

CONSTATAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE O CRESCIMENTO URBANO E O AUMENTO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM QUATROS BAIRROS DA CIDADE DE UMUARAMA, PARANÁ, BRASIL

Thays Mitsuko Tsuji ¹* & Carlos Henrique Oliva Grudzin Braga ² Christopher Yuity Kuroda ³

Resumo – O crescimento da área urbana pode causar inúmeros impactos no ciclo hidrológico como um todo, sobretudo no escoamento superficial. Esse trabalho utilizou do modelo SWMM (*Storm Water Management Model*) para verificar as influências do crescimento urbano nos bairros Jardim Bela vista, Jardim Colibri, Jardim Yonezu, e Parques San Remo I e II, por meio de três cenários diferentes: do ano 2004 representando o passado, com menor intensidade de urbanização; do ano de 2013 representando um estado mais atual e próximo à realidade atual; e da projeção futura um cenário hipotético em que haveria 99% da área total impermeabilizada. Por fim, foi constatado que o crescimento da mancha urbana interfere amplamente no balanço hídrico e que tem grandes possibilidades de ser um dos principais fatores que intensificaram as feições erosivas na região de uma das nascentes do córrego Pinhalzinho II, na cidade de Umuarama-PR.

Palavras-Chave – Escoamento superficial, Uso e Ocupação do Solo.

FINDING THE RELATIONSHIP BETWEEN URBAN GROWTH AND THE INCREASE OF SURFACE RUNOFF IN FOUR NEIGHBORHOODS OF THE CITY OF UMUARAMA, PARANÁ, BRAZIL

Abstract – The growth of the urban area can cause numerous impacts on the hydrological cycle as a whole, especially in surface runoff. This work used the SWMM (*Storm Water Management Model*) model to verify the influences of urban growth in the neighborhoods Jardim Bela vista, Colibri, Jardim Yonezu, and Parques San Remo I and II, through three different scenarios: from 2004 representing the past, with less intensity of urbanization; from 2013 representing a a pattern of occupation more current and close to the current reality; state more current and close to the current reality; and The Future Projection, a hypothetical scenario in which there would be 99% of the total area impermeabilized. Finally, it was observed that the growth of the urban spot interferes extensively in the water balance and that it has great possibilities of being one of the main factors that intensified the erosive features in the region of one of the sources of the stream Pinhalzinho II, in the city of Umuarama-PR.

Keywords – Superficial Runoff, Land use and occupancy.

INTRODUÇÃO

A impermeabilização do solo e a construção da rede de condutos pluviais podem resultar no aumento da frequência e da magnitude das enchentes (TUCCI, 2005), também podem acarretar na mudança das características de rios inseridos em áreas urbanizadas como o aumento do processo

¹ Mestranda do Programa de Tec. Ambiental e Rec. Hídricos da Universidade de Brasília – PTARH/UnB, Brasília - DF; thaysmitsuko@hotmail.com *

² Engenheiro ambiental na empresa Ambiente-se consultoria ambiental.

³ M.Sc. Professor Assistente colaborador na Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Campus Umuarama-PR.

erosivo, alteração das margens do rio, diminuição da qualidade da água e podendo, inclusive, alterar o microclima de determinada região (SILVA JÚNIOR, 2009).

A cidade de Umuarama apresenta alguns dos problemas relacionados às altas taxas de impermeabilização do solo. Um destes problemas é o caso da nascente do córrego Pinhalzinho II o qual na década de 70 apresentava constatações de feições erosivas nas cabeceiras de drenagem nas zonas urbanas da cidade e atualmente apresenta grandes feições erosivas.

Uma das nascentes do Córrego Pinhalzinho II, um dos afluentes da bacia do Rio Goioerê, no período da década de 70 possuía apenas alguns fragmentos de mata ciliar e fortes influências antrópicas no trecho a montante (FRANÇA JUNIOR, 2010) devido, provavelmente, ao crescimento de cultura cafeeira da região. A retirada da vegetação nativa e a construção de áreas impermeabilizadas na região expuseram o solo às intempéries que, assim, intensificaram o escoamento superficial e por sua vez, a energia de transporte de sedimentos e erosão.

O objetivo deste trabalho foi comparar diferentes cenários por meio de simulação do escoamento superficial utilizando o modelo SWMM (*Storm Water Management Model*), ao longo do tempo nos bairros jardim Bela vista, jardim Colibri, jardim Yonezu, e parques San Remo I e II. Tais bairro estão localizados próximos ao córrego e são alguns dos grandes bairros na região que sofreram maiores influências antrópicas e, provavelmente, exerceram grandes influências sobre uma das nascentes do córrego Pinhalzinho II que no ano de se apresenta com intensas feições erosivas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Os materiais utilizados para este trabalho foram as imagens de satélite de alta resolução adquiridas através do Google Earth®, as imagens mais antigas do ano de 2004 foram obtidas por meio da ferramenta “Imagens Históricas” deste software. As coordenadas foram coletadas a campo por um GPS de precisão da marca TRIMBLE®.

A análise dos escoamentos superficiais foi realizada através do modelo SWMM (*Storm Water Management Model*) versão 5.00.22.

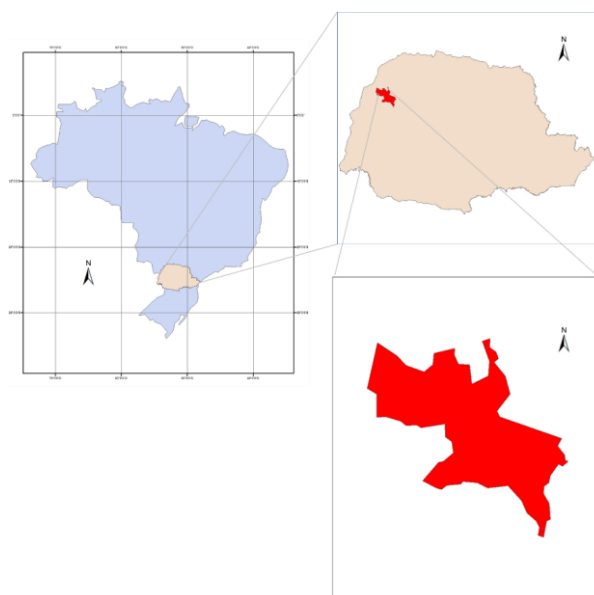


Figura 1 - Localização da cidade de Umuarama.

Metodologia

A metodologia desse trabalho foi realizada a partir do levantamento das informações de projeto como a análise das imagens de satélite dos anos de 2004 e 2013 para verificar a porcentagem de área impermeabilizada no local. Nessa etapa do estudo, a área total foi subdividida em 26 quadras, as quais foram verificadas e quantificadas as porcentagens de impermeabilização, para as áreas que não constavam áreas permeáveis aparentes nas imagens, foi considerado um valor de 1% permeável. Também foi considerado um terceiro cenário de projeção para o futuro, caso as legislações não sejam respeitadas a qual se apresentaria 99% da área total estudada impermeável. Também foram realizadas visitas de campo com o intuito de confrontar as informações obtidas remotamente, como o padrão de ocupação do local, alguns exemplos de ocupação e a forma como a área foi subdividida estão presentes na Figura 2.



Figura 2 – Divisão da área de estudo e exemplos das ocupações locais.

A declividade também foi necessária para a realização do trabalho, para tal foi utilizada a ferramenta “Caminho” do *software* Google Earth Pro® que permite a visualização do perfil de elevação, o que permitiu o cálculo da declividade utilizando a Equação 1. A título de verificação da aplicabilidade da ferramenta utilizada, foram realizadas coletas de dados de altitude em alguns pontos da área e os resultados foram bastante similares.

$$\text{Declividade} = \frac{\text{Cota } f - \text{Cota } i}{\text{Distância do trecho}} \quad [1]$$

Em que cota *f* representa a maior cota do trecho e cota *i*, a menor cota do trecho. Sendo que os trechos foram limitados pelas quadras.

A chuva de projeto utilizada para a modelagem foi obtida a partir da curva IDF (Equação 2), com tempo de retorno de 3 anos e intensidades de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60 minutos.

$$i = 1752,27 T_R^{0,148} / (t + 17)^{0,840} \quad [2]$$

Onde: *i* representa a intensidade da precipitação, T_R representa o tempo de retorno, e *t*, a duração da precipitação.

Para a geração do hietograma (Figura 3) foi utilizado o método dos blocos alternados.

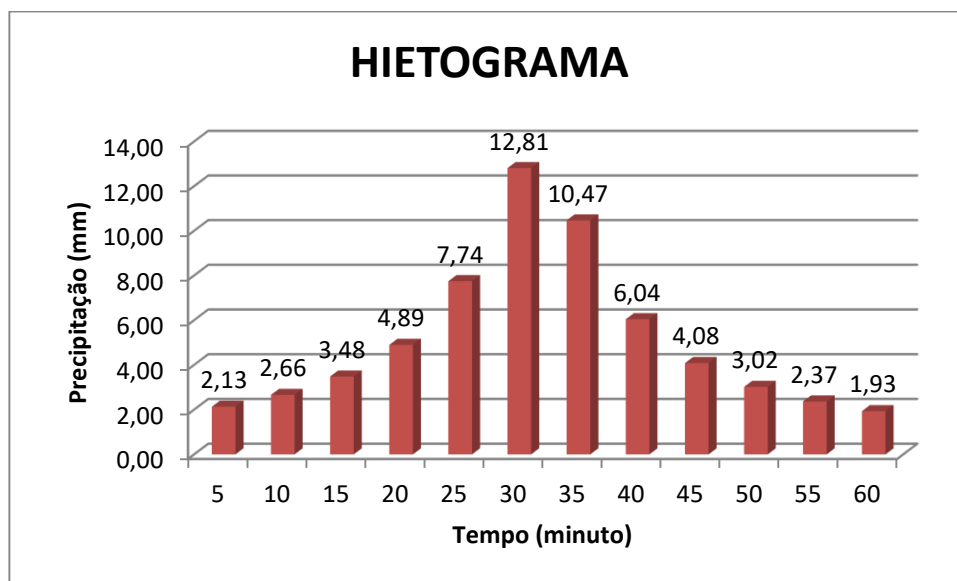


Figura 3 – Hietograma da precipitação com $T_r = 3$ anos e $t = 5$ minutos

Para a realização da modelagem, foi utilizado o método de infiltração Green-Ampt o qual necessita alguns coeficientes como dados de entrada: Coeficiente de rugosidade de Manning, taxa de armazenamento em depressões, sucção capilar, condutividade do solo e déficit do solo, os valores utilizados estão apresentados na Tabela 1.

Os solos predominantes na região são os latossolos, argissolos e nitossolos que possuem textura arenosa a argilosa, portanto, dentre os tipos de solo tabelados sugeridos pelo modelo para o método de Green-Ampt é o tipo areio-lemoso.

Tabela 1 – Coeficientes utilizados para a modelagem.

Variável	Áreas impermeáveis	Áreas permeáveis
n (coeficiente de Manning)	0,013	0,15
Armazenamento em depressão (mm)	1,7	3,5
Sucção capilar (mm)	60,96	-
Condutividade (mm/h)	29,972	-
Déficit inicial (fração)	0,390	-

O modelo utiliza subbacias nas simulações, que nesse trabalho foram utilizadas como cada uma das quadras. Foram definidos dois pontos para serem os pontos finais, ou seja, o escoamento total seria dividido em dois pontos finais, esses pontos, por sua vez se direcionariam para o exutório final aqui nomeado de “Exut1”.

Nesse trabalho o exutório final é o próprio córrego Pinhalzinho II, o qual foi considerado como um canal trapezoidal com largura de 2,5m entre os nós 1 e 2 e largura de 4m entre o nó2 e o Exut1. A profundidade do canal foi definida como 1m e distâncias de 290m entre os pontos “nó1” e “nó2” e 195m entre “nó2” e “Exut1”, essa configuração pode ser melhor observada na Figura 4. As distâncias foram todas aferidas por meio de uma trena de campo.



Figura 4 – Direcionamento do escoamento superficial lançando no modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da inserção das áreas impermeabilizadas no modelo, é possível observar um padrão de grandes áreas impermeabilizadas por lote e podem ser verificadas por meio da Figura 5.

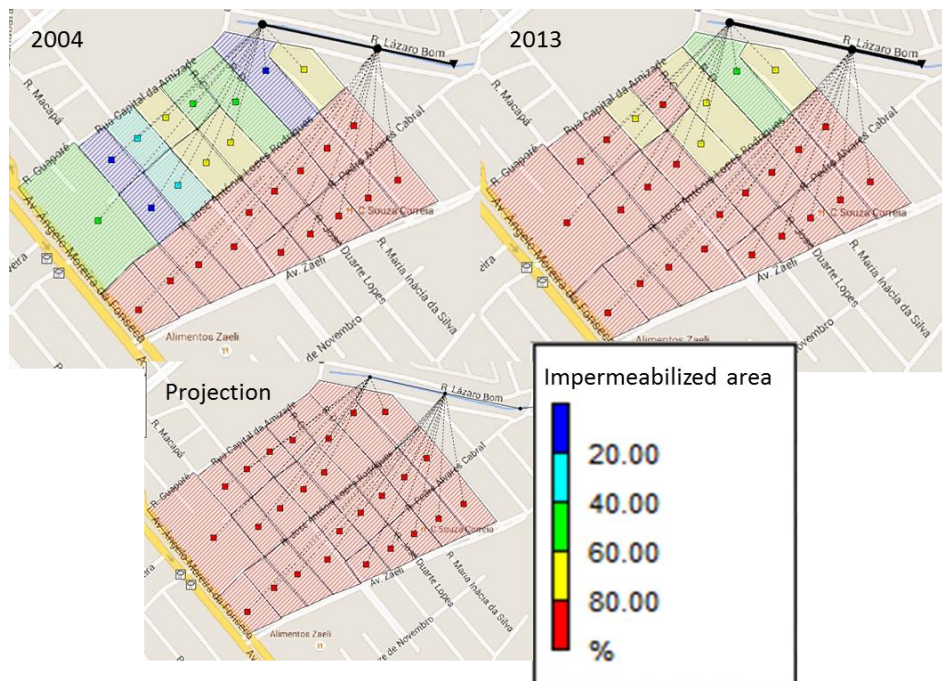


Figura 5 – Comparação entre os três cenários sobre as porcentagens de áreas impermeáveis.

Algumas quadras se mantiveram com um nível de impermeabilização bastante alto e constante, o que pode indicar que esses lotes já haviam sido ocupados anteriormente, possivelmente até mesmo antes da implantação de algumas legislações sobre o uso e ocupação do solo nos bairros estudados. Entretanto, vale ressaltar que mesmo no cenário de 2013 onde já haviam algumas legislações sobre o

uso e ocupação do solo, houve um grande aumento da impermeabilização, isso se deve a fatores como o loteamento de muitos terrenos que anteriormente eram utilizados para fins agrícolas. Ademais, muitas residências construídas entre os anos de 2004 e 2013 utilizaram calçadas ecológicas, que permitiram um maior volume de infiltração no solo. Entretanto, a grande maioria ainda utilizava das calçadas comuns com apenas poucos centímetros de solo exposto nos canteiros ao redor das árvores.

Quanto às declividades, foram encontrados valores variados, que não excederam 18% e o mais baixo foi de 1%, sendo que as maiores eram aquelas mais próximas ao córrego Pinhalzinho II.

Na simulação foram geradas informações sobre o balanço hídrico de cada cenário, que possibilitou a confecção de gráficos comparativos para as fases do ciclo hidrológico de escoamento superficial (Figura 6) e perdas por interceptação, acúmulo em depressões e infiltração.

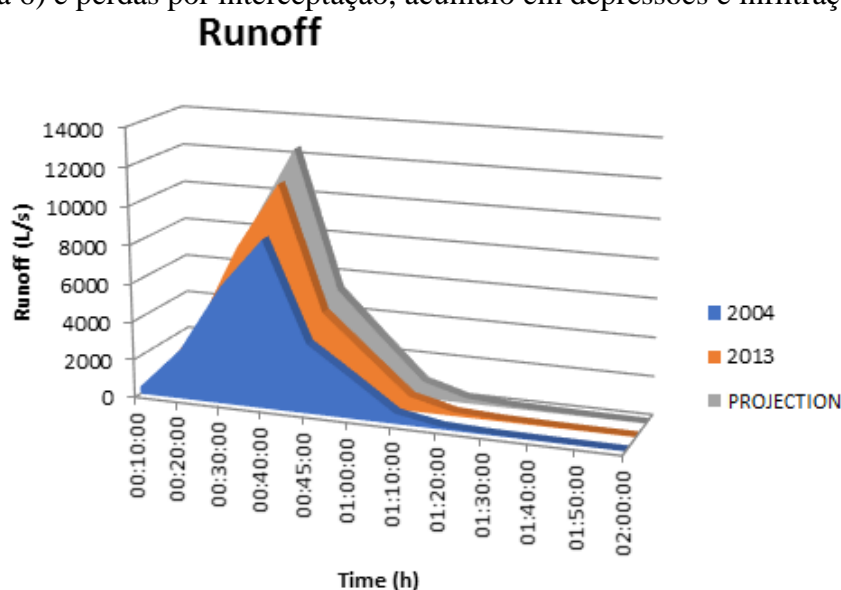


Figura 6 – Comparação do escoamento superficial entre os três cenários.

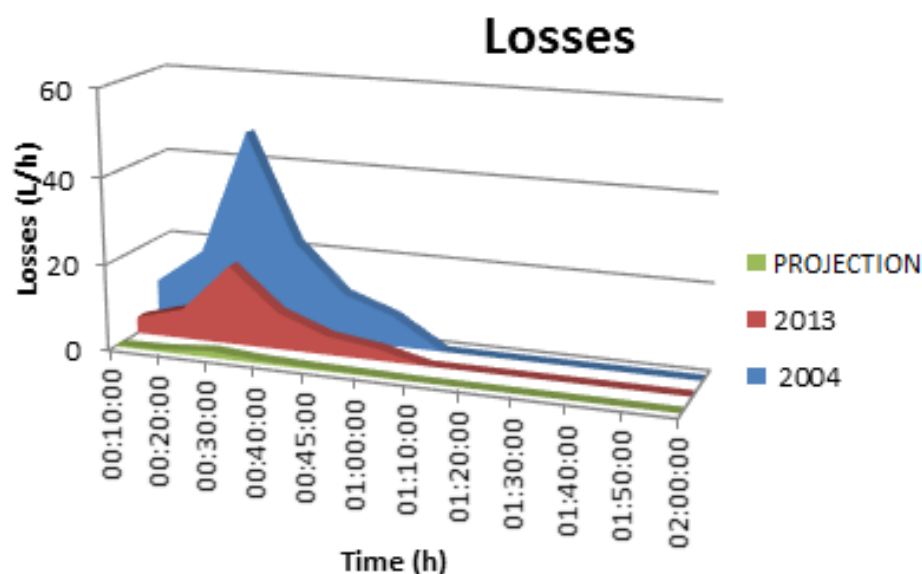


Figura 7 – Comparação das perdas entre os três cenários.

A partir de uma breve análise sobre os gráficos, pode-se afirmar que o crescimento da ocupação urbana do solo exerce grande influência sobre escoamento superficial, logo, os balanços hídricos em geral. Tucci (2005) afirma que esse aumento do escoamento superficial observado nas áreas urbanas

pode antecipar os picos de vazão e tem a capacidade de aumentar a vazão máxima média em seis a sete vezes. Esse tipo de constatação pode sugerir que grande parte dos problemas de erosão observados no córrego Pinhalzinho II são devidos ao avanço da mancha urbana sem a utilização de medidas compensatórias na região.

Com relação às perdas, grandes impactos podem ser gerados no ciclo hidrológico em geral. Como exemplo, a redução da infiltração pode causar a diminuição do nível dos lençóis freáticos e do escoamento de base e no caso das perdas por interceptação influenciam diretamente nas taxas de evapotranspiração.

CONCLUSÕES

A partir desse estudo conclui-se que as alterações realizadas no trecho analisado podem ter grandes influências na cabeceira do córrego Pinhalzinho II. Os cenários apresentaram várias alterações, porém, as consequências da urbanização, de maneira desordenada, ou com uma legislação pouco efetiva, podem ser bastante drásticas, pois mesmo na situação a qual apresentava um ambiente menos modificado, os resultados obtidos para o escoamento superficial, ainda foram bastante elevados.

Outrossim, o avanço das manchas urbanas de forma não regulamentada ou não fiscalizada pode causar uma série de problemas que envolvem não apenas nas questões hidrológicas, mas também levanta a questões como a função social das cidades, que passam a deixar de cumprir a partir do momento em que não se tem uma qualidade ambiental e bem-estar aos cidadãos.

REFERÊNCIAS

FRANÇA JUNIOR, P. (2010). *Análise do Uso e Ocupação da Bacia do Córrego Pinhalzinho II Utilizando Geoindicadores, Umuarama- PR, 1970-2009*. Dissertação para o título de mestrado, Universidade Estadual de Maringá. Maringá.

SILVA JÚNIOR, R. I. da. *Evolução da urbanização e seu efeito no escoamento superficial na bacia do riacho Reginaldo, Maceió-AL*. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

TUCCI, C. E. M. (2005). *Gestão de águas pluviais urbanas*. Ministério das cidades, Unesco.