Preço
Escavação:	
Terra (m²)	5,02
Cascalho (m²)	5,02
Rocha decomp. ou matacão (m²)	5,02
Solo mole (m²)	5,02
Mat. 3ª cat. em valas (GAP) (m²)	109,14
Escoramento:	
Pontalete (m²)	36,35
Contínuo e Descontínuo (m²)	36,35
Especial (m²)	36,35
Metálico-Madeira (m²)	19,01

Figura 7 – Informações de custos

O tipo de solo e escoramento se baseiam na NBR 12266/92 (ABNT, 1992) já citada anteriormente, compreendendo terra, rocha, cascalho, rocha em decomposição ou matacão, solo

mole e material de 3ª categoria como tipo de solo e pontalete, contínuo e descontínuo, especial e metálico-madeira como tipos de escoramento.

Figura 8 – Entrada dos dados de custos

Trecho	Largura vala (m)	Prof. média (m)	Ve (m³)	Ce (R\$)	E (m³)	CE (R\$)	VLB (m³)	CLB (R\$)	VBF (m³)	CBF (R\$)	VRV (m³)	CRV (R\$)	C1	C2	CTotal	CTotal Dcalculados

Labels and arrows in the image:

- Volume escavação (points to Ve)
- Custo escavação (points to Ce)
- Escoramento (points to E)
- Custo escoramento (points to CE)
- Volume lastro brita (points to VLB)
- Custo lastro brita (points to CLB)
- Volume bota-fora (points to VBF)
- Custo bota-fora (points to CBF)
- Volume reaterro (points to VRV)
- Custo reaterro (points to CRV)
- Somatório custos (points to C1 and C2)
- Custo tubulação (points to C1 and C2)
- Custo Total (points to CTotal)
- Histórico diâmetros calculado (points to CTotal Dcalculados)

Figura 9 – Custos do trecho dimensionado

Após a entrada dos dados para o trecho e ao clicar no botão OK, o aplicativo realizará uma rotina para verificar se não há erros nos dados de entrada, como por exemplo, o mesmo nome para os pontos de montante e jusante de um trecho. Não havendo erros, o botão Calcular será ativado. Ao clicar no botão Calcular, será realizada a rotina de cálculo descrito anteriormente, gerando os dados de saída, conforme a Figura 10.

Labels and arrows in the image:

- Figura 11 (points to 'Dados iniciais' section)
- Figura 12 (points to the main data table)
- Figura 13 (points to the summary statistics table)
- Figura 14 (points to the bottom table with cost breakdowns)

Figura 10 – Saída dos dados

Trecho	Trecho		tc (min)	Área (m²)	Extensão Trecho (m)	Cotas Terreno (m)		Diâmetro (mm)	Runoff
	Montante	Jusante				Montante	Jusante		
1		3	5,00	10.000,00	50,00	693,00	691,00	400	0,650
2		3	5,00	7.500,00	50,00	692,00	691,00	400	0,650
3		4	5,36	3.500,00	50,00	691,00	690,00	500	0,650

Figura 11 – Trechos adicionados

Intensidade (mm/min)	Vazão (m³/s)	Declividade Terreno (m/m)	Cotas Galeria (m) Montante	Cotas Galeria (m) Jusante	Declividade Galeria (m/m)	k	Teta (rad)	h/D (%)	Área Molhada (m²)	Veloc. (m/s)	Caimento (m) Mont	Caimento (m) Jus	Profundidade (m) Mont	Profundidade (m) Jus	tp (min)
3,25	0,35208	0,0400	691,60	689,60	0,0400	0,3040	4,4201	80	0,1076	3,27	---	---	1,40	1,51	0,25
3,25	0,26406	0,0200	690,60	689,59	0,0202	0,3211	4,6935	85	0,1139	2,32	---	0,01	1,40	1,51	0,36
3,18	0,73672	0,0200	689,49	687,10	0,0478	0,3211	4,6935	85	0,1779	4,14	---	1,40	1,51	2,90	0,20

Figura 12 – Trechos dimensionados

Custo Total do Sistema	Ce (R\$)	CE (R\$)	CLB (R\$)	CBF (R\$)	CRV (R\$)	CT(R\$)	PV (R\$)	CTotal
	2.003,73	28.607,45	3.493,80	80,28	8.119,54	6.924,50	14.366,16	63.595,46

Figura 13 – Resultado do custo total do sistema

Trecho	Largura vala (m)	Prof. média (m)	Ve (m³)	Ce (R\$)	E (m³)	CE (R\$)	VLB (m³)	CLB (R\$)	VBF (m³)	CBF (R\$)	VRV (m³)	CRV (R\$)	C1	C2	CTotal	CTotal Dcalculados
1-3	0,90	2,68	120,60	605,41	268,00	9.741,80	9,00	1.048,14	18,05	23,28	102,55	2.471,46	13.890,09	2.400,00	16.290,09	400 - 16.290,09
2-3	0,90	2,19	98,55	494,72	219,00	7.960,65	9,00	1.048,14	18,05	23,28	80,50	1.940,05	11.466,84	2.400,00	13.866,84	400 - 13.866,84
3-4	1,20	3,00	180,00	903,60	300,00	10.905,00	12,00	1.397,52	26,14	33,72	153,86	3.708,03	16.947,87	2.124,50	19.072,37	500 - 19.072,37

Figura 14 – Resultado dos custos dos trechos dimensionados

Como dados de saída têm-se a intensidade, vazão, declividade do terreno, cotas da galeria de montante e jusante, declividade da galeria, o parâmetro "k", o ângulo central da superfície livre "θ", relação altura lâmina d'água-diâmetro (h/D), área molhada, velocidade, caimento de montante e jusante, profundidade dos poços de visita de montante e jusante e o tempo de percurso (Figura 12). Na parte inferior do programa são gerados os resultados da estimativa dos custos envolvidos no trecho dimensionado (Figura 14).

Caso a relação h/D e a velocidade não respeitem os limites de 10% a 85% e de 0,75m/s a 5,0m/s, respectivamente, o programa buscará a correção como mostrado anteriormente na rotina computacional (Figura 1). Não sendo possível a correção, o trecho não será dimensionado e exibirá uma mensagem alertando para a alteração do diâmetro. O mesmo ocorrerá se a profundidade do poço de visita ultrapassar 6m, tomado aqui como valor máximo.

Um resultado interessante é gerado na coluna 'CTotal Dcalculados', a qual salva o custo de todas as alterações feitas no trecho, como por exemplo, ao trocar o diâmetro, o custo do trecho com os dois diâmetros são mostrados nessa coluna, permitindo ao usuário a comparação dos custos e a decisão para troca ou não do diâmetro.

Após o dimensionamento, o usuário tem a possibilidade de salvar os resultados obtidos em formato ‘.txt’ através do item Salvar, conforme mostra as Figura 15 ou exportar para o Excel clicando em Exportar para Excel, ambos contidos no menu Arquivo. Ao possuir um arquivo ‘.txt’, o usuário poderá abri-lo a qualquer momento clicando no item Abrir no menu Arquivo.

```

Exemplo.txt - Bloco de notas
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda
-----
|  D  I  M  G  A  P  |
-----
DADOS INICIAIS
Município: Cuiabá
Manning = Concreto rústico - 0,015
Recobrimento (m) = 1,00
Camada de brita (m) = 0,20
Período de retorno (anos) = 5
-----
DIMENSIONAMENTO
Trecho  t.c  Área  Trecho  CotasTerreno(m)  D.  I.  Vazão  Decliv.  CotasGaleria(m)
Montante Jusante  min  m²  m  Montante Jusante  mm  Runoff  mm/min  m³/s  T. (m/m)  Montante Jusante
1  3  5,00  10.000,00  50,00  693,00  691,00  400  0,650  3,25  0,35208  0,0400  691,60  689,60
2  3  5,00  7.500,00  50,00  692,00  691,00  400  0,650  3,25  0,26406  0,0200  690,60  689,59
3  4  5,36  3.500,00  50,00  691,00  690,00  500  0,650  3,18  0,73672  0,0200  689,49  687,10
-----
CUSTOS
Tipo de solo  Tipo de escoramento  Trecho  Largura  Prof.
vala(m) média(m)  ve (m²)  Ce (R$)  E (m²)
Terra  Pontalete  1-3  0,90  2,68  120,60  605,41  268,00
Terra  Pontalete  2-3  0,90  2,19  98,55  494,72  219,00
Terra  Pontalete  3-4  1,20  3,00  180,00  903,60  300,00
-----
CUSTO TOTAL DO SISTEMA
Custo total de escavação (R$) ----- 2.003,73
Custo total de escoramento (R$) ----- 28.607,45
Custo total de lastro de brita (R$) ----- 3.493,80
Custo total de bota-fora (R$) ----- 80,28
Custo total de reaterro (R$) ----- 8.119,54
Custo total da tubulação (R$) ----- 6.924,50
Custo total da instalação de PV (R$) ----- 14.366,16
Custo total do sistema de drenagem (R$) ----- 63.595,46
-----
INTENSIDADE DE CHUVA
Equação de chuva
unidade = mm/h
a = 1016,453

```

Figura 15 – Arquivo parcial salvo em ‘.txt’

CONCLUSÃO

A necessidade do desenvolvimento deste aplicativo se deu após a sistematização empreendida quando da verificação do dimensionamento das galerias de águas pluviais de uma área de estudo. Como a utilização do equacionamento em planilha eletrônica também demandava tempo extra para fixação dos limites para trechos onde as variáveis não respeitavam os limites estabelecidos, o aplicativo desenvolvido otimizou a análise tanto das variáveis hidráulicas quanto da análise de custos. Pôde-se, então, testar para um mesmo trecho, a alteração de diâmetro com os cálculos da velocidade e relação altura-diâmetro e comparar os custos envolvidos na instalação do trecho de maneira rápida e eficiente. Neste estudo, buscou-se avaliar condições usuais de cálculo não considerando condições de remanso. Destaca-se a aplicabilidade de tal ferramenta no ensino de graduação pela visualização de possibilidades no cálculo bem como da utilização em projetos. Como sugestão tem-se a implementação de outros dispositivos da microdrenagem como dimensionamento de sarjetas e bocas-de-lobo que possam integrar tal aplicativo computacional.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. NBR 12266 (1992). *Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana*. Rio de Janeiro.

ABTC (2003). *Avaliação Comparativa de Desempenho entre Tubos Rígidos e Flexíveis para Utilização em Obras de Drenagem de Águas Pluviais*. Versão 1. Disponível em: <<http://www.abtc.com.br>>. Acesso em: 6 set. 2006.

CIRILO, J. M. (Org) (2003). *Hidráulica Aplicada*. 2. ed. ABRH Porto Alegre – RS.

AZEVEDO NETTO, J. M; VILLELA, S. M. (1969). *Manual de hidráulica*. 5. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher.

_____. ARAÚJO, R. (coord.) (1998). *Manual de hidráulica*. 8. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher.

DAEE/CETESB (1980). *Drenagem urbana – manual de projeto*. 2. ed. São Paulo: DAEE/CETESB, 486 p.

HALVORSON, M. (2009). *Visual Studio 2008 - Passo a Passo*. Porto Alegre – RS, 560 p.

MENEZES FILHO, F.C.M. (2007). “*Sistematização para projetos de galerias de águas pluviais*”. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente, Universidade Federal de Goiás.

METHODS, H; DURRANS, S. R. “*Stormwater conveyance modeling and design*”. First Edition. Waterbury, USA: Haestad Press, 2003.

PORTO, R. M. (1999). *Hidráulica básica*. 2 ed.: EESC-USP São Carlos – SP, pp.13.

SAATÇI, A. (1990). “*Velocity and depth of flow calculations in partially filled pipes*”. ASCE Journal of Environmental Engineering, vol. 116, n. 6, pp.1202-1208.

Tucci, C. E. M. (org.) (2004). *Hidrologia ciência e aplicação*. 3 ed. ABRH, ed. UFRGS, Porto Alegre – RS, 943 p.

WILKEN, P. S. (1978). *Engenharia de drenagem superficial*. São Paulo: CETESB, 477 p.