

# DIAGNÓSTICO DA REDE DE DRENAGEM URBANA EM UMA ÁREA PERTENCENTE À BACIA DO CÓRREGO DO BARBADO, CUIABÁ-MT, UTILIZANDO O APLICATIVO COMPUTACIONAL (DIMGAP 1.0)

*Leandro Alves Camargo<sup>1</sup>; Ricardo Augusto Moraes Zaque<sup>2</sup>; Felipe Lúcio Duda Matos<sup>3</sup>; Frederico Carlos Martins de Menezes Filho<sup>4</sup>*

**Resumo** – Este trabalho teve como objetivo caracterizar, dimensionar e avaliar a rede de drenagem de águas pluviais (RDAP) em uma área pertencente à bacia do Córrego do Barbado, Cuiabá-MT. A área de estudo compreende três bairros com alta densidade populacional: Jardim Tropical, Jardim Kennedy e São Benedito representando uma área de aproximadamente 30 ha. Inicialmente, obtiveram-se os dados junto aos arquivos da SEMINFE - Secretaria Municipal de InfraEstrutura de Cuiabá. Posteriormente, fez-se o levantamento in loco para confrontar o que fora projetado e executado bem como diagnosticar após esta etapa, por meio do aplicativo computacional, DimGAP 1.0, áreas carentes de infra-estrutura e os custos estimados para tal implantação. Identificaram-se após o dimensionamento trechos com diâmetros aquém dos necessários e custos elevados para as adaptações da rede, demonstrando a aplicabilidade de medidas não convencionais para a área de estudo afim de mitigar os problemas recorrentes nos períodos chuvosos. Foram apresentadas as redes de drenagem existente e o novo dimensionamento identificando os pontos críticos da rede existente bem como o elevado investimento necessário às adaptações.

**Abstract** – This study aimed to characterize, measure and evaluate the minor drainage system in an area belonging to the basin of the Barbado Stream, Cuiabá-MT. The study area comprises three districts with 30 ha and high population density: Jardim Tropical, Jardim Kennedy and São Benedito. The data was be obtained in files of SEMINFE – Secretaria Municipal de Infraestrutura de Cuiabá. Later, on-site survey was realized to confront what had been designed and executed as well as diagnosing after this stage, by software DimGAP1.0 areas lacking of infrastructure and the estimated costs of such deployment. Pipe diameters below required values and high costs to adaptation in storm sewer were identified. Should be apply best management practices to study area in order to mitigate problems such as floods in rainy seasons. It presents the existing minor drainage system and the new design identifying the critical points and the high cost to required adaptations.

**Palavras-Chave** – drenagem urbana, microdrenagem, software DimGAP.

---

<sup>1</sup> 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: [leandrocarnargo10@hotmail.com](mailto:leandrocarnargo10@hotmail.com)

<sup>2</sup> 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](mailto:ricardo_zaque@hotmail.com)

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 - Bairro Boa Esperança. Cuiabá - MT - 78060-900E-mail: [fldmatos@hotmail.com](mailto:fldmatos@hotmail.com)

<sup>4</sup> 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](mailto:menezesfilho.frederico@gmail.com).

## INTRODUÇÃO

Cuiabá, hoje um dos principais pólos de desenvolvimento da região Centro Oeste, fundada em 8 de abril de 1719, nasceu da expansão das bandeiras na busca por índios, e se deparou com a descoberta do ouro de aluvião, e das ricas jazidas do Sutil em 1722. A notícia do novo achado trouxe à região um número significativo de pessoas à procura de riquezas, e um crescimento desordenado do município (IPDU,2009).

Cuiabá passou por diversas crises que fizeram com que se alternassem fases de fluxo e defluxo populacional, por consequência a expansão descontínua do espaço urbano, mantendo certa estabilidade no crescimento populacional (IPDU,2009).

Desenvolveu-se fortemente só a partir das décadas de 60 e 70, a partir da política estadual de colonização voltou a ser implementada com a ‘Marcha para o Oeste’, política nacional de ocupação imposta no governo de Getúlio Vargas (IPDU,2009).

No contexto da infra-estrutura, a partir de 1978, no município de Cuiabá, foram implantados vários projetos, tendo por objetivo a racionalização do solo urbano, a melhoria e criação de serviços de infraestrutura e a redução de distorções causadas pela especulação imobiliária.

Segundo Bernardino (2004), um fato importante para o desenvolvimento urbano da cidade foi o atendimento da determinação do plano diretor de desenvolvimento urbano (PDDU) através da elaboração da lei de uso e ocupação do solo urbano- lei complementar nº 044/97, destacando-se a lei de hierarquização viária – lei nº 3870/99, que fortaleceu a política do “crescer para dentro”, isto é, a ocupação dos vários vazios urbanos, cujo objetivo foi evitar que a cidade se espalhasse ainda mais, elevando os custos operacionais.

Romancini (2005) afirma que foi devido ao crescimento populacional que o espaço urbano de Cuiabá foi ampliado. Entre 1970 a 2000, a área urbana passou de 1,2 mil hectares para 25,1 mil hectares e o número de bairros aumentou de 18 para 115. Assim a (re) produção do espaço urbano acarretou o surgimento de novas territorialidades, com novas áreas residenciais, comerciais e industriais. Como consequências podem-se citar o aumento de bairros periféricos, a especulação imobiliária, a falta de saneamento básico, a degradação das áreas de proteção ambiental e dos mananciais urbanos, os problemas referentes ao trânsito dentre outros.

Segundo o CENSO DEMOGRÁFICO 2010 (IBGE,2011), Cuiabá possui uma população urbana de 98 %, superior ao valor nacional de 84 %, demonstrando as implicações da pressão urbana sobre os serviços de infra-estrutura incluindo a drenagem urbana.

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho foram realizadas as seguintes etapas: obtenção dos mapas e projeto de drenagem da Bacia do Córrego do Barbado junto a SEMINFE; realização do cadastro da rede de drenagem; levantamento in loco da área de e dimensionamento do sistema de drenagem através do aplicativo computacional DIMGAP 1.0.

### Área de estudo

A área de estudo encontra-se inserida na Bacia do Córrego do Barbado, compreendendo 3 bairros: Jardim Tropical, Jardim Kennedy e São Benedito. Esta área foi escolhida por apresentar alta densidade populacional ser uma das maiores áreas contribuintes ao córrego, como visualiza-se na Figura 1.



Figura 1 - Área de estudo

## Obtenção dos dados

Foram obtidos junto à SEMINFE, o mapa da área de estudo e o traçado da rede de drenagem disponível em versão digital no formato .dwg, o qual contém dados de arruamentos e curvas de nível. Obteve-se o Termo de Referência para Elaboração de Projeto de Drenagem das Águas Pluviais contendo os critérios mínimos para dimensionamento.

Para o cálculo dos custos, utilizou como referência orçamentária o Boletim de Preços de Obras Civis, disponibilizado pela SINFRA (Secretaria de Estado de Infraestrutura do Estado de Mato Grosso) de julho de 2010. Sabendo-se que os custos das tubulações seguem os padrões com diâmetros variando de 400 mm a 1.500 mm, estimou-se o custo para a tubulação de 2000 mm por meio de um ajuste polinomial entre custos e diâmetros.

## Dimensionamento das galerias de águas pluviais

Utilizou-se o aplicativo computacional DimGAP 1.0 desenvolvido a partir da rotina de cálculo proposta por Menezes Filho (2007). Esta rotina tem como objetivo reduzir o tempo gasto no dimensionamento de galerias de águas pluviais ao utilizar equações ao invés de tabelas e nomogramas. Integra equações de chuvas, bem como possibilita a análise de custos trecho a trecho e o custo total do sistema, contemplando serviços de escavação, tipos de escoramento, bota-fora e reaterro (Figura 2).

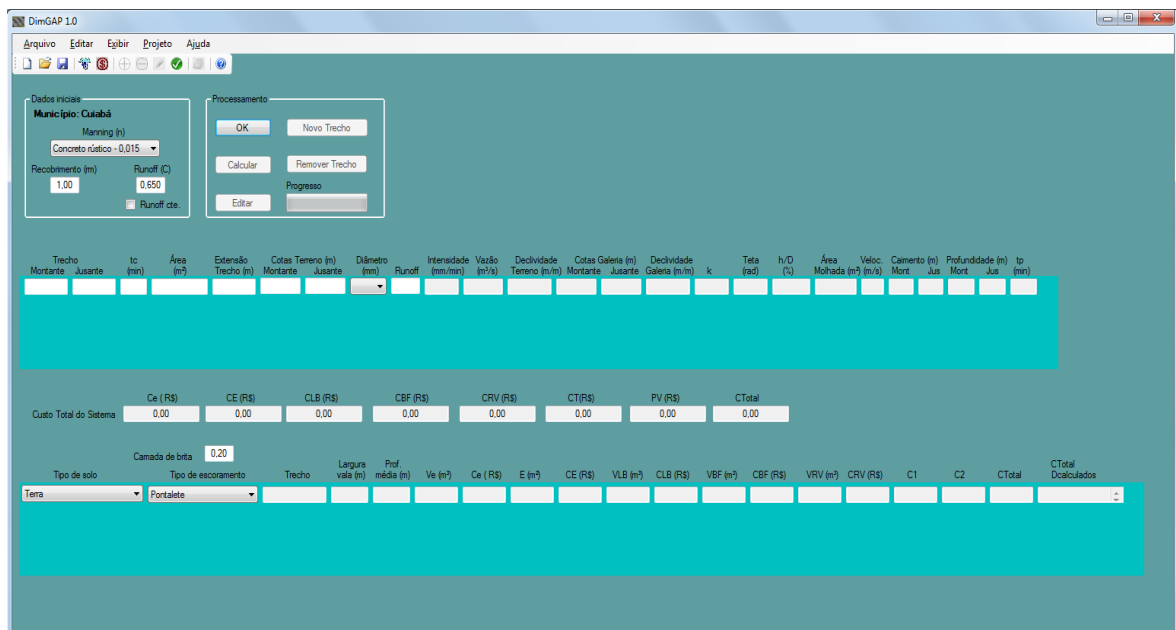


Figura 2 – Página inicial DimGAP 1.0.

O Aplicativo é utilizado após o lançamento das galerias de águas pluviais e delimitação das áreas de contribuição requerendo ao usuário dados de entrada como tempo de concentração inicial,

área de contribuição, extensão do trecho, valores de cotas de montante e jusante do terreno, diâmetro e coeficiente de runoff.

### **Critérios adotados**

Os cálculos foram efetuados a partir do aplicativo computacional, utilizando como recobrimento mínimo 1 metro de profundidade, período de retorno de 5 anos, coeficiente de runoff de 0,65 e tempo de concentração inicial de 5 minutos. O dimensionamento é realizado em regime permanente e a consideração da tubulação como condutos livres, utilizando os limites para a velocidade de 0,75 m/s a 5,0 m/s e para a relação altura lâmina d'água-diâmetro de 10 % a 85 %.

O Termo de Referência para Elaboração de Projeto de Drenagem da Águas Pluviais apresentam listados os coeficientes de runoff, seguindo os manuais existentes sobre o assunto, baseando-se no Método Racional para estimativa da vazão e diâmetro mínimo de 400 mm. Adota-se como recobrimento mínimo os valores de 0,6 a 0,80 m, tempo de retorno de 10 anos e relação da altura lâmina d'água-diâmetro nas galerias com limite máximo de 90%.

### **Cálculo dos custos**

O DimGAP 1.0 estimou os custos envolvidos na instalação da rede de drenagem, porém, apenas para os tubos de 400 a 1000 mm, devido ao fato da NBR 12266/92 (ABNT,1992) – “Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana” não apresentar valores de largura de vala para tubulações superiores a 1000 mm. Para os diâmetros com os custos não calculados, realizou-se uma estimativa em relação ao custo total da obra a partir da porcentagem de cada item envolvido.

No aplicativo computacional considerou-se que todos os trechos seriam escavados em terra e que seria utilizado pontalete como escoramento. O custo unitário informado ao DimGAP de cada um desses serviços foi de R\$ 5,02/m<sup>3</sup> e R\$ 36,35/m<sup>2</sup>, respectivamente baseando-se nos dados da SINFRA (2010). O custo do lastro de brita, reaterro, bota-fora e instalação do PV adotados foram de R\$ 116,46/m<sup>3</sup>, R\$ 24,10/m<sup>3</sup>, R\$ 1,29/m<sup>3</sup> e R\$ 3.591,54/un., respectivamente. Em relação às tubulações o custo por metro de tubo é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Custo das tubulações

Diâmetro (mm)	Custo (R\$/m)
400	48,00
500	42,49
600	110,00
800	150,00
1000	210,00
1200	230,00
1500	580,00
2000	2008,55

O custo total do sistema foi obtido a partir do somatório da estimativa do DimGAP 1.0 com a estimativa dos diâmetros não calculados por este aplicativo computacional. Esta última foi determinada pela porcentagem do custo da tubulação e dos demais custos como escavação e escoramento em relação ao custo total do sistema subtraindo-se o custo da instalação dos poços de visita.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 3 e 4 apresentam as Redes de Drenagem de Águas Pluviais e os diâmetros existentes e calculados como ilustrados a seguir.

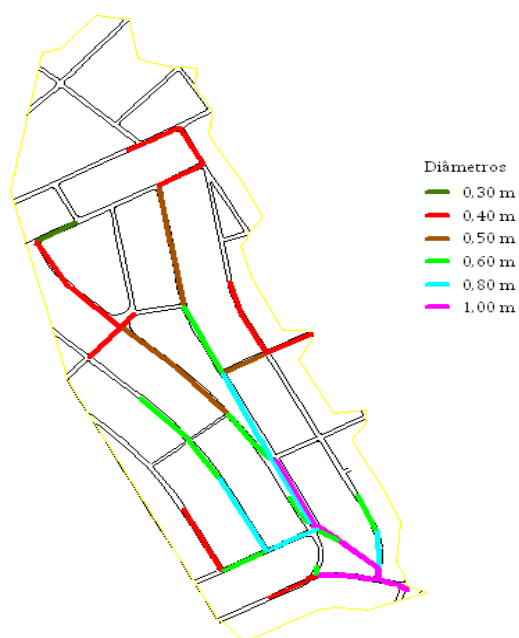


Figura 3 – Rede de drenagem existente e seus respectivos diâmetros

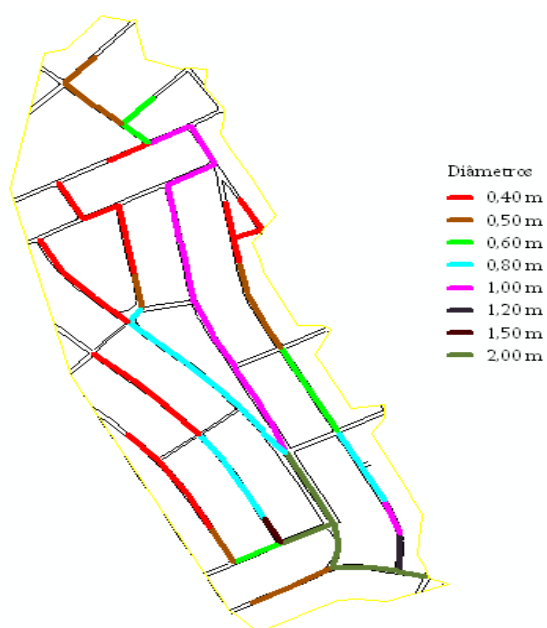


Figura 4 – Rede de drenagem dimensionada e seus respectivos diâmetros

Nas Tabelas 2 e 3, têm-se as extensões das redes de drenagem existente e calculada com os diâmetros correspondentes.

Tabela 2 – Rede de drenagem existente

Diâmetro (mm)	Extensão (m)
300	24,07
400	1033,87
500	514,49
600	461,17
800	575,49
1000	545,6
<b>Total</b>	<b>3154,69</b>

Tabela 3 – Rede de drenagem dimensionada

Diâmetro (mm)	Extensão (m)
400	1057,9
500	552,68
600	330,35
800	607,26
1000	730,94
1200	60,1
1500	46,17
2000	397,15
<b>Total</b>	<b>3782,55</b>

Conforme é observado, a rede calculada ficou mais extensa, isto ocorreu pela necessidade da adição de trechos que não existem na rede de drenagem existente. Observou-se que algumas ruas da rede de drenagem existente utilizavam trechos duplos de tubulação, fato que ocorreu na confluência das tubulações com alta vazão, localizado na proximidade do lançamento para o Córrego do Barbado. Observou-se também que na área existente, uma galeria de águas pluviais segue pelo interior do loteamento não seguindo o arruamento normal para posterior lançamento na rede coletora, fora dos padrões dispostos em manuais de drenagem urbana.

A área dimensionada apresenta uma área de contribuição total de 29,78 hectares. Para trechos onde não observou-se os limites para a velocidade e relação altura-diâmetro, automaticamente, foram corrigidos pelo aplicativo e a tomada de decisão foi a opção pelo menor custo entre a mudança de diâmetro ou a simples troca de diâmetro.

Verificou-se junto a SEMINFE ausência de cadastro da rede existente e dados somente de sua ampliação datada de 2008. Segundo o projeto, os trechos de montante não possuem cotas do terreno e de fundo, e os jusante apresentam cotas, mas não condizem com a realidade.

Avaliando a rede de drenagem existente, observa-se que praticamente todos os inícios de rede já necessitavam de alteração para diâmetros superiores, verificando-se que apenas próximo das confluências das vazões foram utilizados diâmetros próximos aos dos valores calculados.

### **Cálculo dos custos**

O custo da tubulação e o custo dos demais serviços em relação ao custo total (subtraído do custo de instalação do PV) foram de 26,09 % e 73,91 %, respectivamente. Demonstra-se, assim, o grande peso sobre os custos dos serviços relacionados à escavação e escoramento. Adotou-se, aqui, o escoramento tipo pontalete, fato que muitas vezes é negligenciado na execução das valas para assentamento dos sistemas de drenagem, reduzindo os custos e diminuindo a segurança das obras.

O DimGAP 1.0 estimou a obra em R\$ 1.612.718,20 para as tubulações de 400 mm a 1000 mm e a estimativa para as tubulações de 1200, 1500 e 2000mm, foi de R\$ 3.212.902,58, produzindo um custo total estimado de R\$ 4.825.620,78.

### **CONCLUSÃO**

No desenvolvimento deste trabalho encontraram-se dificuldades para obter informações, pela dispersão das mesmas nos órgãos municipais, constatando a ausência de cadastro de drenagem, bem como a ausência de roteiro para o seu dimensionamento, como na maioria dos municípios brasileiros.



A partir dos cálculos realizados pelo aplicativo computacional, verificou-se que os diâmetros existentes são inferiores aos calculados, indicando a necessidade de adaptações à área de estudo. Deve-se ressaltar que por não haver roteiro de cálculo do que fora executado não compara-se aqui as metodologias, e sim, as diferenças entre os diâmetros existentes segundo os critérios aqui adotados. Com a estimativa do custo obtida pelo DimGAP, observou-se que há necessidade de um alto investimento, ressaltando a importância da aplicação de outras medidas não convencionais como as técnicas compensatórias na redução do escoamento superficial e outros benefícios como a infiltração das águas pluviais e ainda o tratamento destas águas.

Destaca-se também a importância da existência do cadastro da rede existente bem como do sistema para subsidiar futuras intervenções sejam elas de ampliações do sistema ou implementação de técnicas compensatórias.

## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho foi desenvolvido como parte do projeto “A drenagem urbana no município de Cuiabá”, desenvolvido na Universidade Federal de Mato Grosso com financiamento da FAPEMAT – Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de Mato Grosso. O primeiro autor agradece ao CNPq pela bolsa de iniciação científica (PIBIC) referente a este projeto desenvolvido. Ficam registrados também o apoio a SEMINFE que disponibilizou os dados para realização deste trabalho.

## **BIBLIOGRAFIA**

BERNARDINO, A. C. M. A. (2004). “*O Processo de Urbanização de Cuiabá: A Expansão Urbana de 1970 a 2000*”. In: II Encontro de Geografia de Mato Grosso/ I Seminário da Pós-Graduação em Geografia, 2004, Cuiabá-MT. Anais. Mato Grosso: Departamento de Geografia/ICHS/UFMT, 2004

CAMPANA, N; TUCCI, C. E. M; (1994). “*Estimativa de área impermeável de macrobacias urbanas, RBE*”. Caderno de Recursos Hídricos. V. 12, n. 2 p. 19-94

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SIDRA. *Sistema IBGE de Recuperação Automática*. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 18 fev.2011

IPDU (2009) – Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. “*Perfil Socioeconômico de Cuiabá. Vol. 4*”. Cuiabá – MT.

MENEZES FILHO, F.C.M. (2007). “*Diagnóstico da microdrenagem em área pertencente à bacia do córrego botafogo na cidade de Goiânia-GO*”

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.

ROMANCINI, S. R. (2005). “*Cuiabá: Paisagens e Espaços da Memória. Cuiabá: Cathedral*”. Publicações, 2005. (Coleção Tibanaré, v. 6).