

IX-003 - PROBLEMAS DE INUNDAÇÃO DIAGNOSTICADOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LAJEADO EM PALMAS-PR

Joyce Ronquim⁽¹⁾

Arquiteta e Urbanista pela Universidade Paranaense (2011). Tecnóloga em Construção Civil pela Universidade Estadual de Maringá (2006). Especialista em Construção de Obras Públicas pela Universidade Federal do Paraná (2010). Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá (2014). Atualmente é professora Dedicção Exclusiva no Instituto Federal do Paraná – Câmpus Palmas.

Christopher Yiuty Kuroda⁽²⁾

Engenheiro Ambientalista pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2012). Mestrando em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá. Professor colaborador no curso de Engenharia Ambiental na Universidade Estadual de Maringá – Câmpus Umuarama.

Paulo Fernando Soares⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Maringá (1986), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (1990) e doutorado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (2001). Atualmente é professor Titular da Universidade Estadual de Maringá. Atua como professor no programa de mestrado em Engenharia Urbana – Universidade Estadual de Maringá.

Doralice Aparecida Fávaro Soares⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Maringá (1985), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (1992) e doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá (2009). Atualmente é professora Adjunto da Universidade Estadual de Maringá. Atua como professora no programa de mestrado em Engenharia Urbana – Universidade Estadual de Maringá.

Endereço⁽¹⁾: Av. Coronel José Osório, 575, Apto 101, Centro – Palmas – PR – CEP: 85.555-000 – Brasil – Tel: (46) 9903-5603 – e-mail: joyce.ronquim@ifpr.edu.br

Endereço⁽²⁾: Rua dos Mutirantes 110, Tropical II – Campo Mourão – PR – CEP: 87.310-110 – Brasil – Tel: (44) 9946-7051 – e-mail: christopherkuroda@gmail.com

Endereço⁽³⁾: Av. Colombo, 5.690, Jd. Universitário – Maringá – Paraná – CEP: 87020-900 – Brasil – (44) 3011-4040 – e-mail: paulofsoares@gmail.com

Endereço⁽⁴⁾: Av. Colombo, 5.690, Jd. Universitário – Maringá – Paraná – CEP: 87020-900 – Brasil – (44) 3011-4040 – e-mail: dafsoares@gmail.com

RESUMO

O presente estudo trata-se de um diagnóstico dos problemas de inundação encontrados na bacia hidrográfica do Rio Lajeado no município de Palmas-PR. A urbanização realizada sem o devido planejamento, gera impactos nos processos hidrológicos, ocasionando cenários alarmantes de inundações. Como metodologia, realizou-se um estudo de caso, com intuito de diagnosticar os principais problemas de inundação na bacia hidrográfica em estudo. O estudo foi realizado em duas etapas, a primeira caracterizou-se a área de estudo e a segunda buscou-se detectar os pontos mais críticos de inundação. Após o estudo observou-se que as inundações são ocasionadas principalmente pela urbanização.

PALAVRAS-CHAVE: Inundação, Bacia Hidrográfica, Diagnóstico de Inundação.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das cidades seguida da crescente urbanização ocorrida nas últimas décadas evidencia um cenário urbano com grandes áreas impermeabilizadas. Todo esse processo resulta na diminuição na quantidade de infiltração e grande aumento no escoamento superficial, gerando cenários alarmantes de inundações.

As inundações em áreas urbanas podem ser causadas principalmente por dois processos, que ocorrem isoladamente ou de forma integrada: as enchentes devido à urbanização (ocasionada principalmente pelas grandes áreas impermeabilizadas) e enchentes naturais em áreas ribeirinhas (ocasionada principalmente pelo uso e ocupação do solo de forma irregular) (TUCCI, 1999).

A urbanização sem o devido planejamento gera grandes impactos nos processos hidrológicos. A hidrologia é a ciência que estuda o comportamento da água no meio ambiente e urbano, o ciclo hidrológico, numa escala global é um ciclo fechado, a quantidade de água presente atualmente na terra é a mesma que a do tempo dos dinossauros, mas, em escala regional pode haver alguns sub-ciclos, como, por exemplo, a água precipitada que está escoando em um rio pode evaporar, condensar e novamente se precipitar antes de retornar ao oceano, além do que, a água sofre modificações de qualidade ao longo das diferentes fases do ciclo, a água salgada pode ser transformada em água doce através da evaporação, a água doce que infiltra dissolve os sais aí encontrados e a água que escoar pelos rios transporta esses sais para os oceanos (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

O processo de urbanização interfere na questão do balanço hídrico, diferenciando completamente do balanço hídrico ocorrido na área natural, principalmente em relação ao escoamento superficial, o qual aumenta drasticamente em relação ao meio natural. A urbanização traz consequências, como a impermeabilização do solo que, por sua vez, aumenta o volume de água a ser escoado e as tubulações para a drenagem das águas pluviais fazem com que esse escoamento superficial chegue com muita rapidez aos cursos d'água.

Os sistemas de drenagem urbana ditos como clássicos, resultado de preceitos higienistas, que visavam promover a rápida evacuação das águas pluviais do meio urbano, não promovia os cuidados necessário com o meio ambiente, além do que, ao longo do tempo, não permitia a total evacuação, promovendo grandes cenários de inundações, evidenciando as limites desse conceito no tocante da sua real eficácia, sendo assim, em idos de 1970 houve a necessidade de novos estudos para tratar o problema, surgindo o conceito de tecnologias alternativas ou compensatórias, buscando técnicas que pudessem neutralizar os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos, promovendo benefícios para a qualidade vida e ambiental (BAPTISTA et. AL, 2011).

Todo esse processo influencia também nas alterações climáticas, que de acordo com Silva e Guetter (2003) ressaltam que, devido à urbanização, as regiões sul e sudeste estão sofrendo alterações climáticas principalmente com o aumento da temperatura; também, enfatiza que no estado do Paraná, desde a década de 70, algumas cidades têm apresentado uma aceleração do ciclo hidrológico, com aumento da frequência de chuvas mais intensas e com ocorrências de estiagens com maior duração.

Ao diagnosticar problemas de inundação numa determinada região, é necessário analisar a bacia hidrográfica e seus principais elementos, assim como, a carta de declividade e a carta de hisometria. Num contexto geral, a bacia hidrográfica é definida como sendo a área na qual o escoamento superficial em qualquer ponto dessa área converge para um único ponto fixo chamado de exutório da bacia de drenagem. A bacia hidrográfica está entre os mais importantes itens para o estudo do balanço hídrico (CARTA EUROPÉIA DA ÁGUA, 1984 apud DERISIO 2012).

Em relação aos elementos fundamentais para análise da bacia, encontra-se, dentre eles: o coeficiente de compacidade (Kc), o fator de forma (Kf), e a densidade de drenagem (Dd). A bacia apresenta características físicas, como, Coeficiente de Compacidade (Kc) de 1,35 significando que a bacia é irregular; apresenta Fator de Forma (Kf) 0,30 (baixo), significando que a bacia é estreita e longa, havendo menor possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda a sua extensão; a Densidade de Drenagem dessa bacia é de 2,65km.km⁻², resultando em uma bacia bem drenada (BORSATO E MARIONI, 2004).

O principal objetivo desse estudo é analisar as características da bacia hidrográfica do Rio Lajeado no município de Palmas-PR com o intuito de diagnosticar os problemas de inundação encontrados na área urbana. Os objetivos específicos são:

- Avaliar as condições do escoamento de águas pluviais da região;
- Identificar e caracterizar a região de inundação;

MATERIAIS E MÉTODOS

Como método para o desenvolvimento deste estudo, optou-se pela pesquisa do tipo estudo de caso. De acordo com Severino (2007, p.121), o estudo de caso é uma “pesquisa que se concentra no estudo de um caso

particular, considerado representativo de um conjunto de casos análogos, por ele significativamente representativo”.

A pesquisa se realizou em duas etapas principais:

- 1º Etapa: Delimitação do caso – delimitou-se a bacia hidrográfica do Rio Lajeado e descreveu-se a área do estudo no meio urbano.
- 2º Etapa: Levantamento de dados *in loco* – nesta etapa buscou-se detectar os principais pontos críticos de inundação e a contribuição do entorno, o sentido do escoamento de águas pluviais, as seções do rio. Fez-se a análise da topografia e da carta de declividade.

RESULTADOS OBTIDOS

CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LAJEADO DE PALMAS-PR

Palmas é um município centenário, foi instalado em 14 de abril de 1879, origem de um desmembramento do município de Guarapuava. O município apresenta área de 1.576,621 km², altitude média de 1.035 metros, Latitude 26° 29' 03" S, Longitude 51° 59' 26" W, e fica a 368,58 km de Curitiba, capital do Estado. Fazendo limite com os municípios de Clevelândia-PR, Coronel Domingos Soares-PR, Bituruna-PR, General Carneiro-PR e com o Estado de Santa Catarina. A área de estudo é a Bacia Hidrográfica do Rio Lajeado, localizada na área rural e urbana do município de Palmas-PR (Figura 1).

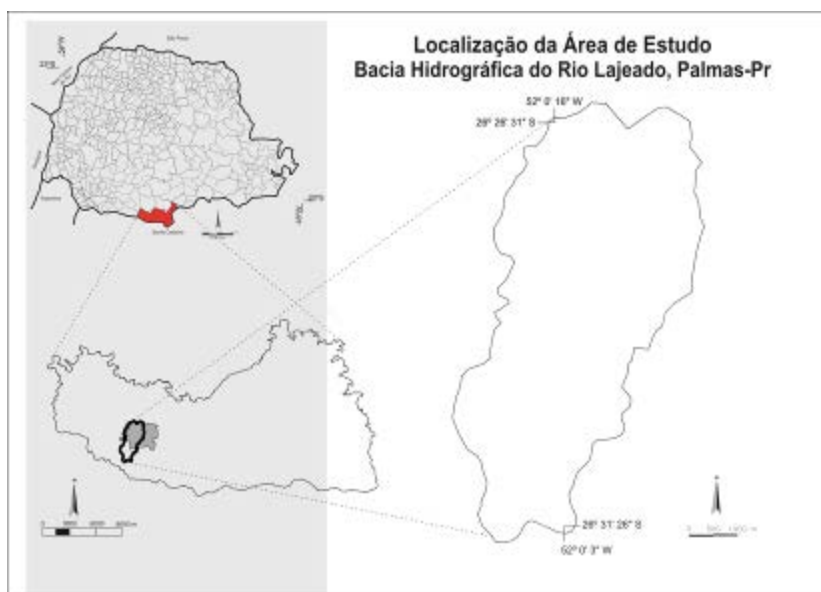


Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Lajeado no Município de Palmas-PR

Fonte: Autores (2014)

Para identificação das características físicas da bacia hidrográfica do Rio Lajeado, foram utilizados dados topográficos fornecidos pela Secretaria de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Palmas-PR, em arquivo DWG, com escala de 1:20.000, e com as curvas de nível de 20 em 20 metros, além da foto aérea da região datada de 2006. A Bacia Hidrográfica do rio Lajeado tem forma alongada, com área de 28,40 km², sendo 35% urbanizada. A Bacia se subdivide em doze bairros e o restante corresponde a áreas de pastagem.

Os índices favorecem a boa drenagem, porém, observa-se que a carta de declividade (Figura 2) apresenta alguns relevos planos de 0-3% de declividade; é justamente nessas áreas de relevo plano que a água se acumula e perde velocidade, pois quanto menor a declividade, mais lento será o escoamento, ocupando maiores áreas de inundações.

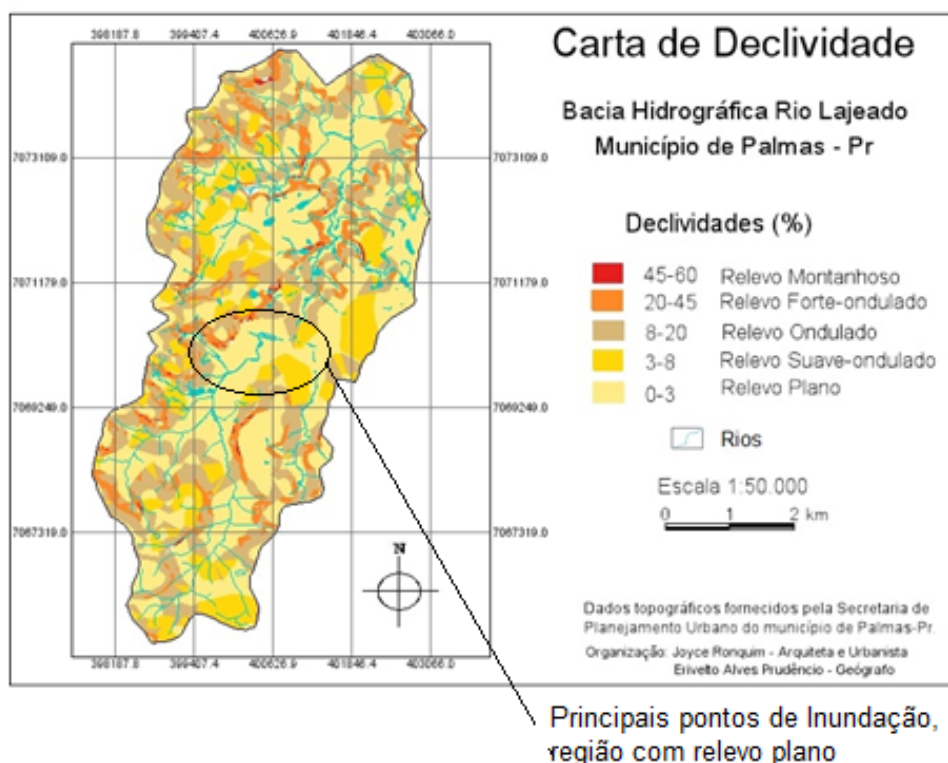


Figura 1 – Carta de Declividade

Fonte: Autores (2014)

A carta de hipsometria é outra ferramenta para análise, de forma rápida, das altitudes da bacia hidrográfica; a carta representa as altitudes de alguns pontos na bacia; para esta carta foram classificados de <1000 a 1200 metros de altitude. As cores graduais começam com a cor caqui para a menor altitude até a cor vermelho para maior altitude (Figura 3).

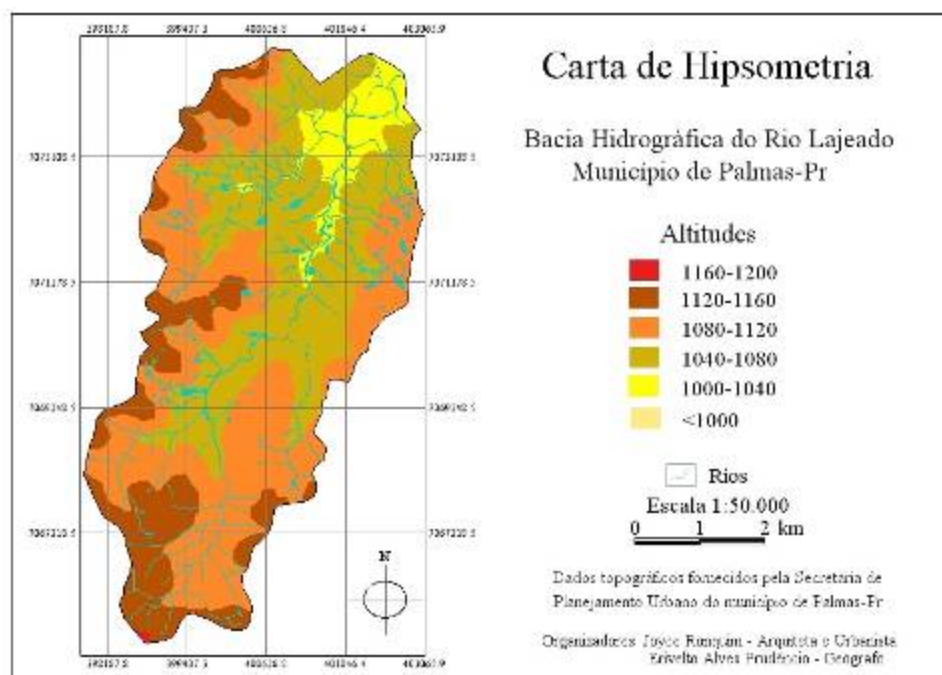


Figura 3 – Carta de Hipsometria

Fonte: Autores (2014)

O município de Palmas-PR localiza-se em uma região com altas altitudes. A classificação climática de Köppen-Geiger para Palmas-PR é Cfb - clima temperado marítimo úmido, com fortes geadas e temperatura média de 12°C (mês mais frio) e 22°C (mês mais quente), com umidade relativa do ar média de 77,2°C. Palmas-PR é a cidade com mais dias frios do Estado do Paraná.

O tipo de solo da região foi identificado através de análise de relatório de sondagem a percussão, com ensaio de penetração dinâmica (*Standart Penetration Test* ou SPT), observou-se como tipo de solo a argila siltosa, e o nível do lençol freático no local analisado é de 4,17 metros. Justifica esse lençol freático superficial, devido ao fato de o ensaio de penetração dinâmica (*Standart Penetration Test* ou SPT), ter sido realizado em um lote às margens do Rio Lajeado, onde as rochas são quase superficiais.

A bacia hidrográfica do Rio Lajeado apresenta numerosos rios pequenos, sendo que os mesmos são afluentes do Rio Iguaçu. A Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu possui 70.800 km², sendo a maior do Paraná. No total, 80,4% está no Paraná, 16,5% em Santa Catarina e 3% na Argentina (SEMA, 2010).

A área central da cidade, apesar de sofrer com as inundações, ainda apresenta no documento Lei 1.795 o Quadro 1 que traz os parâmetros urbanísticos para o uso e ocupação do solo para o município de Palmas, observa-se que os parâmetros para a ZC1, em especial, a taxa de ocupação de 100% e a taxa de permeabilidade do solo 0%, significando que o proprietário pode construir em toda a totalidade do terreno, desobrigado de manter áreas permeáveis.

Quadro 1 – Parâmetros urbanísticos para o uso e ocupação do solo para o município de Palmas-PR

Zonas	Lote Mínimo (m²)	Testa da Míni (m)	Coeficiente de Aproveitamento		Números de Pavimentos		Recuo Lateral e Fundos (m)		Recuo Frontal	Taxa Ocupação (%)	Taxa Permeabilidade (%)
			Mínimo	Máximo	Permitido	Máximo	Lateral	Fundos			
ZC1	250	8	1,60	4,0	1	20	1,50 (1)	1,50	0	100	0

(1) - É permitido:

- em edificações com até 4 pavimentos, recuos laterais = 1,50m;
- em edificações com até 8 pavimentos, recuos laterais = 1,50m;
- em edificações acima de 9 pavimentos, recuos laterais = 1,50m;

Fonte: Prefeitura Municipal de Palmas-PR (2013)

DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA DE INUNDAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA

A ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Lajeado iniciou-se em 1879 com a urbanização de Palmas. O Plano Diretor do município de Palmas-PR (1991) relata sobre a despreocupação do município em relação aos aspectos ambientais, com uso e ocupação do solo sem planejamento, ocupação irregular em fundo de vale, crescente impermeabilização; também menciona sobre as construções irregulares às margens do rio, dificultando o escoamento, ocasionando alagamentos nas áreas mais baixas, além do desmatamento até as margens dos rios. O mesmo documento apresenta um “Mapa N°4 – Situação Atual Bloqueios Urbanos” (1991) com a delimitação da área inundada em 1983 (Figura 4).

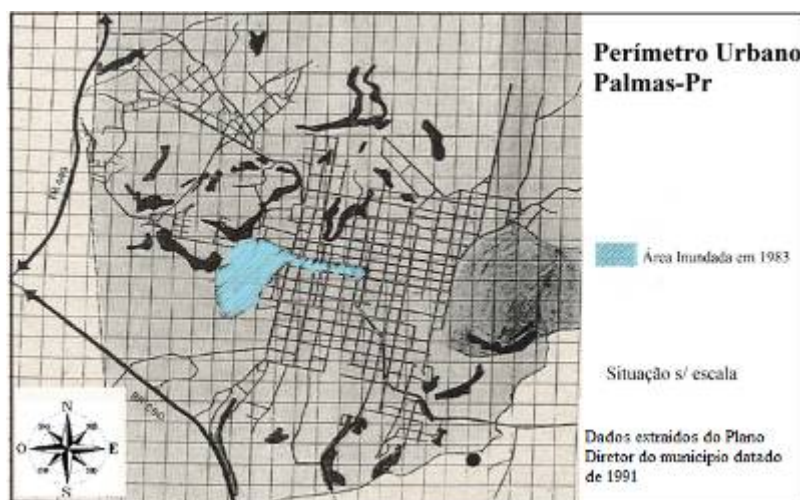


Figura 4 – Perímetro Urbano de Palmas-PR, situação em 1991

Fonte: Adaptado de Plano Diretor do Município de Palmas-PR (1991)

Ao longo de todos esses anos, vários eventos de inundações ocorreram na região. Através de pesquisas em jornais locais, conseguiu-se reunir algumas fotografias; essas imagens ilustram o alagamento ocorrido em 2010 (Figura 5). As inundações continuam ocorrendo na mesma região diagnosticada no ano de 1983.



Figura 5 – Imagens da Inundação no ano de 2010

Fonte: Adaptado de Valduga e Gomes (2010)

No ano de 2013, o município de Palmas-PR elaborou uma limpeza na calha do rio (no local de frequentes inundações) com o intuito de diminuir as ocorrências de inundações na região. Essa limpeza não foi o suficiente para mitigar a inundação: no dia 28 de dezembro de 2013, ocorreu outro evento de chuva que ocasionou grandes inundações; em 45 minutos choveu 103 mm, o alagamento atingiu áreas que nunca tinham sido atingidas, causando transtornos e grandes traumas às populações, preocupando-as a cada vez que ocorre um evento de chuva.

Após esse evento de inundação foi realizado um levantamento in loco, com entrevista com moradores, para mapeamento dos locais inundados, a Figura 6 mostra o resultado do levantamento, ilustra a principal área atingida pela inundação do evento de 28 de dezembro de 2013; também ocorreram pequenos pontos de alagamento em outras regiões da cidade, que não foram identificados neste mapa.

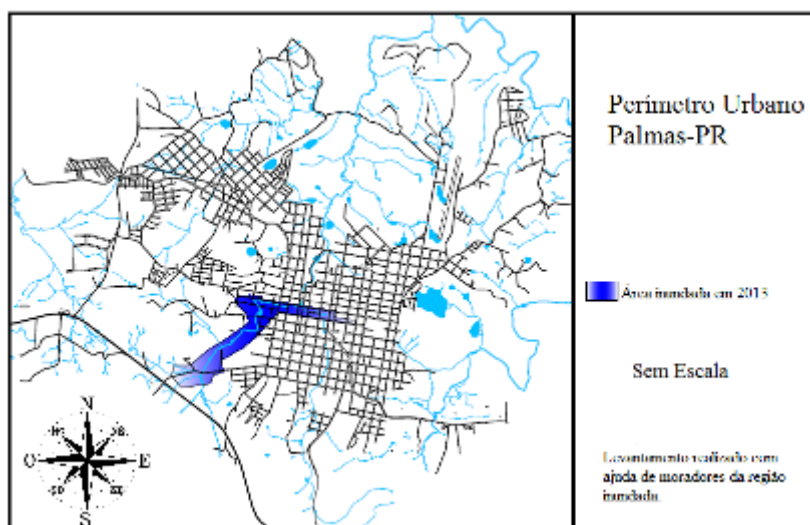


Figura 6 – Perímetro Urbano de Palmas-PR, Situação de Inundação na Região de Estudo no Ano de 2013

Fonte: Autora (2014)

As inundações continuam ocorrendo nos mesmos lugares e devido à urbanização e consequente impermeabilização, a situação vem cada vez se ampliando. A Figura 7 ilustra a situação da inundação para o evento de chuva do dia 28 de dezembro de 2013.



Figura 7 – Inundação Registrada na Área Urbana

Fonte: Pereira (2013)

Em vários pontos, o rio passa sob construções. A Figura 8 ilustra situações encontradas ao longo do Rio Lajeado. O plano diretor e a legislação ambiental não permitem construções dessa natureza; a situação se agravou porque associou a falta de educação ambiental com a falta de fiscalização para obras desse tipo.

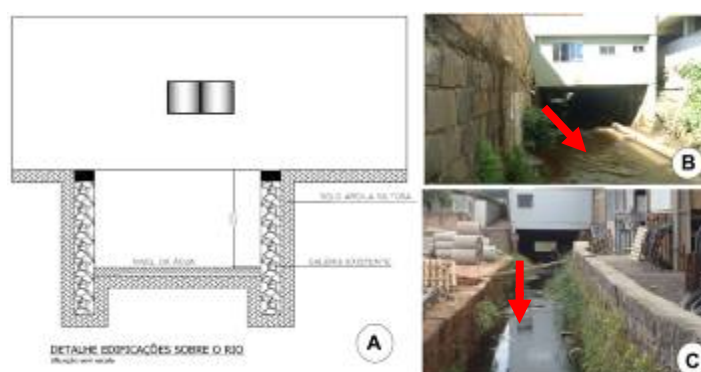


Figura 8 – Algumas Construções sobre o Rio Lajeado

Outro problema encontrado nesses locais é o lançamento do efluente do esgoto doméstico diretamente no Rio, sem o devido tratamento. A falta de conscientização, a ausência de educação ambiental por todas as partes (dos governantes, profissionais, população em geral), a ausência de leis de punição para construções sobre o rio,

contribuiu para a grande quantidade de obras desse nível construídas ao longo do curso do Rio Lajeado. Além do que, existem obras que ao serem construídas ocasionou o estrangulamento do rio, agravando os problemas de inundações na bacia hidrográfica do Rio Lajeado.

CONCLUSÕES

Os problemas de inundações ocorrem a mais de trinta anos, ocasionado principalmente pela urbanização, que gerou áreas impermeabilizadas e fez-se o uso e ocupação do solo às margens do Rio Lajeado, esses fatores contribuíram para o agravamento dos eventos de inundações. Esses fatos ocasionaram prejuízos e desconfortos as populações atingidas, como diagnóstico observou-se que não há nenhuma obra com intuito de mitigar esses problemas de inundação. Pretende-se dar continuidade a este trabalho, com intuito de propor medidas de controle de cheias com utilização de reservatórios *offline* e implantação de técnicas de LID (desenvolvimento urbano de baixo impacto).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. Técnicas compensatórias em drenagem urbana. 2º Ed. Revisada. Porto Alegre: ABRH, 2011.
2. BORSATO, F. H.; MARTIONI, A. M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. 2004. Revista Acta Scientiarum. Human and Social Sciences. Maringá, v. 26, n. 2, p. 273-285
3. COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais. Editora ABRH. Rio Grande do Sul, 2013.
4. DERISIO, J. C. Introdução ao controle de poluição ambiental. 4ª. ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2012.
5. SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. 23 ed. ver. E autal. São Paulo: Cortez, 2007.
6. SECRETARIA ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DE RECURSOS HÍDRICOS – SEMA. Bacias hidrográficas do Paraná: séries históricas. Curitiba, 2010. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf> acesso em: 5 de fevereiro de 2014.
7. SILVA, M. E. S.; GUETTER, A. K. Mudanças climáticas regionais observadas no Estado do Paraná. Terra Livre, São Paulo, v. 19, nº 20, p. 111-126, 2003.
8. TUCCI, C. E.M. Água no meio urbano. In: TUCCI, Carlos E.M Água Doce. Cap. 14 do livro Água Doce. 1999.