



Sistema de drenagem urbana e as inundações na unidade hidrográfica do Canal do Anhaia – Paranaguá - Brasil

Luiz Everson da Silva^{a*}, Francisco Xavier da Silva de Souza^a, Marcio Rosario do Carmo^a, Helio Edison da Cruz Junior^b, Ellen Joana Nunes Santos Cunha^c, Marcel Cunha^b, Evany Evelyn Lenz Lopes^b, Juliana Quadros^a

^a Universidade Federal do Paraná, Brasil

^b Secretaria de Estado da Educação do Paraná, Brasil

^c Instituto Federal do Paraná, Brasil

* Autor correspondente (luiever@gmail.com)

INFO

Keywords

floods
hydrographic unit
environment

ABSTRACT

The socioenvironmental conditions of flooding in the Anhaia canal hydrographic unit - Paranaguá - Brazil

This article deals with the analysis of the urban drainage system and the flooding of the Anhaia Canal, located in the area of immediate influence of the Port D. Pedro II in the municipality of Paranaguá, Paraná Coast. The study is based on the georeferenced map MI - 2858/2-NE FOLHA SG.22-X-D-V/2-NE of the Ministry of the Army-Department of Engineering and Construction, Directorate of Geographic Services Southern Region of Brazil in Scale 1-25,000 that allows identifying the limits of space. The daily precipitation events (mm³) concentrated or with moderate distribution of the city were surveyed near the Paranaguá Meteorological Station, linked to the 8th Meteorological District of Porto Alegre. The analysis period included the monthly average precipitation between 2010 and 2019. For the identification of floodable or floodable areas it was used the compilation of information from two sources: the company Águas de Paranaguá and the City Hall of Paranaguá and additionally personal observations of the authors systematized during the fieldwork of this project and anecdotal other professional activities in the city of Paranaguá. The study allowed to notice that the tide level and the precipitations, are natural factors, that influence in the flow of waters of the Canal in the Bay of Paranaguá, however, it was perceived that the floodings, are of anthropic origin having in view, the alterations that occurred in the study area, such as, the impermeabilization of the soil, change in the geometry of the Canal, garbage and debris in the margins of the Canal, deficiency in the mouths of wolf and alteration in the local hydrological cycle. It is concluded that the floods that occur in the region can be avoided with preventive maintenance measures, cleaning of the drainage network, cleaning of the access roads, and mitigatory actions with the community through environmental education projects.

RESUMO

Este artigo aborda a análise do sistema de drenagem urbana e as inundações do Canal do Anhaia, localizado na área de influência imediata do Porto D. Pedro II no município de Paranaguá, Litoral do Paraná. O estudo tem por base a carta georreferenciada MI - 2858/2-NE FOLHA SG.22-X-D-V/2-NE do Ministério do Exército-Departamento de Engenharia e Construção, Diretoria de Serviços Geográfico Região Sul do Brasil na Escala 1-25.000 que permite identificar os limites de espaço. Foram levantados, junto à Estação de Meteorologia de Paranaguá, vinculada ao 8º Distrito de Meteorologia de Porto Alegre, os eventos de precipitações diárias (mm³) concentradas ou com distribuição moderada do município. O período de análise compreendeu a média mensal de precipitação entre 2010 e 2019. Para a identificação das áreas inundáveis ou alagáveis foi utilizada a compilação de informações provenientes de duas fontes: a empresa Águas de Paranaguá e a Prefeitura Municipal de Paranaguá e adicionalmente observações pessoais dos autores sistematizadas durante os trabalhos de campo desse projeto e anedóticas em outras atividades profissionais na cidade de Paranaguá. O estudo permitiu perceber que o nível da maré e as precipitações, são fatores naturais, que influenciam no escoamento das águas do Canal na Baía de Paranaguá, entretanto, percebeu-se que os alagamentos, são de origem antrópica tendo em vista, as alterações que ocorreram na área de estudo, tais, com, a impermeabilização do solo, mudança na geometria do Canal, lixos e entulhos nas margens do Canal, deficiência nas bocas de lobo e alteração no ciclo hidrológico local. Conclui-se que as inundações que ocorrem na região podem ser evitadas com medidas preventivas de manutenção, limpeza na rede de drenagem, limpeza nas vias de acesso além de ações mitigatórias com a comunidade através de projetos de educação ambiental.

Palavras-chaves

inundações
unidade hidrográfica
meio ambiente

Received 14 October 2019; Received in revised from 23 May 2020; Accepted 18 June 2020

INTRODUÇÃO

No processo de urbanização, a poluição do ar afeta a transferência de radiação e acrescenta núcleos de condensação no ar, aumentando a precipitação. A densidade e a geometria das edificações criam superfícies rugosas que influencia na circulação do ar e no transporte de calor e vapor d'água. Os materiais de construção e o asfaltamento das ruas aumentam o estoque de calor, a impermeabilização do solo aumentam a possibilidade de enchentes. Esses fatores, associados a outros, contribuem para a formação de um microclima local, denominado clima (Almeida Junior, 2005). Assim, a chuva em áreas urbanas cai principalmente sobre superfícies impermeabilizadas por asfalto e concreto escoando para bueiros e finalmente atingindo os rios. A infiltração é praticamente inexistente e uma das consequências é a alta frequência de inundações e alagamentos após as fortes chuvas (Tucci, 1995).

Ainda segundo o autor, observa-se que eventos extremos de precipitações têm provocado inundações e alagamentos em várias cidades brasileiras. Sendo na última década, no período de verão a notícia mais comum nos telejornais, revista, rádio, TV e redes sociais. Esse fenômeno produz impactos sociais e econômicos, principalmente pela falta total de planejamento e de adoções de soluções adequada pelo poder público. Outro agravante que contribui para as inundações e alagamentos é que o planejamento da infraestrutura urbana para a prevenção dos impactos pluviais “quando existe”, vale-se de parâmetros de dados médios referentes aos fenômenos meteorológicos, e desconsideram as anomalias que fazem parte do clima local, e que esporadicamente ocorrem (Lohmann, 2013, p.136).

Estudos realizados por Magalhães et al. (2009) em Fortaleza; Costa et al. (2014) em São Luiz, concluíram que o aumento das inundações ocorreram em função do processo de urbanização, da crescente impermeabilização do solo, da deficiência de infraestrutura de drenagem urbana, da ocupação nas planícies de inundações, da retificação dos canais, da mudança na geometria dos canais e da disposição inadequada dos rejeitos de resíduos sólidos nas ruas e avenidas.

De acordo com Tucci (2000), as grandes mudanças na drenagem urbana devem-se à concentração de população nas cidades, crescimento das atividades industriais e expansão portuária em áreas litorâneas. Diante disso, a canalização de arroios, córregos, canais, rios urbanos ou uso de galerias para transportar rapidamente as águas pluviais e os resíduos líquidos (esgoto) tornam-se mais intensos, contribuindo para as inundações e alagamentos.

A drenagem urbana na maioria das cidades brasileiras está no nível de micro drenagem, e envolve

um conjunto de dutos pluviais ou canais em nível de loteamento ou de rede primária urbana (Tucci, 2000).

No caso de Paranaguá, que está localizada na planície litorânea, no período de fortes precipitações as inundações são mais frequentes e podem ser agravadas pelos efeitos das marés, que elevam o nível das águas na região próxima à costa, dificultando o escoamento natural. Outro agravante é que o sistema de drenagem foi construído ao nível da baixa mar, maré de sizígia. Fato este que dificulta o escoamento das águas do canal do Anhaia e de outros canais em período de chuvas moderadas ou fortes.

No município de Paranaguá a canalização dos canais e córregos teve início na década de 1950, motivado pelos projetos do governo federal - Departamento Nacional de Obras e Saneamento. Nessa década foram canalizados os rios do Chumbo e Canal Sabiá. (Paranaguá, 2006). Segundo a mesma referência, na década de 1960 a expansão portuária motivou a canalização do canal das Marés e a partir da década de 1970 os canais do Anhaia e parte do Canal Correio Velho.

Em Paranaguá está localizado o Porto D. Pedro II um dos maiores exportadores de grãos da América Latina, nele é escoado a produção agrícola da região Sul, sendo assim, os granéis sólidos é sua carga mais movimentada. Nas vias de acesso ao porto existe a perda de grãos e outros materiais, proveniente dos meios de transportes, que em período de chuva são carreados para a drenagem, provocando a obstrução nos componentes do sistema como, boca de lobos, caneletas, caixa de inspeção entre outros.

Diante disso, nas últimas décadas no município de Paranaguá, têm se intensificado problemas de alagamentos e inundações, e consequentemente os agravos de casos notificados das endemias hidro veiculadas, dentre elas podem citar a dengue, leptospirose, virose, hepatites virais e hantavírus. Além disso, há o comprometimento da segurança de pessoas, prejuízos de ordem financeira na infraestrutura pública e particular. Como exemplo extremo, no dia 11 de março de 2011, ocorreram chuvas intensas com índice pluviométrico acima da média, causando alagamentos e deslizamentos de terra. Como consequências desse desastre, resultaram danos humanos, materiais e ambientais e prejuízos econômicos e sociais. Diante disso, a Câmara Municipal de Paranaguá aprova o Decreto nº 1853 de 16 de março de 2011 declarando Situação de Emergência, que foi prorrogado pelo Decreto 2036 de 16 de junho de 2011. De acordo com a Resolução nº 3 do Conselho Nacional de Defesa Civil - CONDEC, a intensidade deste desastre foi dimensionada como de Nível (III) Grande (ver a escala).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo geral caracterizar o sistema de drenagem do Canal do Anhaia, localizado na área de influência imediata do Porto D. Pedro II no município de Paranaguá, Litoral do Paraná. Visando atender este objetivo, definiram-se os seguintes objetivos específicos: a) Caracterizar todos os elementos do sistema de macro drenagem do canal do Anhaia; b) Identificar a quantidade de resíduos sólidos (restos de cereais) nas vias de acesso ao porto D. Pedro II, área de abrangência do canal; c) verificar a influência das precipitações nas inundações/alagamentos; d) verificar a influência das marés na rede de drenagem urbana; e) identificar os pontos de inundações/alagamentos na Unidade Hidrográfica do Canal do Anhaia.

MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com Flórez, (2005) a rede hidrográfica do município de Paranaguá tem orientação nordeste e é constituída pelos rios Itibere e Emboguaçu que circundam a área urbana. São canais estuarinos que atingem mais de 10 km de distância da linha da costa, tornando as águas salobra e, conseqüentemente, impróprias para o consumo humano. Esses canais são afetados pela salinidade e neles deságuam, vinte e dois (22) pequenos talvegues que formam as micros bacias urbanas e são alimentadas pelas águas da chuva, lençol freático e resíduos líquidos.

Sendo assim, para identificar os limites das as utilizou-se a carta georreferenciada MI - 2858/2-NE FOLHA SG.22-X-D-V/2-NE do Ministério do Exército-Departamento de Engenharia e Construção, Diretoria de Serviços Geográfico Região Sul do Brasil na Escala 1-25.000.

Para os eventos de precipitações diárias (mm³) concentradas ou com distribuição moderada do município de Paranaguá foram levantados junto a Estação de Meteorologia de Paranaguá, vinculada ao 8º Distrito de Meteorologia de Porto Alegre para os três horários de leituras 09h, 15h e 21h. Foi calculada a média mensal de precipitação do município no período de 2010 a 2019. Para os cálculos da média mensal e a elaboração de gráficos de precipitação foi utilizado o software Excel®.

Para a identificação das áreas inundáveis ou alagáveis foi feita com base na compilação de informações provenientes de duas fontes, empresa Águas de Paranaguá e a Prefeitura Municipal de Paranaguá, adicionalmente observações pessoais do autor sistematizadas durante os trabalhos de campo desse projeto e anedóticas em outras atividades profissionais na cidade de Paranaguá.

As observações sistematizadas de campo foram

realizadas no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2019. Para observar os números das inundações e alagamentos que ocorreram por mês nas unidades hidrográficas da área urbana. Fez-se a medição da lamina d'água, verificando a altura da água nas ruas e calçada bem como o tempo de escoamento tendo como base o nível da rua. Com uma trena e tendo como referência o poste de luz (Coppel), fez-se uma régua com escala em cm e com tinta branca as medidas de 0 a 50 cm. As observações iniciaram com o início das precipitações e duraram até o escoamento.

Nas planícies de maré o sistema de drenagem é um sistema de micro drenagem em nível de loteamento, pois são áreas planas que foram aterradas, e a drenagem sofre estrangulamento dos canais a cada ciclo de maré. Para verificar a influência das marés nessas áreas, observou-se o nível do lençol freático, para determinar o nível de saturação do solo. Fez-se perfuração de poços utilizou-se um trado manual de quatro polegadas ("4"), e efetuou-se a perfuração de 4 poços rasos de observação, para a medição da profundidade do lençol freático, adaptado da metodologia de Flórez (2005).

Esses poços foram revestidos com canos de PVC 60 mm, com 01 metro de comprimento em formato de filtro, com vários furos nas laterais, enrolado com cetim (manta porosa, onde material sólido não ultrapassa), para facilitar a drenagem da água e evitar o assoreamento do poço. Como proteção utilizou-se de *cap* (tampas cegas) do mesmo material, fixados aos tubos. O comprimento de cada tubo se diferencia de conformidade com a profundidade do nível do lençol freático em cada poço. As observações ocorreram entre o mês de janeiro de 2008 a dezembro de 2009. Utilizando uma régua de madeira de 2,50 m com uma escala em cm fez-se medições diárias utilizando o manual Nível das Marés Região Sul nas marés de sizígia e quadratura, preamar e baixa-mar, seguindo os horários estabelecidos na carta da tábua de marés do Porto Dom Pedro II, fornecido pelo Departamento de Oceanografia da Capitania dos Portos do Estado do Paraná.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Unidade Hidrográfica do canal do Anhaia deságua na baía de Paranaguá nas proximidades do bairro Vila Becker com direção sudoeste em relação ao porto D. Pedro II. Possui uma área de aproximadamente 1,88 km². Limita-se ao norte com a bacia do Canal das Marés nas ruas Ludovica Borio e Rodovia Airton Sena e ao Sul com o Rio Emboguaçu na Avenida Roque Vernalha. O comprimento do canal é de 2.180 metros e área de abrangência do canal drenando os sistemas de micro drenagem dos bairros: Vila Becker, Jardim Santa

Rosa, Vila Cruzeiro, Vila da Madeira, Vila Portuária, Vila Ruth, Vila 9 de Maio, Serraria do Rocha, parte da Vila Paranaguá e Vila Guarani. Foi canalizado todo o curso d'água, na década de 70 tendo em vista, o crescimento urbano, motivado pelo ciclo da diversificação.

No entorno da unidade hidrográfica, a partir da década de 90 foram construídos armazéns para depósito de fertilizantes, tanques para armazenagem de óleos, ácidos, derivados de petróleo e pátio para depósito de contêineres. O sistema de drenagem do Canal do Anhaia atende uma população de aproximadamente 10.800 habitantes a figura nº. 1 mostra

o Canal do Anhaia na Vila Becker.

Durante a pesquisa observou-se que no trecho do Canal do Anhaia entre a foz e a Rua Tupiniquim, o canal está a céu aberto, a figura nº. 1 mostra que existe várias residências nas margens do canal, e os manguezais ainda estão preservados. O comprimento do canal é de 350 metros até a Baía e largura de 5,3 metros, porém após o cruzamento com a Rua Tamoio a largura do Canal passa para 13 metros, e neste trecho percebe-se que a influência das marés é determinante, e no momento das marés de sizígia o volume de água sobe em torno de 2 metros, tendo como referência as margens laterais (Figura 1).



Figura 1 - Influência das marés no canal do Anhaia (Fonte: Francisco Xavier)

Na rua Arcésio Guimarães, verificou-se a presença de uma Estação Elevatória de Esgoto, e a figura 2 mostra que a água do canal é represada, e neste ponto houve modificação na geometria do canal com a implantação da elevatória, e também ocorre a influência das marés, a distância entre a rua citada à cima e a foz do canal é de 750 metros.

No trecho entre a rua Tupinambá e Avenida Bento Rocha o Canal é canalizado, com um conjunto de 3 manilhas de concreto com diâmetros de 1,5 m, e após a passagem da ponte ocorre um estrangulamento na drenagem passando para um conjunto de 2 manilhas de diâmetro de 1,0 m, e este estrangulamento na drenagem vai até a rua José Cadilhe no Bairro da Serraria do Rocha.

Verificou-se que na rua Adélio Correia Bairro Vila Portuária o Canal encontra-se com 50% da drenagem assoreada, por areia, lixos entulhos que são lançados pelos moradores dentro do canal, dificultando o escoamento e contribuindo para os constantes alagamentos que ocorre na região. A figura nº. 2 mostra o assoreamento no canal, manilhas em concreto diâmetro de 1,5 m. Em conversa informal com os moradores local, os mesmos relataram que a tampa quebrou após a passagem de caminhão, e a região sofre de alagamentos em período chuvoso, pois conforme a foto o canal está no nível da rua, o qual dificulta o escoamento normal das águas (Figura 2).



Figura 2 - Construção da EET (Fonte: Francisco Xavier)

Na área de estudo, entre as Ruas Azir dos Santos Antunes e Rua Barão do Amazonas, o canal possui um conjunto de 2 manilhas de diâmetro de 1,0 m, porém está acima do nível da rua, e existe no local várias saídas para escoamento de água que contribui para a entrada de areia provocando o assoreamento, também se verificou a presença de lixos e entulhos sobre o canal, o que dificulta o escoamento das águas superficiais em períodos chuvoso.

Por outro lado, não foi possível verificar o sistema de micro drenagem em todas as ruas. No entanto, na Rua Francisco Machado, Rua Barão do Amazonas e na Comandante Didio Costa, as manilhas estão assoreadas com areia devido à grande quantidade de lixos e entulhos, sendo necessário fazer uma limpeza no sistema de drenagem para retirar parte da areia sobre as manilhas e com isto vai facilitar o escoamento das águas do canal do Anhaia, reduzindo as constantes inundações que ocorre em todo as margens do canal.

Segundo Guerra, (2001), as obras de canalização dos canais afetam diretamente a drenagem das águas superficiais. Portanto o Canal do Anhaia não é uma exceção. Foi totalmente canalizado, porém, percebe-se que o sistema de drenagem sofre com a mudança na geometria do Canal, onde tem, no início, um conjunto de 3 redes de 1,50 metros, e na distância de 1800 metros ocorre uma redução, passando para um conjunto de 2 manilhas de 1,0 metro. Estas mudanças ocorreram de forma desordenada pela urbanização que ocorreu em Paranaguá na década de 70.

Volumes de precipitações

Segundo Bigarella et al. (1978), de acordo com a classificação de Koppen, o clima de Paranaguá é do tipo Aft, ou seja, subtropical úmido mesotér-

mico, sem estação seca e isento de geadas. No período estudado, verificou-se que o mês mais rico em chuvas é fevereiro, com 335 milímetros; o mês mais pobre em chuva é agosto, com 64,9 milímetros; 12 meses úmidos com precipitação anual de 2167 milímetros. Para compreender melhor a distribuição das precipitações, fez-se uma análise dos volumes de precipitações no período compreendido entre 2010-2019. Os dados foram fornecidos pelo 8º Distrito de Meteorologia – Porto Alegre.

Observou-se ainda, que no município de Paranaguá/PR, a ocorrência do período chuvoso é de curta duração, bem regular e tem início no verão, com chuvas bem distribuídas, com volumes de precipitações média de 921 mm, que representam aproximadamente 40% das precipitações anuais. O quadro 1 mostra que as precipitações são bem distribuídas, e ocorrem em todos os meses do ano. Verificou-se que não ocorreu estiagem prolongada.

Inundações

Segundo Guerra, (2001) a ocupação dos espaços urbanos nas cidades criou sérios problemas ambientais, entre eles as enchentes e inundações que ocupam posição de destaque e suscitam soluções emergenciais. Na área de estudo, os resultados mostram que os constantes inundações que ocorrem nas ruas: Francisco Machado, Barão do Amazonas, Alípio dos Santos e Azir dos Santos Antunes, são causadas pela impermeabilização do solo, grande circulação de veículos. Sistema de esgotamento sanitário é misto e com isto há aumento no fluxo de água na rede de drenagem, e os moradores jogam lixos e entulhos sobre as rua e avenidas, que em época de chuvas são carreados para a rede de drenagem. Estes fatores dificultam o escoamento das águas superficiais em período chuvoso, ocasionando as inundações.

Quadro 1 – Precipitações mensais do município de Paranaguá/PR no período de 2010 a 2019.

| Ano | Jano | Fev | Mar | Abril | Maio | Junho | Julho | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Total |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 2010 | 429,2 | 402,8 | 394,5 | 411,1 | 100,4 | 138,7 | 181,9 | 69,6 | 114,8 | 205,5 | 210 | 345,8 | 3004,3 |
| 2011 | 331,6 | 314,1 | 510,7 | 237,4 | 67,3 | 114,3 | 143,2 | 152,4 | 60,5 | 150,9 | 138,4 | 251,1 | 2471,9 |
| 2012 | 229,3 | 248,9 | 66,6 | 201,1 | 156,4 | 230,8 | 149,5 | 15,4 | 61,5 | 139,9 | 101,7 | 327 | 1928,1 |
| 2013 | 170,3 | 275,1 | 249,1 | 37,7 | 84,8 | 252,5 | 136,9 | 32,8 | 168 | 89,6 | 138,9 | 156,9 | 1792,6 |
| 2014 | 216,5 | 240,5 | 253,4 | 189,7 | 75,9 | 110 | 64,4 | 81,9 | 146,9 | 60,15 | 143 | 241,7 | 1824 |
| 2015 | 340,3 | 507,9 | 334,9 | 165,8 | 184,8 | 95,2 | 109,8 | 32,4 | 176,4 | 181,2 | 270,3 | 328,5 | 2727,5 |
| 2016 | 268,9 | 604,3 | 145,4 | 130,8 | 184,9 | 118,3 | 85,8 | 132,3 | 99,1 | 222,4 | 140,3 | 156,9 | 2289,4 |
| 2017 | 518,2 | 248,4 | 415,1 | 112,4 | 167,3 | 96 | 23,9 | 82,5 | 118,6 | 243,6 | 82,7 | 326,4 | 2435,1 |
| 2018 | 429,3 | 239 | 277,6 | 203,5 | 135,9 | 77 | 11,3 | 22,7 | 26,5 | 181,8 | 93,8 | 132,7 | 1831,1 |
| 2019 | 124,7 | 274,8 | 168,8 | 132,4 | 193,7 | 78,7 | 29,7 | 27,4 | 121,5 | 57,5 | 127,4 | 38,8 | 1375,4 |
| Total | 3058,3 | 3355,8 | 2816,1 | 1821,9 | 1351,4 | 1311,5 | 936,4 | 649,4 | 1093,8 | 1532,6 | 1446,5 | 2305,8 | 21679,4 |
| Média | 305,83 | 335,58 | 281,61 | 182,19 | 135,14 | 131,15 | 93,64 | 64,94 | 109,38 | 153,26 | 144,65 | 230,58 | 2167,94 |

É possível observar que o nível da maré e as precipitações influenciam nos constantes alagamentos que ocorrem no município de Paranaguá.

Quando as precipitações ocorrem no momento da passagem da baixa-mar para a preamar, o escoamento é mais lento, tendo em vista que as águas superficiais permanecem sobre as ruas e calçadas. Entretanto, na passagem da preamar para a baixar mar o escoamento é rápido. Observou-se que as constantes inundações ocorrem com mais frequência e intensidade nas marés de quadratura.

Foram identificados todos os componentes da microdrenagem, galerias, bocas de lobo, tubos de ligação, poço de visita e comprovou-se que não são suficientes para auxiliar a drenagem, pois estão muito distantes e com diâmetros inferiores ao da rede.

O resultado da pesquisa mostra que durante a elaboração deste trabalho ocorreram 348 inundações, sendo 267 inundações na maré de quadratura, 71 na maré de sizígia e 10 no momento de estofo (Quadro 2).

Quadro 2 - Precipitações e inundações no Canal Anhaia.

| Dados | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Total |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Precipitações mm/m ³ | 3004 | 2454 | 1954 | 1732 | 1824 | 2727 | 2289 | 2435 | 1831 | 1374 | |
| Inundações | 42 | 31 | 24 | 22 | 23 | 44 | 47 | 38 | 50 | 27 | 348 |
| Inund. Quadratura | 31 | 23 | 18 | 16 | 15 | 34 | 35 | 32 | 41 | 22 | 267 |
| Inund. Sizígia | 9 | 7 | 6 | 6 | 7 | 8 | 9 | 6 | 7 | 5 | 71 |
| Inund. Estofo | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 3 | 0 | 10 |

É possível observar que o nível da maré e as precipitações são fatores naturais, que influenciam no escoamento das águas do Canal na Baía de Paranaguá. Entretanto, percebeu-se que os alagamentos, são de origem antrópica tendo em vista as alterações que ocorreram na área de estudo, tais como a impermeabilização do solo, mudança na geometria do Canal, lixos e entulhos nas margens do Canal, deficiência nas bocas de lobo e alteração no ciclo hidrológico local.

No período estudado, observou-se que as vias de acesso, na área de abrangência da unidade hidrográfica Canal do Anhaia, são pavimentadas com asfalto e concreto. As calçadas em pisos e lajotas, que dificultam o escoamento natural das águas em dias de chuvas fortes ou moderadas, contribuindo para as constantes inundações.

No entanto, quanto ao uso e ocupação do solo, o

Zoneamento Urbano, de acordo com o Plano Diretor (2007), a área é considerada: ZCS – Zona de Comércio e Serviços, ZR1 – Zona Residencial 1 e ZEP – Zona Especial de Preservação. Sendo assim, no período estudado, identificamos 1825 lotes ocupados para fins residenciais, 140 lotes ocupados para fins comerciais, 06 lotes ocupados para fins industriais e 24 lotes vagos. Também identificamos 662 bocas de lobos que são utilizadas para o escoamento das águas em períodos de chuvas. Porém, observou-se que devido à grande quantidade de lixos e resíduos nas vias de acesso, em períodos de chuvas fortes e moderadas, as águas naturais das chuvas transportam restos de cereais para as bocas de lobo e posteriormente para o canal, contribuindo para as inundações.

O município de Paranaguá possui uma população de aproximadamente 140.456 (IBGE, 2010) e a

área de estudo possui 1,88 km² e uma população de aproximadamente 10.800 habitantes, que representa 7,68% da população do município. E não possui espaço para lazer, ruas e avenidas pouco arborizadas. Portanto conclui-se que as inundações que ocorrem na região podem ser evitadas com medidas preventivas de manutenção e limpeza na rede de

drenagem, limpeza nas vias de acesso, desenvolvimento de projetos de educação ambiental junto à comunidade, para que ocorra uma mudança no comportamento e atitudes dos moradores no entorno do Canal do Anhaia. A figura 3 mostra as inundações, bem como lixos e entulhos nas ruas.



Figura 3 - Alagamento Rua Francisco Machado



Figura 4 - Cereais na Avenida Airton Sena

Nas vias de acesso ao porto D. Pedro II, na Avenida Bento Rocha, Avenida Airton Sena e Avenida Col. Santa Rita foram identificados em média de 211 g.m⁻² de cereais por metro quadrados. Estes resíduos, restos de cereais, são derramados por caminhões que circulam vazios, ou seja, fez-se a descarga nos terminais portuários e restos de cereais ficam em locais de difícil acesso para limpeza. Assim ao circularem em direção aos armazéns para carregar fertilizantes ou outros produtos, acabam derramando nas vias citadas acima. Observou-se ainda que no período entre março e setembro, safra de grãos, o volume é maior, no entanto no período da entre safra o volume é menor na média de 246g/m². Sendo assim, acredita-se que este problema possa ser solucionado melhorando a limpeza dos caminhões nos terminais de descarga.

De acordo com a Lei Complementar nº 095/2008; Código Ambiental do Município – Art. 260, 270, 271 e 272; Lei Estadual nº 12.493/99 – Art. 18 e a Lei Federal nº 938/81 – Art. 14, as empresas que utilizam os terminais portuários no município de Paranaguá, são obrigados a implantar sistema de despoejamento para aplicação nos veículos que utilizarem suas instalações nas operações de carga e descarga; bem como elaborar planos e executar ações de limpeza, capinação e roçada intermitentes em suas instalações operacionais, incluindo-se as partes externas tais como estacionamentos, passeios e canteiros externos (Figura 4).

CONCLUSÃO

No Brasil, não há nenhum tipo de programa sistemático que faça o controle de inundações e enchentes que envolva aspectos em diferentes escalas. É possível analisar algumas ações tomadas de forma isolada por parte de algumas cidades que já sofreram enormes prejuízos sociais, ambientais e naturais.

A maior parte dos problemas na cidade de Paranaguá, oriunda dos alagamentos, são causados pelos fatores antrópicos e naturais conforme a imagem 3. Os canais da área de estudo encontram-se assoreado e impermeabilizados, devido às pavimentações e poucas áreas permeáveis. Isso decorre da falta de planejamento e de implementação de políticas adequadas.

O município encontra-se em fase de desenvolvimento econômico, aliado ao ciclo da diversificação. Assim, o setor portuário foi se modernizando, ampliando sua área de influência no sentido Porto/Rodovia Airton Sena/BR 277 - Avenida Bento Rocha para atender o fluxo de empresas que se instalaram no local. Fato este, que também colaborou para in-

vasão em áreas de preservação, no caso, os manguezais, onde hoje se encontram moradores ribeirinhos. Isso acaba afetando o canal, pois, lançam esgotos e geram poluição nessa área, e as empresas instaladas próximas, também são consideradas agentes poluidores.

Verificou-se que as inundações são ocasionadas pela grande quantidade de lixo encontrado nas vias públicas, o que provoca entupimento nas galerias. Há poucas áreas permeáveis para facilitar a infiltração de água da chuva e por muitas vezes carregando o lixo para a baía de Paranaguá, contribuindo com os aportes de lixo no mar e oceanos.

Com o objetivo de reduzir o problema na área de estudo, é de suma importância criar programas de gestão ambiental que sensibilize a comunidade. Aumentar os espaços de áreas verdes e permeáveis, mutirões para limpeza das ruas, retirando entulhos e lixos, e a participação da comunidade na fiscalização, a fim de impedir que sejam depositados lixos nas ruas de forma desordenada, colaborando para evitar o agravamento do problema de alagamentos nos bairros.

As inundações que frequentemente ocorrem no meio urbano é outro critério que compromete a sua qualidade. Uma possibilidade para reduzir a intensidade e o número de pontos de alagamento seria a adoção de medidas que contivessem a água da chuva temporária ou permanentemente nas residências, nos estacionamentos ou nas praças entre tantos outros possíveis locais para utilização da água da chuva. Dentre tantas outras formas, isto poderia ser feito através do uso de medidas de contenção desta água em cisternas, lagoas temporárias ou permanentes e pelo aumento da área de solo não impermeabilizado no lote. Sendo esta medida particularmente interessante para a área urbana de Paranaguá, porque praticamente toda ela está assentada sobre um solo arenoso proveniente de deposições de sedimentos marinhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo RR. Sistemas Prediais de Drenagem de Águas Pluviais. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação Especialização em Construções. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal, 2014
- Bigarella JJ. et al. A serra do mar e a porção oriental do estado do Paraná. Curitiba: Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1978, 248p.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Desastres Naturais. vol.1. Brasília – 2003.
- BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Gestão de águas pluviais urbanas / Tucci, Carlos E.M. – Brasília: Ministério das Cidades, 2006. 194p. (Saneamento para Todos; 4º volume).

- CAMARA MUNICIPAL DE PARANAGUÁ. Disponível em :<https://leismunicipais.com.br/a/pr/p/paranagua/decreto/2011/186/1853/decreto-n-1853-2011>. Acessado em 25/03.2016 às 18:20
- Caneparo SC. Manguezais de Paranaguá: uma na análise da dinâmica espacial da ocupação antrópica - 1952-1996. Curitiba, 1999, Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná .289p
- Costa CM, Silva QD, Garrito AC, Barros DV, Santos RP. Inundações Urbanas: Estudo de caso do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Paciência – Ilha do Maranhão. Revista Geonorte, Edição Especial 4, v.10, n.1, p.333-337, 2014.
- Fatima M. Impactos da drenagem urbana na saúde pública em municípios de pequeno porte no estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco. Recife. Novembro, 2013.
- Fundação Estadual do Meio Ambiente. Orientações básicas para drenagem urbana / Fundação Estadual do Meio Ambiente - Belo Horizonte: FEAM, 2006. 32p.; il.1. Drenagem II. Título
- FUNPAR - Fundação da Universidade Federal do Paraná para o Desenvolvimento da Ciência da Tecnologia e da Cultura. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de Usina Termelétrica na Baía de Paranaguá e do porto de desembarque, subestação e linha de transmissão. Curitiba, v.2. 1997.
- Flórez WV. Caracterização hidrogeológica da Ilha dos Valadares Paranaguá-PR. Dissertação de Mestrado em Geologia Ambiental – Curso de Pós-Graduação em Geologia - Setor de Ciências da Terra – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.
- Geissler HJ, Loch REN. Análise histórica das enchentes em Curitiba-PR: medidas propostas e consequências observadas. In: Simpósio Brasileiro De Desastres Naturais, 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: CEDN/UFSC, 2004, p.5007-523.
- Guerra AJT. Impactos ambientais urbanos no Brasil / Antônio José Teixeira Guerra, Sandro Baptista da Cunha (organizadores) Rio de Janeiro: Bertrand Brasil 2001 – 416p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. População Brasileira 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 25 de nov. 2013.
- Jorgue FV. Fachada Atlântica Sul do Brasil: dinâmica e tendências climáticas regionais no contexto das dinâmicas globais. Dissertação de Mestrado em Geografia – Curso de Pós-Graduação em Geologia - Setor de Ciências da Terra – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.
- Lohmann M. Análises dos alagamentos no município de Curitiba entre os anos de 5005 a 2010. Ciência Geográfica - Bauru - XVII - Vol. XVII-(1): Janeiro/Dezembro – 2013.
- Magalhães BG, Zanella ME, Sales MCL. A ocorrência e a incidência de leptospirose em Fortaleza-CE. HYGIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e de Saúde. ISSN – 1980-1726. pg.77-87. 2009.
- Matos JS. Aspectos Históricos a actuais da evolução da drenagem de águas residuais em meio urbano. Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do Instituto Superior Técnico. Número 16, 2003 Engenharia Civil Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa.
- Prefeitura Municipal de Paranaguá– Secretaria de Infra Estrutura. 2006.
- Tonetti EL, Nucci JC, Souza FXS de. Inundações frequentes na área urbana de Paranaguá-Pr. Geografia (Londrina), v.22, n.2. p.43-56, maio/ago. 2013
- Tucci CEM (1995). "Inundações Urbanas". Inc: Tucci C.E.M.; Porto, R.L. & Barros, M.T. (orgs.). Drenagem Urbana. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pp.15-36.
- Tucci CEM. 1999. Aspectos institucionais no controle de inundações. I Seminário de Recursos Hídricos do Centro-Oeste. Brasília.
- Tucci CEM. Plano Diretor de Drenagem Urbana. In: Tucci CEM, Depettris JA: Goldenfun CA, Pilar JV. (orgs) Hidrologia Urbana na Bacia do Prata. ABRH, IPH/UFRGS, 2000. p.11-30.
- Zanela ME. Inundações urbanas em Curitiba/PR: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no bairro Cajuru. Tese. Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.