



The study of the rainwater drainage system at Getúlio Vargas Avenue in the historical center of the city of Manaus-AM

Paulo Gabriel Queiroz da Mata¹, Alexandra Amaro de Lima²

^{1,2} Centro Universitário FAMETRO – Av. Constantino Nery 3000 – Chapada, Manaus – AM, CEP: 69050-001.

Email: gabriellmatta44@gmail.com, xanduca@gmail.com

ABSTRACT

Received: October 16th, 2018

Accepted: November 20th, 2018

Published: December 31th, 2018

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Urban areas are constantly growing. The increase of paved spaces and reduction of soil permeability in big cities have a direct effect on the hydrological cycle of the region. Under these circumstances, an efficient rainwater drainage system is highly critical. This article presents a maintenance action routine to improve the rainwater drainage system in Getúlio Vargas Avenue, Central Zone of Manaus - AM - Brazil. The Amazon state capital which has high geographic and population growth rates presents a large impermeable area, due to irregular occupations and urban planning failures, causing the rainwater drainage system malfunction. This creates a old rainwater drainage system, which results in flooding, mainly in the town central areas, caused by recurrent intense rainfall in the region. A maintenance routine is presented to mitigate or solve the inefficiency of rainwater drainage. For this, cumulative and literary studies about the knowledge of water, as well as legal and social data related to the region, were used. An on-site visit was carried out to analyze the water route and measure the entry points of the rainwater harvesting system. From observing the presented aspects, it has been suggested the adequate addition and dimensioning of sewer grates, along with the constant cleaning and clearing of these grates in a specific period, in order to obtain a better rainwater drainage system for the place.

Keywords: Drainage system; Rainwater; Surface runoff.

Estudo do sistema de drenagem de águas pluviais na Avenida Getúlio Vargas no centro histórico da cidade de Manaus/AM

RESUMO

Áreas urbanas estão em constante crescimento. O aumento de espaços pavimentados e a redução de áreas permeáveis nas grandes cidades afetam diretamente no ciclo hidrológico da região. Nessas circunstâncias é necessário a eficiência do sistema de drenagem de água das chuvas. Neste artigo se apresenta atos de manutenção para a melhoria do sistema de drenagem de águas pluviais na Avenida Getúlio Vargas, Zona Central da cidade de Manaus. A capital amazonense com grande crescimento geográfico e populacional apresenta ampla área impermeável, devido ocupações irregulares e falhas de planejamento urbano, causando grande escoamento superficial de águas das chuvas. Isto gera um sistema de drenagem de águas pluviais defasado, que tem como consequência inundações, principalmente nas áreas centrais da capital, ocasionadas por precipitações intensas recorrente na região. É apresentada uma forma de manutenção para mitigar ou solucionar a ineficiência da drenagem de água das chuvas. Para isso, utilizou-se estudos documentais e literários para conhecimento de dados hídricos, legais e sociais ligados a região. Foi realizado visita “*in situ*” para análise da via e medição dos pontos de entrada do sistema de captação de água das chuvas. Pela observação dos aspectos apresentados, sugere-se o acréscimo e dimensionamento adequado de pontos de boca de lobo, juntamente com a limpeza constante e desobstrução desses pontos de entrada em período específico, para obtenção de um melhor sistema de drenagem de águas pluviais para o local.

Palavras-chaves: Sistema de drenagem; Águas pluviais; Escoamento Superficial.

I INTRODUÇÃO

A urbanização sem planejamento tem sido ao longo dos anos um dos fatores que influenciam diretamente na ineficiência do sistema de drenagem de águas pluviais. Espaços que não possuem componentes adequados para dar destino a água das chuvas padecem com frequentes inundações, provocando problemas ambientais, sociais e econômicos.

Em [1] os resultados mostraram que as inundações urbanas são causadas fundamentalmente pelo excesso de escoamento superficial, provocado pelo alto fator de impermeabilidade que impede a infiltração dessas águas no solo, assim, quando o volume de escoamento ultrapassa a competência do escoamento de projeto, ocorrem as inundações [2].

A cidade de Manaus que está em constante crescimento geográfico e populacional se inclui nessa realidade. A capital amazonense que segundo [3] têm aproximadamente 2 milhões de habitantes, sofre constantemente com registros de inundações, principalmente na zona central da cidade, local alvo desse estudo, precisamente na Avenida Getúlio Vargas. A região é composta por edificações históricas, áreas comerciais e de grande fluxo de pessoas, caracteriza-se como um espaço sem planejamento urbano, altamente impermeável, e com um sistema de drenagem defasado.

Segundo o Plano Diretor de Drenagem da cidade de Manaus ([4]) a infraestrutura da região central da capital foi planejada e construída pelos ingleses no século XX, alterando assim os aspectos naturais dos igarapés, construindo em seus lugares grandes galerias subterrâneas, tendo como exemplo as construções das cidades europeias da época. Atualmente tais construções se mostram ineficientes, por conta de mudanças na superestrutura do local, como pavimentação e calçamento, modificando assim de forma não planejada a parte de microdrenagem do sistema de captação de águas pluviais, obstruindo os pontos de entrada.

Tal problemática motivou a busca por um método de manutenção, com o objetivo de solucionar ou minimizar a ineficiência do sistema de drenagem de águas pluviais, através de exames documentais como o Plano Diretor Urbano e Ambiental e o Plano Diretor de Drenagem Urbana de Cidade de Manaus, para reconhecimento de regulamentações e normas que dizem respeito ao tratamento das águas das chuvas em seus aspectos legais e sociais, chamadas assim de ações não estruturais. Segundo [5], os atos não estruturais procuram disciplinar a ocupação do solo. Apesar de causar uma falsa insegurança, tais medidas são eficazes, de custos mais baixos e de longo período de duração.

O reconhecimento da área através de visita “*in situ*” também foi de grande importância, para a análise dos pontos críticos sujeitos a manutenção sugerida através dessa monografia. Com base em equações, objetivando dimensionar adequadamente as bocas coletoras (bocas de lobo), tornando-as eficientes para o período projetado.

II MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desse artigo consistiu da realização de cálculos estatísticos, dados documentais e visita “*in loco*” para coleta de dados da eficiência do sistema de drenagem de águas pluviais na Avenida Getúlio Vargas, localizada no Centro da cidade de Manaus. Os métodos aplicados para a avaliação foram os seguintes:

- Estudo das informações e dados disponibilizados pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana de Manaus sobre a

intensidade das chuvas máximas (mm/h) para diferentes tempos de retorno e duração, calculada para a capital amazonense;

- Aferição da vazão do escoamento superficial das águas das chuvas no local onde se aplica a metodologia aplicada pelo Método Racional [6];

- Verificação técnica das informações sobre a microdrenagem urbana para passagem das águas pluviais para as galerias; O dimensionamento das bocas coletoras pelo método da Capacidade de Engolimento [7].

II.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo envolve um trecho da Avenida Getúlio Vargas, localizada no Centro de Manaus, Zona Sul da capital amazonense. O campo de análise se delimita à 200 metros de extensão, entre a Rua Lauro Cavalcante e a Rua 24 de Maio sentido centro/bairro (Figura 1).



Figura 1: Recorte de imagem de satélite do Avenida Getúlio Vargas.

Fonte: Google Earth, (2018).

O ambiente observado caracteriza-se como uma região de alta impermeabilidade, com edificações comerciais de até três pavimentos, havendo ainda vegetação no centro da via e área de calçada com grande fluxo de pedestres, quantidade considerável de vendedores ambulantes e pontos de transporte coletivo.

II.2 OBSERVAÇÃO DOS DADOS DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA

Para o estudo das precipitações máximas, período de retorno e duração, foi utilizada a pesquisa mostrada no Relatório Parcial 2 do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Manaus, com aplicação de registros pluviométricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e cálculos feitos pela Concremat, para um período de 1997 a 2010. Com base nos resultados mostrados nessa pesquisa, verificou-se os valores máximos e mínimos da série precipitação, sua duração e frequência durante os anos de 1997 a 2010, originando uma tabela que define o índice

denominado de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) da chuva (Tabela 1), que é expressa pela equação genérica 1:

$$i = \frac{a \cdot T_r^b}{(t+c)^a} \quad (1)$$

Onde, i = intensidade (mm/h); T_r = tempo de retorno (anos); t = duração da chuva (min); a , b , c e d = parâmetros de adaptações apontados para cada região.

Os parâmetros de ajuste da equação de IDF para cada região brasileira foi definido após estudos de [7], resultando:

$$i = \frac{1280,038 \cdot T_r^{0,18177}}{(t+11)^{0,7703}} \quad (2)$$

Assim, foram consideradas as seguintes durações de precipitação: 10, 20, 30, 40 e 50 min, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24 horas. O tempo de retorno (T_r) é fixado para cada tipo de construção, macrodrenagem ou microdrenagem para o caso de drenagem urbana, traçado em: 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos.

A partir dos dados registrados, definiu-se o tempo de retorno da chuva de projeto, com base na tabela 2, que indica o período útil da obra com relação a diferentes áreas de ocupação. O local de estudo se trata de uma área comercial e artéria de tráfego, por isso, determinou-se um período entre 5 à 10 anos de tempo de uso para a construção na etapa de microdrenagem. Tendo como relevante o fator econômico, utilizou-se o tempo de 5 anos para retorno do fenômeno de projeto com duração de 20 minutos, obtendo assim o valor de 121,77 mm/h de intensidade de precipitação.

Para [7], ao decidir que uma determinada obra será projetada para suportar uma vazão com tempo de retorno (T_r), é possível definir também o grau de proteção do local e o risco que a comunidade correrá mesmo após a construção da obra, uma vez que poderá ocorrer fenômenos hidrológicos que ultrapassem os calculados no projeto. Tais definições devem levar em consideração os fatores econômicos e sociais, ou seja, quanto maior o período de retorno mais caro se torna a construção, e a porcentagem de risco aceitável pela comunidade. O período de retorno é fixado para cada tipo de construção, como mostra a Tabela 2.

Tabela 1: Intensidade das chuvas máximas (mm/h), para diferentes tempos de retorno e duração, calculadas pela equação IDF para Manaus/AM.

Duração	Tempo de Retorno (anos)							
	2	5	10	15	20	25	50	100
24hs	5,3	6,3	7,1	7,7	8,1	8,4	9,6	10,9
12hs	9,0	10,7	12,1	13,0	13,7	14,3	16,2	18,4
6hs	15,2	18,0	20,4	21,9	23,2	24,1	27,4	31,0
5hs	17,5	20,6	23,2	25,2	26,5	27,6	31,3	35,5
4hs	20,6	24,3	27,6	29,7	31,3	32,6	36,9	41,9
3hs	25,4	30,0	34,0	36,6	38,6	40,2	45,6	51,7
2hs	33,9	40,1	45,5	48,9	51,6	53,8	60,9	69,2
1hs	54,5	64,3	72,9	78,5	82,8	86,2	97,7	110,9
50min	61,2	72,3	82,0	88,3	93,01	96,9	109,9	124,6
40min	70,3	82,9	94,1	101,3	106,8	111,2	126,1	143,1
30min	83,1	98,2	111,4	119,9	126,3	131,5	149,2	169,2
20min	103,1	121,7	138,1	148,7	156,7	163,2	185,1	209,9
10min	139,2	164,4	186,4	200,7	211,2	220,2	249,8	283,3

Fonte: Plano de Drenagem Urbana de Manaus, (2014).

Tabela 2: Período de retorno para diferentes ocupações de área.

Tipo de Obra	Tipo de Ocupação da Área	T (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Áreas com edifícios de serviço ao público	5
	Aeroportos	2 – 5
	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5 – 10
Macrodrenagem	Áreas comerciais e residenciais	50 – 100
	Áreas de importância específica	500

Fonte: Hidrologia: Ciência e Aplicação, (2013).

II.3 VAZÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Para aferição do volume do escoamento superficial, foi utilizado o Método Racional. Ao longo do tempo foram desenvolvidos inúmeros métodos para cálculo de escoamento, mas o Método Racional foi o primeiro e mais duradouro, o qual é usado para calcular a vazão de pico (Q_p) produzida após precipitação em uma determinada bacia hidrográfica [6].

A fórmula oficial do Método Racional (equação 3) é:

$$Q_p = A i \quad (3)$$

Onde, Q_p = Vazão máxima (m^3/s); A = Área de drenagem (km^2); i = Intensidade da precipitação (m/s).

O método proposto por [7], baseia-se em uma bacia de drenagem completamente impermeável, onde toda a precipitação se transforma em escoamento superficial. Posteriormente atribuído ao método proposto, o Coeficiente de Deflúvio (c), foi usado com o intuito de considerar uma possível infiltração no solo e evapotranspiração. Logo, a equação passou a ser (4):

$$Q_p = 0,278 A c i \quad (4)$$

Onde c é o coeficiente adimensional e seus valores variam de 0,0 a 1,0, de acordo com a tipologia da superfície (Tabela 3). Os valores estipulados para Coeficiente de Deflúvio são típicos para chuvas de fraca intensidade e com período de retorno de até 25 anos. Ultrapassando esse período, são usadas outras formas de definição.

Tabela 3: Valores típicos do coeficiente de deflúvio para uso com o Método Racional.

Coeficiente de Deflúvio		
Tipo de Superfície	Intervalo de Valores	Valor Usual de Projeto
Impermeável (pavimento, telhado)	0,75 – 0,95	0,95
Gramado	0,05 – 0,35	0,30
Cobertura Natural (florestas, arbustos)	0,10 – 0,30	0,20

Fonte: Introdução a Hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais, (2016).

A vazão máxima é então calculada usando a equação 3, (como mostra a Tabela 1), onde emprega-se uma duração de 20 minutos de precipitação e intensidade da chuva para o tempo de retorno de 5 anos, será:

$$i = 121,77 \text{ mm/h}$$

Por se tratar de um local impermeável, o Coeficiente de Deflúvio observado na tabela 3 se aplica em:

$$c = 0,95$$

A área de estudo se por:

$$A = 1 \text{ km}^2$$

Logo, a vazão máxima de escoamento superficial se obtém pela equação 4:

$$\begin{aligned} Q_p &= 0,278ci \\ &= 0,278 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 121,77 \\ Q_p &= 32,16 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

A valor obtido para vazão máxima de escoamento superficial levou em consideração o tamanho total das bacias hidrográficas da área urbana, integrantes da bacia do rio Negro, totalizando 412,2 km² [4].

Estimou-se o valor médio da vazão de escoamento para a área de estudo desse artigo que é de 1 km², possua uma vazão de escoamento superficial de 0,078m³/s.

II.4 DIMENSÕES PARA BOCA DE LOBO

Para o dimensionamento das bocas de lobo, utilizou-se a equação da Capacidade de Engolimento. O método indicado por TUCCI [7], considera que a água acumulada sobre a boca de lobo gera uma lâmina d'água menor que a altura da guia, a capacidade de engolimento dessa boca de lobo pode ser por:

$$Q = 1,7Ly^{3/2} \quad (5)$$

Onde: Q= vazão de engolimento (m³/s); y = altura de água próximo à abertura na guia (m); L= comprimento da soleira (m).

No caso das bocas de lobo com grelhas [7] é avaliado como um desaguador de soleira livre, com profundidade de lâmina d'água até 12cm (y). Para os pontos de entradas adjacentes as guias, este lado se abandona para efeito de cálculo. Se tratando de uma boca coletora com grelha, é substituído L por P, onde P é o perímetro de abertura em m. Então a equação passar a ser :

$$Q = 1,7Py^{3/2} \quad (6)$$

Onde: $Q = 1,7Py^{3/2}$; $P = Q/1,7 \cdot y^{3/2}$; $P = 0,078/1,7 \cdot 0,12^{3/2}$ e finalmente, $P = 1,11\text{m}$.

Logo, terá necessidade de uma boca de lobo com grelha, de perímetro 1,11m, desconsiderando os lados próximos às guias, com lamina d'água de até 12cm e com distância longitudinal linear de até 75m, para outro ponto de engolimento de águas pluviais conforme adotado por [6].

II.5 VERIFICAÇÃO TÉCNICA DA MICRODRENAGEM URBANA

Nesta etapa foi necessário a visita "in loco" da área de estudo, onde se observou o sistema de entrada de águas no sistema de coleta, a localização dos pontos, a distância entre cada boca de lobo. Em [6], o autor caracteriza essa componente do

sistema de drenagem como estruturas geralmente quadradas ou retangulares de concreto pré-moldado, que se denomina boca de lobo, com proteção de uma grelha de ferro fundido ou concreto no nível do solo. Ainda, [6] mostra que o espaçamento de cada ponto de entrada esteja próximo o bastante para que não ocorra excesso de vazão em nenhum dos elementos, essa distância não pode exceder o espaço de 75 metros lineares, buscando a prevenção de inundações no local.

Assim, para uma verificação do local foram usados alguns itens como: trena metálica de 5m de alcance, para medição da distância entre cada boca de lobo e também da aferição das cotas das grelhas de proteção, onde analisou-se o comprimento, largura e espaçamento, e ainda, para o registrar os detalhes durante a visita ao local, foi usado uma câmera digital.

Ao longo da Avenida Getúlio Vargas no sentido centro/bairro, foram identificadas 4 bocas de entrada de águas pluviais, todas com existência de grelhas e sem pressão.

A boca de lobo I verificada, se localiza no ponto entre a Avenida Getúlio Vargas e a Rua Lauro Cavalcante, mais precisamente em frente a sorveteria Glacial. As imagens identificam uma entrada com formato retangular e com posicionamento inferior ao nível da via, por conta da pavimentação asfáltica, apresentando 33 cm de comprimento e 30 cm de largura, totalizando assim um perímetro de 93 cm, desconsiderando a face adjacente a guia, apresentado na Figura 2.

A boca de lobo II encontra-se a uma distância linear de 125 m à entrada anterior, na esquina entre a Avenida Getúlio Vargas e a Rua Huascar de Figueiredo, Figura 3. As dimensões da boca de lobo II levou em consideração os espaços eficientes, com comprimento de 84cm e largura de 60 cm, totalizando um perímetro de 204 cm, estando assim dentro do valor de cálculo aceitável, sugerido nesse estudo.



Figura 2: a) e b) Boca de Lobo I, frente a Sorveteria Glacial
Fonte: Autores, (2018).



Figura 3: Boca de lobo II, esquina Avenida Getúlio Vargas/Rua Huascar Figueiredo.
Fonte: Autores, (2018).



Figura 3: b) Boca de lobo II, esquina Avenida Getúlio Vargas/Rua Huascar Figueiredo.
Fonte: Autores, (2018).

A boca de lobo III verificada se localiza no lado oposto da via Huascar de Figueiredo cruzamento com a Avenida Getúlio Vargas, Figura 4 (a e b). A distância entre os pontos de entrada é aproximadamente 7m. O ponto de microdrenagem urbana está abaixo do nível da via estudada, por conta da pavimentação asfáltica, porém, seu perímetro é significativo, com 150cm de comprimento e 110cm de largura, o ponto de captação da precipitação tem um perímetro de 410cm, com espaçamento entre grelhas bem expressivo, obtendo grande eficiência na entrada de águas pluviais.



Figura 4: a) e b) Boca de lobo III, esquina Avenida Getúlio Vargas/Rua Huascar Figueiredo.
Fonte: Autores, (2018).

A boca de lobo IV, é fixado no ponto limite desse estudo, na esquina da Avenida Getúlio Vargas com a Rua 24 de Maio, com distância linear de aproximadamente 65m do ponto examinado anteriormente. A boca de entrada se apresenta no nível abaixo da via como os demais pontos verificados. Seu perímetro de engolimento de águas calculado é de 200cm, composto por 80cm de comprimento e 60cm de largura (Figura 5).



Figura 5: a) e b) Boca de lobo IV, esquina Avenida Getúlio Vargas/Rua 24 de Maio.
Fonte: Autores, (2018).

III RESULTADOS

III.1 INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA (IDF)

Conforme a aplicação dos tempos de retorno da Tabela 1, tendo como fatores consideráveis uma precipitação de rápida duração e conseqüentemente de alta intensidade, propõe-se o tempo de chuva de 20min e um tempo de retorno (T_r) de 5 anos, e com base na tipologia da obra (Tabela 2), chegando assim ao valor da intensidade de precipitação de 121,77 mm/h.

III.2 VAZÃO MÁXIMA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL PELO MÉTODO RACIONAL

Com a definição de intensidade-duração-frequência, pode-se fixar o valor máximo de vazão de águas das chuvas no local de estudo. A área de pesquisa foi limitada à 1km². Se tratando de uma via de tráfego e com alta impermeabilidade, o Coeficiente de Deflúvio (Tabela 3) foi determinado no valor adimensional de 0,95. Através do Método Racional, se definiu a vazão máxima em 32,16m³/s.

III.3 DIMENSÕES PARA BOCA DE LOBO

Logo após calculou-se as dimensões adequadas para atender com eficiência a vazão de projeto. Usando o método de engolimento indicado por [7], aplicando a vazão máxima na área de estudo e a altura da lâmina d'água, se propôs um perímetro mínimo para atender ao escoamento superficial das águas pluviais, que foi 1,11m.

III.4 VERIFICAÇÃO “*IN LOCO*” DAS BOCAS DE ENTRADA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Na extensão da área de análise da Avenida Getúlio Vargas sentido centro/bairro, foram identificadas 4 bocas de entrada de águas pluviais, todas com existência de grelhas de proteção. É importante enfatizar o grande volume de folhagem e lixo depositado nas bocas de entrada do sistema de drenagem.

Notou-se que o espaço linear entre a boca de lobo I e II, é de aproximadamente de 125m, levando em conta a distância máxima sugerida por [6] que é de 75m, se faz necessário a instalação de um novo ponto de entrada entre as duas bocas de bolo já existentes, com o perímetro de mínimo de 111cm.

Na boca de lobo III, o ponto de microdrenagem urbana está abaixo do nível da via estudada por conta no pavimento asfáltico, porém, seu perímetro é significativo. Entretanto, a espaço que tal boca de lobo assume no ambiente da via que se apresenta como local destinado a travessia, dificultando a passagem de pedestres, podendo ocorrer algum tipo de acidente. Sugere-se diminuir os espaços entre grelhas para assim ocorrer o trânsito de pedestres sem haver riscos acidentais.

IV DISCUSSÃO

VI.1 INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA (IDF)

Tais resultados indicam um valor total de precipitação, com probabilidade de retorno como as mesmas características no tempo definido. Enfatiza-se que o valor IDF encontrado é apontado para a bacia inteira, se estendendo em sua área total.

VI.2 VAZÃO MÁXIMA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL PELO MÉTODO RACIONAL

A valor obtido para vazão máxima de escoamento superficial levou em consideração o tamanho total das bacias hidrográficas da área urbana, no total de 412,2 km² ([4]).

Estimou-se que o valor médio da vazão de escoamento para a área de estudo desse artigo que é de 1 km², possua uma vazão de escoamento superficial de 0,078m³/s.

Assim, os resultados demonstram que na área de estudo, levando em consideração o valor IDF de precipitação, a vazão máxima é de 78l/s em uma área de 1 km².

VI.3 DIMENSÕES PARA BOCA DE LOBO

O perímetro sugerido através do método de engolimento, leva em consideração apenas três lados dos pontos de boca de lobo, por conta de que a boca de coleta se encontra fixa ao lado da guia de calçada, fazendo com que a parte adjacente à guia seja descartada para efeito de cálculo.

Logo, terá necessidade de uma boca de lobo com grelha, de perímetro 1,11m, desconsiderando os lados próximos as guias, com lamina d'água de até 12cm e com distância longitudinal

linear até 75m, para outro ponto de engolimento de águas pluviais conforme adotado por [6].

VI.4 VERIFICAÇÃO “*IN LOCO*” DAS BOCAS DE ENTRADA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Considerando os resultados obtidos pelo Cálculo de Dimensionamento sugerido por [6], a boca de lobo I apresentaria entrada grelhada com perímetro inferior ao mínimo de (111cm) necessário para uso eficiente sugerido em projeto, cabendo assim, um aumento de suas dimensões de 6cm para cada lado da entrada (Figura 6).



Figura 6: Boca de lobo I.
Fonte: Autores, (2018).

A boca de entrada II apresentou uma abertura maior, porém, com alguns espaços entre grelhas interrompidos por sedimentação arenosa, presença de pavimentação asfáltica e acúmulo de resíduos. O lixo orgânico e industrializado também é encontrado na área de entrada da boca de lobo, dificultando ainda mais a passagem de água das chuvas (Figura 7).



Figura 7. Boca de lobo II.
Fonte: Autores, (2018).

Na boca de lobo III, também é existente a presença de folhagem e entulhos, por cima da grelha de proteção como também, dentro da boca de lobo, podendo causar assim assoreamento da tubulação no caso de precipitação de grande intensidade (Figura 8).



Figura 8: Boca de lobo III.
Fonte: Autores, (2018).

O ponto de boca de lobo IV, em sua entrada, apresenta como nos demais pontos estudados, grande acúmulo de folhagem e lixo depositado na grelha, ocasionando obstrução de engolimento de águas (Figura 9). Podendo se propor nesta boca de coleta de águas pluviais, um aumento no espaço entre grelhas para obter uma maior eficiência na vazão do escoamento superficial.



Figura 9: Boca de lobo IV.
Fonte: Autores, (2018).

V CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou a verificação e o estudo do sistema de drenagem de águas pluviais da região Sul da cidade de Manaus, onde se localiza o centro comercial e histórico da capital amazonense. Além disso, permitiu o conhecimento dos dados e fatos relacionados ao processo de construção e desenvolvimento da infraestrutura do município, levando em conta o aspecto ambiental, econômico e social.

Feito o estudo sobre o funcionamento do sistema de captação de água da chuva em um trecho da Avenida Getúlio Vargas, considerada uma das vias principais e antigas do

município, foi constatado que a principal causa da ineficiência do sistema de drenagem é a inadequação dos pontos de microdrenagens, juntamente com o acúmulo de lixo nas entradas das bocas de captação do escoamento superficial.

Através dos cálculos sugeridos para a obra em questão, e visita “*in situ*” para a visualização dos pontos de entrada de águas pluviais, se confirmou a necessidade de ações de manutenção como:

- Medidas estruturais, como mais pontos de boca de lobo e desobstrução das grelhas de proteção dos pontos de coleta de água das chuvas, com intervalo máximo de 5 anos, como sugerido nesse estudo.
- Medidas não estruturais, como limpeza das entradas grelhadas das bocas de lobo e a conscientização da comunidade relacionado ao destino do lixo, para diminuição do acúmulo dos mesmos nas vias mitigando a possibilidade de inundações ocasionado por entupimento da microdrenagem urbana causado por detritos. Dessa forma, com os ajustes sugeridos pode-se obter um sistema de drenagem de águas pluviais mais eficiente, melhorando a vida da comunidade local e diminuindo gastos públicos com reparos pós inundação. Possibilitando vantagens para as partes envolvidas.

VI. REFERÊNCIAS

- [1] JR Philippi, Arlindo. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 2º Coleção. Barueri, São Paulo, editora Manole, 2005.
- [2] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama populacional de Manaus**. Disponível da internet via: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manaus/panorama>. Consultado em 20 de setembro de 2017.
- [3] Cruz, Marcus A. S., Tucci, Carlos E. M. **Avaliação dos Cenários de Planejamento na Drenagem Urbana**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 13 n.3 Jul/Set 2008, 59-71.
- [4] Município de Manaus, Secretaria Municipal de Infraestrutura, **Plano Diretor Urbano e Ambiental**. Manaus, 2014.
- [5] Município de Manaus, Secretaria Municipal de Infraestrutura, **Plano Diretor de Drenagem Urbana de Manaus**. Manaus, CONCREMAT Engenharia, 2011.
- [6] Gribbin, John E. **Introdução a hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais**. 4º edição tradução Norte-americana. São Paulo, editora Cengage Learning, 2016.
- [7] Tucci, Carlos E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4º edição. Porto Alegre, editora da UFRGS, 2013.