



PROJETO DA REDE DE DRENAGEM URBANA NO BAIRRO JARDIM AMÉRICA NO MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL – TO

DESIGN OF THE URBAN DRAINAGE NETWORK IN THE GARDEN AMÉRICA DISTRICT IN THE MUNICIPALITY OF PORTO NACIONAL - TO

Gabriella Pereira Moura ¹

Diogo Pedreira Lima²

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil– Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos

² Engenheiro Ambiental, Mestre em Engenharia Ambiental, Especialista em Geoprocessamento e georreferenciamento aplicado em planejamento urbano e rural – Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos(Orientador)

RESUMO: O acelerado crescimento da urbanização nas últimas décadas, perceptivelmente nos países em crescimento, como o Brasil, é o fator determinante, causador pela agravação dos contratempos associados às inundações nas cidades, intensificando a frequência e os pontos das cheias. As causas hidrológicas diretamente ocasionadas pela intensa urbanização são a quantidade do escoamento superficial direto e seus critérios de tempo, e a vazão no auge das cheias. A drenagem urbana é um problema que faz parte da realidade das cidades brasileiras, por conseguinte, falta de planejamento urbano e crescimento desordenado de habitações, que ao decorrer do período chuvoso, a população sofre com inundações e enchentes. O objetivo desse trabalho é analisar o processo de drenagem urbana no Setor Jardim América do Município de Porto Nacional – TO. A metodologia consiste em um estudo de viabilidade da implantação do sistema de drenagem pluvial para o setor como, algumas bocas-de-lobo, galerias, caixa de saída, poços de visita e tubulações. Com a finalização da presente pesquisa, foi possível oferecer soluções às problemáticas encontradas no setor Jardim América de Porto Nacional.

Palavras-chave: Urbanização. Drenagem Urbana. Impermeabilização.

ABSTRACT: The accelerated growth of urbanization in the last decades, perceptibly in the growing countries, such as Brazil, is the determining factor causing the aggravation of the setbacks associated with the floods in the cities, intensifying the frequency and the points of the floods. The hydrological causes directly caused by the intense urbanization are the quantity of the direct surface runoff and its criteria of time, and the flow of the height of the floods. Urban drainage is a problem that is part of the reality of Brazilian cities, therefore, lack of urban planning and disorderly growth of housing, that during the rainy season, the population suffers from floods and floods. The objective of this work is to analyze the process of urban drainage in the Jardim América Sector of the municipality of Porto Nacional - TO. The methodology consists of a feasibility study of the implantation of the rainwater drainage system for the sector, such as some lagoons, galleries, outlets, manholes and pipes. With the conclusion of the present research, it was possible to offer solutions to the problems found in the Jardim América sector of Porto Nacional.

Keywords: Urbanization. Urban Drainage. Waterproofing.

1 INTRODUÇÃO

O acelerado crescimento da urbanização nas últimas décadas, perceptivelmente nos países em crescimento, como o Brasil, é o fator determinante causador pela agravação dos contratempos associados às inundações nas cidades, intensificando a frequência e os pontos das cheias. Isso acontece devido à impermeabilização gradativa das bacias hidrográficas e a apropriação inconveniente das regiões ribeirinhas aos fluxos d'água.

As causas hidrológicas diretamente ocasionadas pela intensa urbanização, variando entre a quantidade do escoamento superficial direto e seus critérios de tempo, e a vazão no auge das cheias. Cujas causas, são diretamente acometidas por mudanças no revestimento do solo, alterações hidrodinâmicas nos mecanismos de drenagem e invasões das várzeas.

Os padrões de normalização do uso e ocupação do solo visam prevenir contra fatores de ampliação dos deflúvios, representados pela impermeabilização intensiva da bacia de drenagem e pela ocupação das áreas ribeirinhas inundáveis, fatores que, sobrecarregam a capacidade natural de armazenamento e o escoamento das calhas dos rios (CANHOLI, 2005).

A impermeabilização do solo, ocasiona a diminuição da infiltração e o aumento do escoamento superficial, causado pelos processos de cimentação, asfaltamento, calçamento de ruas e calçadas e outros, como a própria construção das

edificações, formam uma espécie de capa sobre o solo, impedindo que a água fique em contato com este, e assim, possa ser absorvida.

O processo de drenagem faz parte do conjunto de aprimoramentos públicos existentes em uma área urbana. É importante ressaltar que, o funcionamento de uma obra de drenagem estará sempre associado à quantificação e qualificação dos dados e informações básicas disponíveis e, ao conhecimento e experiência dos técnicos encarregados da concepção do projeto. A importância do sistema é que estabeleça se as vantagens ou desvantagens à população tornarão maiores ou menores.

No Brasil, o planejamento dos sistemas de drenagem urbana, até então, está em segundo plano. A dificuldade principal reside na falta de gerenciamento dos aspectos de enchentes inseridos no crescimento urbano (TUCCI, 1994).

A ausência de planejamento comparada à rápida ampliação das áreas urbanas, ao baixo nível de conscientização da população a respeito do problema das cheias urbanas, a utilização precária de parâmetros não-estruturais e a manutenção inadequada ou ausente dos sistemas de controle de cheias, vem amplificar o efeito das cheias urbanas provocando, não apenas prejuízos materiais, como, também, problemas de saúde correspondente à contaminação das águas pluviais, e até mesmo a perda de vidas humanas.

Contudo, é de extrema importância que tenha no sistema de urbanização um planejamento para que, problemas sociais, econômicos e ambientais não propiciem problemas resultantes da ocupação urbana e de ações da natureza (PHILLIPPI JR, 2005).

2 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza uma área de estudo, localizada no Setor Jardim América, do Município de Porto Nacional – TO. Este trabalho faz parte de um projeto mais extenso de estudo sobre sistema de drenagem, visando uma metodologia de impermeabilização do solo e drenagem urbana para cidade de pequeno a médio porte. O Ribeirão São João é afluente da margem direita do rio Tocantins, localizado na região sul de Palmas, dividindo os municípios de Palmas e Porto Nacional. Possui área de drenagem de 304,89km² e uma extensão de 18,46km de bacia hidrográfica.

A metodologia proposta consiste em um estudo de viabilidade da implantação do sistema de drenagem pluvial para o setor, como algumas bocas-de-lobo, caixas de passagem, caixas de saída, poços de visita e tubulações.

Os ensaios de percolação em solos, mais comumente conhecidos, como ensaios de anéis concêntricos, ou simplesmente testes de infiltração, são executados com a finalidade de determinar a capacidade de absorção de água em solos das áreas de interesse para a engenharia, onde se pretende a implantação de determinado empreendimento.

Para isso, foi feito o ensaio de infiltração, que consiste basicamente de dois cilindros concêntricos e um dispositivo de medir volumes da água aduzida ao cilindro interno. Os cilindros apresentam 20cm e 40cm de diâmetro, ambos com 20cm de altura. Devem ser instalados concentricamente e enterrados no solo, o suficiente para que não haja perda de água. Para isso, as bordas inferiores devem ser em bisel afim de facilitar a penetração no solo, como mostra na figura 1.



Figura 1 – Ensaio de infiltração

Fonte: (MOURA, 2018).

A água foi colocada, ao mesmo tempo, nos dois anéis e, com uma régua graduada, fez-se a leitura da lâmina d'água no cilindro interno e anotou-se o volume de água colocado no anel, com intervalos de tempo pré-determinados. A diferença de leitura entre dois intervalos de tempo representa a infiltração vertical neste período. Os cilindros ficaram instalados em média 60 minutos em cada ponto.

A finalidade do anel externo é evitar que, a água do anel interno, infiltrasse lateralmente, mascarando o resultado do teste. A altura da lâmina d'água nos dois anéis foi de 16cm. O teste terminou quando a TI (Taxa de Infiltração) permaneceu constante. Na prática, considera-se que, isto ocorra quando TI variar menos que 10% no período de 1 (uma) hora. Neste momento, considerou-se que o solo atingiu a chamada taxa de infiltração estável. Vale ressaltar que, o nível da água do anel externo deve sempre permanecer acima ou no mesmo nível. A taxa de infiltração é definida com a lâmina de água, que atravessa a superfície do solo, por unidade de tempo, representando, portanto, a taxa de variação da infiltração acumulada ao longo do tempo, como mostra a equação abaixo:

$$Ti = \frac{dI}{dt}, \text{ onde:}$$

Ti = Taxa de infiltração;

I = Lâmina infiltrada (infiltração acumulada);

t = tempo.

- **Declividade**

Para o cálculo da declividade e do tempo de concentração foi utilizada a seguinte equação:

$$TC = 7,68x \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,79}$$

Sendo:

Tc = tempo de concentração;

L= comprimento da bacia (km);

S= declividade do talvegue principal (m/m).

- **Tempo de concentração**

As descargas de projeto, cujo cálculo é requerido para fins de avaliação das condições hidráulicas de trabalho das obras foram determinadas a partir das precipitações que lhes dão origem, definidas estas, em função da duração da chuva.

A duração foi admitida como sendo igual ao tempo de concentração das bacias, estabelecido segundo a equação de Kirpich:

$$D = tc = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

onde:

tc = tempo de concentração, em min;

L = comprimento do talvegue, em Km;

H = desnível médio do talvegue, em m.

O desnível médio (H) foi determinado pela seguinte expressão:

Sendo: $H = \frac{2S}{L}$

S = área do perfil do talvegue entre os pontos de cálculo em m²;

L = comprimento do talvegue entre os pontos de cálculo médio em metro.

Para as obras de drenagem o tempo de concentração mínimo foi fixado em 10 minutos.

- **Coeficiente de Escoamento**

O valor do coeficiente de escoamento superficial “C” foi obtido através do coeficiente volumétrico C2, onde:

$$C = 0,67 \times C2$$

Onde:

C2 = coeficiente volumétrico de escoamento;

O coeficiente “C2” (coeficiente de escoamento volumétrico) depende do grau de urbanização, da cobertura vegetal, do tipo de solo e das declividades naturais do terreno.

- **Determinação das Descargas de Projeto**

Os cálculos das vazões de projeto foram efetuados de acordo com a fórmula do método racional, cuja expressão é:

$$Q = 0,287 \times C \times I \times A$$

Onde:

Q = vazão de projeto, em m³/s;

0,287 = coeficiente de homogeneização de unidades;

C = coeficiente de escoamento;

I = intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = área da bacia de contribuição, em Km².

- **Poços de visita e caixas de passagem**

Os poços de visita e caixas de passagem são dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de drenagem que permitem mudanças de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro, inspeção e limpeza das canalizações.

Os poços de visita e caixas de passagem serão com fundo em concreto FCK=10MPa, parede em alvenaria de 25cm de espessura com tijolos maciços rebocados em seu interior e tampa removível em concreto armado, com nível superior no mesmo nível do greide de pavimentação, como mostra na figura 2.



Figura 2 – Poço de visita

Fonte: (TOTAL PAV ENGENHARIA, 2015).

- **Tubulação**

Os tubos em concreto armado utilizados na obra serão da classe PA-2 PB (NBR 8890/2007). O diâmetro a ser utilizado na rede de drenagem será de DN 400mm com recobrimento mínimo de 0,90m e uma declividade entre 1% e 20%. Variando de acordo com a declividade e afloramentos rochosos. Os tubos serão rejuntados externa e internamente com argamassa aditivada, no traço 1:3, de cimento, areia média e

impermeabilizante. Antes da execução de qualquer junta, deverá ser verificado se a ponta do tubo está perfeitamente centrada em relação à bolsa.

As características geométricas da tubulação de seção circular, são identificadas na figura 3.



Figura 3 – Tubulação de concreto para águas pluviais

Fonte: (D'AGOSTINI, 2015).

- **Caixa de Saída**

As caixas de saída mais comumente conhecidas como bacias de amortecimento, servem justamente para “amortecer” a quantidade de água que é liberada, de modo a não causar alagamentos. Ou seja, são grandes reservatórios construídos, justamente para armazenar temporariamente as águas da chuva, em seguida liberam gradualmente essa água acumulada, sem causar danos para a população.

Serão colocadas mediante a finalização da tubulação, próximo ao Ribeirão São João, para evitar erosões e assoreamento às margens do ribeirão.

3 RESULTADOS

- **Projeto de drenagem pluvial urbana de Porto Nacional – TO**

O Município de Porto Nacional possui grande parte das vias de rodagem pavimentadas e atendidas pela rede de drenagem. De acordo com a Secretaria de

Obras do município, a cidade tem 600.000m² de área pavimentada, o que atende as áreas de maior densidade demográfica, em relação à rede de drenagem pluvial, possui uma extensão de 12km.

De acordo com a prefeitura municipal de Porto Nacional, cerca de 10 quilômetros de macrodrenagem de águas pluviais, estão sendo executadas contemplando os setores, Nova Capital e Tropical Palmas, se estendendo em seguida, pelas ruas e avenidas do Novo Horizonte, Vila Nova, São Vicente, Parque da Liberdade e Jardins dos Ipês I e II.

O dimensionamento do sistema foi feito por meio de cálculos matemáticos hidrológicos e hidráulicos, resultando na quantidade de redes, bocas de lobo e diâmetro das tubulações. Nos cálculos hidráulicos foi empregada as fórmulas de Manning e as fórmulas de Chezy, associadas à equação da continuidade, com o coeficiente dado pela fórmula de Manning.

- a) Declividade mínima da rede coletora = 0,5%;
- b) Diâmetro mínimo da rede coletora = 40cm;
- c) Recobrimento mínimo da rede = 0,90m;
- d) Coeficiente de escoamento superficial = 0,70 (de acordo com as características da ocupação e uso do loteamento);
- e) Velocidade mínima de escoamento = 0,50 m/s (referente ao diâmetro e declividade adotada);
- f) Coeficiente de rugosidade do tubo = 0,013 (Manning).

- **Escoamento superficial**

De acordo com Balduino e Lima (2018), o balanço hídrico climatológico no período de 1997 a 2016, de Porto Nacional, obteve-se a média de 1563,16mm de precipitação nos 20 anos de estudo.

O Bairro Jardim América, que se encontra em uma diferença de cota de 40 metros, tem uma taxa de infiltração média de 98,56mm/h. De acordo com Balduino e Lima (2018), é possível perceber que nos meses (Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Outubro, Novembro e Dezembro) o volume de precipitação é maior que o solo consegue infiltrar, logo ocorrerá o escoamento superficial. O talvegue apresenta declividade igual a 0,021m/m e o tempo de concentração (TC) calculado foi de aproximadamente 354 horas.

No momento da precipitação, ao visitar o setor, em toda sua área foi possível identificar os pontos críticos, que se encontram ilustrado na figura 4.

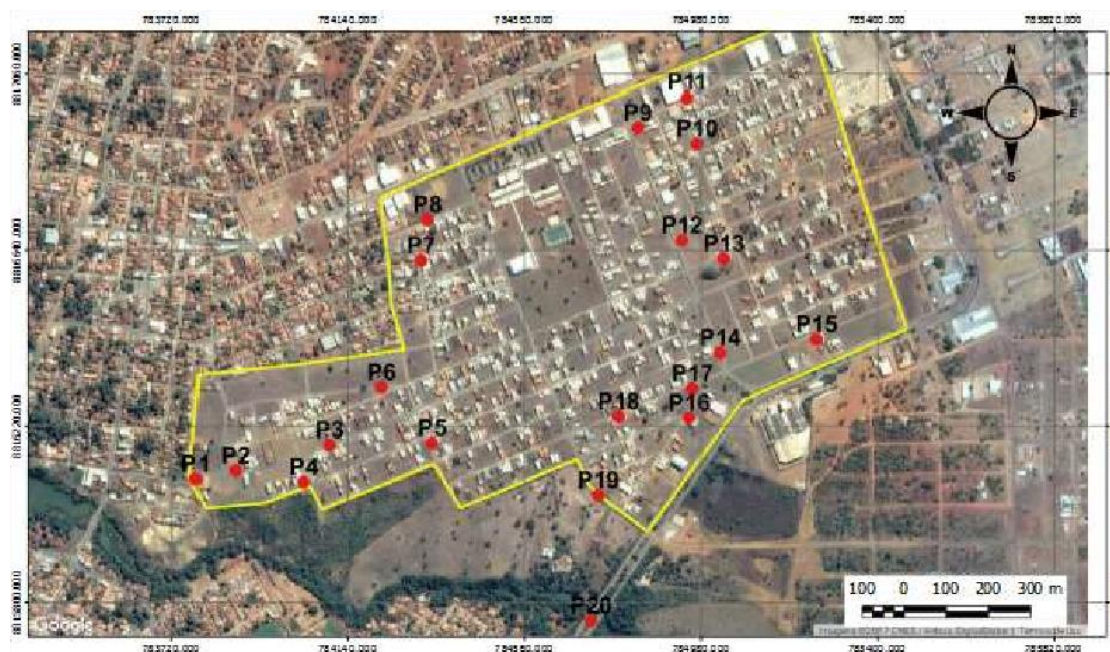


Figura 4 – Representação dos pontos críticos

Fonte: (MOURA, 2018).

Os pontos foram determinados como críticos, após observar no momento da precipitação, os locais onde havia grande acúmulo de água e onde ocorria maior escoamento superficial.

Depois de identificados os pontos críticos, fez-se então o projeto com os pontos de coleta onde foram estabelecidas 48 bocas de lobo, 18 poços de visita, 2 caixas de saída e a tubulação em concreto armado com diâmetro de 400mm.

O projeto, em anexo, está representado com duas principais redes de coleta, para que as tubulações não tenham grandes dimensões, porque, devido à quantidade de pontos de coleta, será transportado um grande volume de água, com uma vazão considerável, descarregando as águas pluviais no Ribeirão São João.

4 DISCUSSÕES

Apesar da grande extensão do Ribeirão São João e a pequena área de contato do setor Jardim América com o mesmo, as águas drenadas desse bairro afetam diretamente, pois o local onde a água escoar desordenadamente para o ribeirão ocorre erosão e danos na encosta do ribeirão, devido ao grande volume de água escoada.

Em comparação com as demais bacias, esta é a que possui maiores áreas em terrenos planos, propícios para atividades de agricultura e irrigação. Devido às suas características geográficas, vários projetos de irrigação e assentamentos foram desenvolvidos na bacia.

Entretanto, alguns autores como Chebbo et al. (2001), Neves (2006) e Pimentel (2009) mostram que, a qualidade da água proveniente do escoamento superficial é bastante ruim, contendo grande quantidade de metais pesados, óleos, graxas, sedimentos e todo tipo de resíduo sólido urbano, sobretudo durante o período inicial da chuva.

5 CONCLUSÃO

Aplicando-se soluções de drenagem que conduzam a infiltração da água pluvial no terreno, é possível minimizar a ocorrência de enxurradas no setor, melhorar a qualidade das águas e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida da população.

Portanto, a partir dos estudos e resultados realizados foi perceptível a necessidade que o setor Jardim América precisa com urgência de um sistema com uma rede de drenagem, pois, o volume de precipitação encontrado no setor, é maior que o volume absorvido pelo solo, confirmado pela taxa de infiltração, dos ensaios realizados. Logo, ocorrerá escoamento superficial, fazendo-se necessário a implantação da rede de drenagem no local.

AGRADECIMENTOS

A elaboração desse trabalho não teria sido possível sem a colaboração, incentivo e empenho de diversas pessoas. Gostaria, de expressar toda a minha gratidão e apreço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta pesquisa se tornasse uma realidade.

Aos docentes pelos conhecimentos transmitidos e, em especial, ao meu orientador Me. Diogo Pedreira Lima, por toda paciência e compreensão, e ao professor e coorientador Me. Ângelo Ricardo Balduino, por todo incentivo e parceria.

REFERÊNCIAS

BALDUINO, Ângelo Ricardo; LIMA, Diogo Pedreira. **Balanço hídrico e classificação climática da cidade de Porto Nacional – TO**. Porto Nacional, 2018.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes / Aluísio Pardo Canholi**. – São Paulo: Oficina de textos, 2005.

CHEBBO, G.; GROMAIRE, M. C.; AHYERRE, M.; GARNAUD, S. **Production and transport of urban wet weather pollution in combined sewer systems: the “Marais” experimental urban catchment in Paris**. Urban Water, v. 3, n. 1-2, p. 3-15, 2001.

NEVES, M. G. F. P. **Quantificação de resíduos sólidos na drenagem urbana**. 194f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

PHILLIPPI JR, ARLINDO. **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole 2005. 842 p. (Coleção Ambiental; II).

PIMENTEL, I. M. C. **Avaliação quali-quantitativa das águas do riacho Reginaldo e seus afluentes**. 140f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

TUCCI, C. E. M., **Estudos Hidrológicos e Hidrodinâmicos no rio Iguaçu na RMC, COMEC/PROSAM**, 2 vols, 1994. [S. l.].

ANEXO