



**Relação de Inundações e a Caracterização Morfológica da Microbacia
Hidrográfica do Lajeado do Moinho na Cidade de São Sepé - RS**
Flood Relations With Morphological Characterization of the Hydrographic
Micro Watershed of Lajeado do Moinho in the City of São Sepé - RS

Marcelo Lovato Brum¹; Ewerthon Cezar Schiavo Bernardi²; Gabriel Bassotto
Moreti¹; André Gonçalves Panziera¹ & Alexandre Swarowsky¹

¹Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Avenida
Roraima nº 1000 Cidade Universitária, Camobi, 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

²UniSociosc - Sociedade Educacional de Santa Catarina, Rua Salvatina Feliciano dos
Santos 525, Itacorubi, 88064-600, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

E-mails: marcelolvtb@gmail.com; bernardi.ecs@gmail.com;

eng.gabrielbmoreti@gmail.com; andregpanziera@gmail.com; aleswar@gmail.com

Recebido em: 15/06/2020 Aprovado em: 01/09/2020

DOI: http://doi.org/10.11137/2020_3_436_443

Resumo

O presente estudo teve por objetivo demonstrar que para percepção de inundações, análises morfológicas nem sempre retratam a realidade em bacias urbanas. Frente a isto, surgiu a necessidade de analisar a microbacia hidrográfica do Lajeado do Moinho, localizado na cidade de São Sepé – RS, onde ocorrem inundações esporádicas. Sua localização está compreendida entre as coordenadas UTM 247926,71m a 253172,02m Leste e 6.661.327,51m a 6657273,26m Sul, do fuso 22S. As ferramentas utilizadas foram o SIG, ArcGis 10.5 com o auxílio da ferramenta de extensão TauDem 5.3 e Microsoft Office Excel 2016. A microbacia possui área de 7,320 Km² e perímetro de 13,891 Km, seus dados morfológicos, como coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade e densidade de drenagem, apontam para uma bacia pouco suscetível a inundações, fato que não representa originalmente a situação da microbacia, pois o relevo foi classificado como suavemente ondulado com regiões de declividades maiores contidas em áreas de solo compactado ou coberto, afetando a velocidade da água do escoamento superficial e aumentando abruptamente o volume de água dentro da rede de drenagem da microbacia.

Palavras-chave: rede de drenagem, modelagem, hidrologia.

Abstract

This study aimed to show for flood perception, morphological analyzes do not always portray the reality in urban basins. In view of this, the need arose to analyze the watershed of Lajeado do Moinho, located in São Sepé - RS, starting from its morphological characteristics. Its location is between the coordinates UTM 2479426,71m to 253172,02m East e 6.661.327,51m to 6657273,26m South, of 22S fuse. The tools used were is the SIG, ArcGis 10.5 with the aid of the extension tool TauDem 5.3 and Microsoft Office Excel 2016. The watershed has an área of 7,320 Km² and perimeter of 13,897 Km, yours morphological data, such as compactness coefficient, form factor, circularity index and drainage density, indicate to not susceptible to floods watershed, fact that does not originally represent the situation of the watershed, because the relief has been classified as smoothly wavy with areas with major slopes in regions of compacted soil or covered, affecting the runoff water velocity and abruptly increasing the volume of water inside of drainage network of micro watershed.

Keywords: drainage network, modeling, hydrology.

1 Introdução

A alteração da superfície das bacias tem impactos significativos sobre o escoamento. Ocupações ou loteamentos, onde não haja coleta de efluentes e água da chuva, acabam por incrementar este volume para corpos d'água adjacentes aos canais principais de drenagem (Sanei *et al.*, 2017), este impacto normalmente é percebido na forma de inundações, caracterizada pelo aumento de água na calha de rios que acabam por ocasionar seu acúmulo em áreas próximas a ele, onde normalmente, não estariam submersas (Sausen & Narvaes, 2013). Este fato dá-se, principalmente pela alteração nas condições ambientais a jusante da bacia (Tucci & Mendes, 2006). Tucci *et al.* (1995) ressalta que as inundações em áreas urbanas podem ocorrer devido à ausência de planejamento do uso do solo, ocasionado pelo processo de urbanização.

Bacia hidrográfica consiste na área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. É composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório (Silveira, 2001). Já as microbacias são áreas formadas por canais de 1ª e 2ª ordem e, em alguns casos, de 3ª ordem, devendo ser definida como base para a dinâmica dos processos hidrológicos, geomorfológicos e biológicos. As microbacias são áreas frágeis e frequentemente ameaçadas por perturbações, nas quais as escalas espacial, temporal e observacional são fundamentais (Calijuri & Bubel, 2006).

O levantamento das características ambientais que compõem a microbacia hidrográfica é um instrumento de pesquisa que permite conhecer a sua estrutura e funcionamento. Os resultados desses estudos são bons indicadores do potencial de recursos naturais que a bacia pode oferecer, bem como o apontamento das suas fragilidades (Ross, 2009). Estas características em uma bacia estão relacionadas aos aspectos geológicos, processos geomorfológicos, às características hidrológicas e climáticas, assim como à biota e à ocupação da Terra (Torres *et al.*, 2012). A combinação dos diversos dados morfométricos permite a diferenciação de áreas homogêneas e ainda sua importância nos estudos sobre vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas (Antonelli & Thomaz, 2007).

Diante do exposto, características morfométricas têm sido associadas a técnicas de geoprocessamento, como ferramentas para gestão ambiental territorial, devido a sua abordagem múltipla e a rapidez na geração de resultados precisos (Fonseca *et al.*, 2013). Aplicado em microbacias hidrográficas, tais ferramentas tendem a tornar o planejamento da ocupação do solo mais eficiente.

Nesse sentido, o objetivo neste estudo foi demonstrar que para percepção de inundações, análises morfológicas nem sempre retratam a realidade em bacias urbanas, necessitando de mais estudos para ter uma melhor compreensão do funcionamento particular de cada bacia hidrográfica.

2 Metodologia

2.1 Área de Estudo

A microbacia do Lajeado do Moinho situada, Figura 1, entre as coordenadas UTM 2479426,71 a 253.172,02 m Leste e 6.661.327,51 a 6657273,26 m Sul, do fuso 22, região centro estado do Rio Grande do Sul. Conforme o Plano Municipal da Prefeitura Municipal de São Sepé (2016) a classificação de Köppen-Geiger para o Município é Clima Cfa, subdivisão II 2b, apresentando clima temperado chuvoso e com chuvas bem distribuídas ao longo do ano com temperatura média anual superior a 18°C. A média pluviométrica no município é cerca de 1650 mm por ano (Agência Nacional de Águas, 2006), com população estimada é de 23.621 pessoas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019).

Silveira (2010), relata que já ocorreram fenômenos de precipitação com intensidade de 38mm em 24 horas, que foram suficientes para a ocorrência de inundações na zona urbana de São Sepé, onde a água invade casas e deixa moradores, às margens do Lajeado do Moinho, desabrigados como mostrado na Figura 2. Na área urbana, que perfaz quase a totalidade da microbacia, a impermeabilização é alta, com pouca existência de pátios gramados e jardins. As ruas são todas pavimentadas com paralelepípedos, que embora contribuam para a diminuição da infiltração, não são tão prejudiciais quanto a pavimentação asfáltica que é inexistente na área de contribuição da microbacia. A arborização, embora presente é pouco relevante (Silveira & Sartori, 2011).

2.2 Análise Morfológica

O download do modelo digital de elevação (MDE) Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (modelo numéricos de dados de relevo e da topografia) foi realizado do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) nos moldes Topodata, feito o mosaico das imagens referente à área do Município de São Sepé, esta imagem foi referenciada no sistema coordenadas UTM 22S, associado ao datum SIRGAS 2000 e transformada de float32 para 16 bits Unsigned. Com o MDE completo do município de São Sepé foi identificada a microbacia a partir da sobreposição de imagens coloridas RGB (Red, Green, Blue) por Image Analysis capturadas pelo Satélite Landsat8.

Relação de Inundações e a Caracterização Morfológica da Microbacia Hidrográfica do Lajeado do Moinho na Cidade de São Sepé - RS
Marcelo Lovato Brum; Ewerthon Cezar Schiavo Bernardi; Gabriel Bassotto Moreti; André Gonçalves Panziera & Alexandre Swarowsky

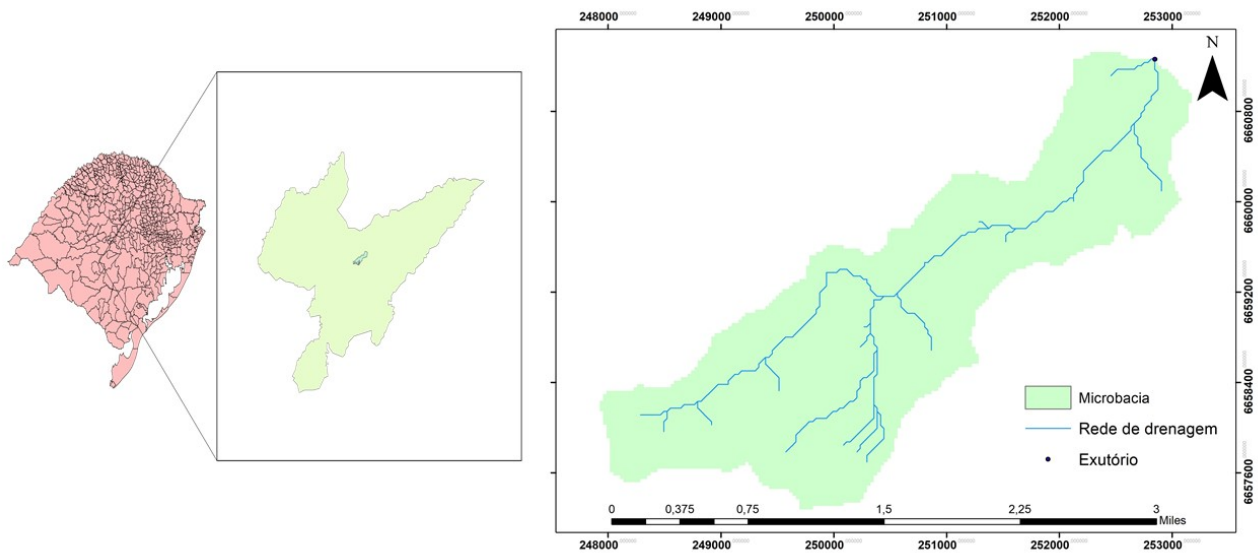


Figura 1 Localização da Microbacia do Lajeado do Moinho e do Município de São Sepé no estado do Rio Grande do Sul.



Figura 2 Ocupação da população marginal às margens do Lajeado do Moinho.

Após o modelo digital de elevação pronto, foram realizados processos na ferramenta TauDem que opera dentro do *software* ArcGis, estes comandos foram executados da seguinte maneira: O Algoritmo *Pit Remove*, processo que remove todos os poços ou buracos presentes no MDE. No raster, esses poços são as células mais baixas cercadas por um relevo mais elevado; O Algoritmo *D8 Flow Directions*, onde foi gerado o raster que mapeia o escoamento de água através do método D8, que estima para cada pixel presente na imagem oito direções para o fluxo hídrico, gerando dois arquivos raster: a direção de fluxo e a declividade. O Algoritmo *D8 Contributing Area* (primeira versão), no qual a área de contribuição corresponde aos limites da bacia hidrográfica determinado pelo ponto de escoamento. O Algoritmo *Stream Definition by Threshold*, onde gera um raster contendo a rede de drenagem.

Com estes dados prontos foi determinado o ponto de exutório da microbacia para que o algoritmo *D8 Contributing Area* que delimitasse automaticamente a microbacia, levando em considerações todos os outros dados já calculados anteriormente. Este último arquivo gera um modelo shapefile em que possui a tabela de todos os dados calculados para a microbacia, como perímetro, área, comprimento do rio principal e comprimento axial.

Os descritores morfométricos utilizados:

Coefficiente de Compacidade (Kc): É a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual da bacia, foi calculado a partir da Equação 1:

$$Kc = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

onde Kc é o coeficiente de compacidade, P é o perímetro em km e A é a área da bacia em km². Esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia independente do seu tamanho, assim quanto mais irregular ela for, maior será o coeficiente de compacidade, ou seja, quanto mais próxima da unidade um, mais circular será a bacia e será mais sujeita a inundações (Villela & Mattos, 1975).

Fator de Forma (Kf): é definido como a relação existente entre a área da bacia e o quadrado do comprimento axial da mesma, medido ao longo do curso principal até a cabeceira mais distante da foz, no divisor de águas. Ele foi calculado pela Equação 2:

$$Kf = \frac{A}{Lx^2} \quad (2)$$

em que Kf é o fator de forma, A é a área da bacia em km² e Lx é o comprimento axial da bacia em km. Uma bacia com fator de forma baixo indica que a mesma é menos sujeita

a enchentes ou inundações que outra, de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior (Villela & Mattos, 1975).

Índice de Circularidade (Ic): Tende para a unidade um à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma se torna alongada. Ele foi calculado pela Equação 3:

$$Ic = 12,57 \cdot \frac{A}{P^2} \quad (3)$$

em que Ic é o índice de circularidade, A é a área em km² e P é o perímetro em km (Tonello, 2005).

Densidade de Drenagem (Dd): É o resultado da divisão entre o comprimento total dos cursos d'água pela área da bacia. Esse índice pode variar de 0,5 km.km² em bacias mal drenadas e 3,5 km.km² ou mais em bacias bem drenadas (Villela & Mattos, 1975). A Densidade de Drenagem é dada pela Equação 4:

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad (4)$$

onde, Dd é a densidade de drenagem; Lt o comprimento total dos canais (km); A é a área da bacia (km²).

Índice de rugosidade (Ir): é adimensional e expressa a relação da densidade de drenagens com a amplitude altimétrica. Elevados valores de Ir indicam bacias sujeitas a inundações rápidas, devido a grandes desníveis entre a cabeceira e seção de referência associados a densidade da rede de drenagem (Diniz, 2008). Este índice é definido pela Equação 5:

$$Ir = Dd.H \quad (5)$$

onde, Ir apresenta o índice de rugosidade. Dd é a densidade de drenagem e H é a amplitude altimétrica da bacia de drenagem.

Tempo de concentração (Tc): É o tempo de percurso da água precipitada desde o ponto mais afastado dentro da bacia hidrográfica até a seção de referência. Sendo o tempo de concentração uma grandeza fundamental para a compreensão do escoamento produzido na área em questão (Kirpich, 1940). Este tempo foi calculado pela Equação 6:

$$Tc = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad (6)$$

onde, Tc é o tempo de concentração em minutos; L é comprimento do talvegue em Quilômetros e H é a diferença entre os pontos mais altos e baixos do talvegue.

O modelo digital de elevação foi utilizado como entrada para a geração do mapa de declividade e da altitude. A imagem de declividade gerada foi do tipo contínua, por apresentar valores reais. As classes de declividade foram separadas em seis intervalos distintos, sugeridos pela Embrapa (1979), conforme mostrado na Tabela 1.

3 Resultados e Discussão

O coeficiente de compacidade apresenta valor relativamente afastado da unidade um (1,437) e seu fator de forma, exibe um valor baixo (0,199), isto significa que a microbacia é menos sujeita a enchentes que outra, de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior. Tais características mostram que a microbacia não possui forma circular, e sim, uma forma mais alongada. Este fato pode ainda ser comprovado pelo índice de circularidade (0,476), que tenderia a unidade um à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminuindo este valor para tendência de bacias mais alongadas. A forma da bacia influencia diretamente o tempo de concentração, isto é, o tempo necessário para que toda a água chegue ao

exutório após uma precipitação (Tonello, 2005). Em bacias com forma circular, há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no rio principal. As bacias alongadas possuem menor concentração de deflúvio. Assim, a partir dos três parâmetros analisados pôde-se verificar que a microbacia apresenta forma não circular, não favorecendo a inundação quando esses parâmetros são considerados isoladamente e em condições normais de precipitação. O padrão de drenagem da bacia em estudo, de acordo com a hierarquia de ordenamento de Strahler (1957), possui ramificação de terceira ordem, bem como seu desenvolvimento assemelha-se à configuração de uma árvore indicando o padrão de drenagem dendrítica (Figura 3).

Declividade (%)	Discriminação
0 – 3	Relevo Plano
3 – 8	Relevo suavemente ondulado
8 – 20	Relevo ondulado
20 – 45	Relevo fortemente ondulado
45 – 75	Relevo montanhoso
>75	Relevo fortemente montanhoso

Tabela 1 Classificação de declividade segundo a Embrapa (1979).

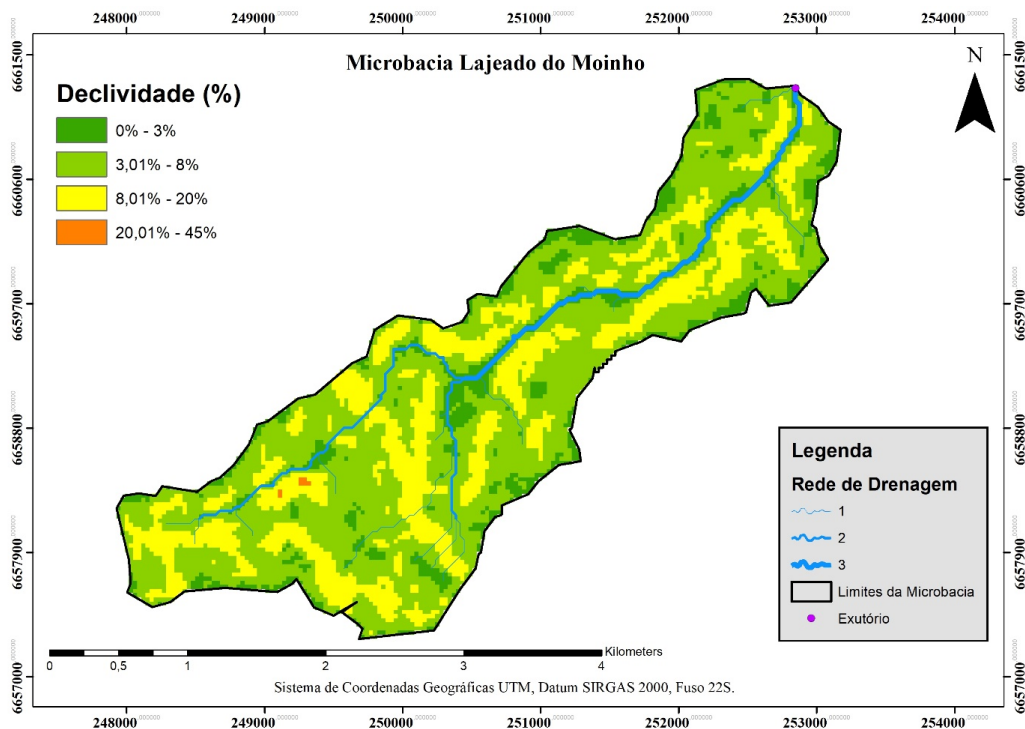


Figura 3 Localização da microbacia do Lajeado do Moinho e distribuição de sua declividade.

A Tabela 2 traz informações como a declividade média da bacia hidrográfica, uma vez que estes valores têm vital importância na distribuição da água entre os processos de escoamento superficial e subterrâneo. O aumento da velocidade de infiltração da água no solo, origina o escoamento superficial da água (Santos *et al.*, 2014). Isso ocorre uma vez que a relação entre saturação e permeabilidade do solo se alteram. A impermeabilização de áreas nas bacias urbanas pode ser responsável por alterações significativas no escoamento, podendo impactar os sistemas de drenagem urbana por inundações cada vez maiores e mais frequentes (Aragão *et al.*, 2017). Quando parte desta área da bacia encontra-se com pouca ou nenhuma vegetação, os processos de erosão e transporte de sedimentos empobrecem o solo através deste escoamento superficial, levando-os gradualmente em direção às redes de drenagem, causando comprometimento da qualidade de água nos mananciais da bacia, resultando em degradação ambiental (Suriya & Mudgal, 2012). Assim, a cobertura vegetal é fator importante na tomada de decisões do manejo de bacias hidrográficas, bem como a declividade, visto que é fator importante no escoamento da precipitação e fluxo de água no solo.

A Tabela 3, apresenta informações relativas à declividade da microbacia em que segundo a Embrapa (1979), pode ser considerada como relevo suavemente ondulado, uma vez que a maioria de sua área está entre 3 e 8%, abrangendo uma área de 4,334 Km². Por outro lado, uma área de 2,057 Km², ou seja, 28,18% da área total da microbacia é caracterizada como relevo ondulado, fator que aumenta a velocidade de escoamento da água para a rede de drenagem, podendo causar um aumento considerável do valor de vazão em alguns pontos de captação até o exutório. Pode-se analisar que os valores de maior declividade, se encontram circunjacentes às redes de drenagem, conforme a Figura 3.

A densidade de drenagem encontrada na Microbacia do Lajeado do Moinho foi de 1,895 Km/Km² (Tabela 4). Um valor baixo de densidade de drenagem representa uma resposta lenta da bacia a uma precipitação. De acordo com Beltrame, (1994) esta possui uma capacidade de drenagem mediana. O índice de rugosidade (0,329) indica que não é suscetível a inundações rápidas e sim moderadas.

Desta maneira, pode-se inferir que a Microbacia do Lajeado do Moinho apresenta ser pouco susceptível a enchentes em condições normais de precipitação.

Características da microbacia	Resultados
Área Total (Km ²)	7,320
Perímetro (Km)	13,891
Coefficiente de Compacidade (Kc)	1,437
Fator de Forma (Kf)	0,199
Índice de Circularidade (Ic)	0,476
Padrão de Drenagem	Dendrítica
Declividade mínima (%)	0
Declividade média (%)	6,32
Declividade máxima (%)	21,10
Altitude mínima (m)	68
Altitude média (m)	140,18
Altitude máxima (m)	242

Tabela 2 Valores de área, perímetro e características geomorfológicas da microbacia.

Declividade (%)	Discriminação	Área (Km) ²	%
0 - 3	Relevo Plano	0,904	12,39
3 - 8	Relevo suavemente ondulado	4,334	59,36
8 - 20	Relevo ondulado	2,057	28,18
20 - 45	Relevo fortemente ondulado	0,005	0,07
45 - 75	Relevo Montanhoso	0	0
>75	Relevo Fortemente Montanhoso	0	0

Tabela 3 Distribuição das classes de declividade da Microbacia do Lajeado do Moinho.

Características da rede de drenagem	Resultados
Ordem	3
Comprimento total (todos os canais) (Km)	13,87
Comprimento do rio principal (Km)	3,670
Densidade de drenagem (Km/Km ²)	1,895
Índice de rugosidade	0,329
Tempo de concentração (minutos)	35

Tabela 4 Valores da rede de drenagem.

4 Conclusão

As características morfológicas da Microbacia do Lajeado do Moinho, apresentam padrão de drenagem dendrítico com poucas ordens de canais. Apesar dos dados indicarem não possuir suscetibilidade a enchentes, ocasionalmente a população marginal é afetada com inundações esporádicas, em eventos de médio ou grande volume de água precipitada. Este fato deve-se, muito provavelmente, à impermeabilização do solo pela urbanização que envolve a microbacia, principalmente nas áreas de maior declividade. Isto denota que, somente estudos de análises morfológicas nem sempre retratam a realidade de bacias hidrológicas.

Ademais, áreas urbanas onde há menor índice de vegetação e maior declividade devem receber atenção do poder público, pois o aumento de espaços verdes pode ser capaz de reduzir os problemas decorrentes da elevada velocidade de escoamento superficial da água da chuva, que resultam em alagamentos, erosão e deslizamentos de solo (Locatelli *et al.*, 2017). Com o tempo de concentração sendo considerado baixo para a Microbacia do Lajeado do Moinho, pode-se levar em consideração a construção de reservatórios de contenção, servindo como instrumento para armazenar temporariamente esta água pluvial, solucionando de modo parcial as vazões de pico, contribuindo na redução dos alagamentos a jusante do rio principal.

5 Referências

Agência Nacional de Águas. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH, 2006. Disponível em: <<http://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=da8c9edf91804682b269e9d631117619>>. Acessado em 04 de setembro de 2019.

Antonelli, V; Thomaz, E.L. 2007. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. *Revista Caminhos da Geografia*, 8(21): 46-58.

Aragão, R.; Cruz, S.A.M.; Correia, O. C. E.; Machado, M. F. L.; Figueiredo, E, E. 2017. Impacto do uso do solo

pelo aumento da densidade populacional sobre o escoamento numa área urbana do Nordeste Brasileiro via geotecnologias e modelagem hidrológica. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 10(2): 543-557.

Beltrame, A.V. 1994. *Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação*. Florianópolis, UFSC, 112p.

Calijuri, M.C.; BubeL, A.P.M. 2006. Conceituação de Microbacias. In: LIMA, W DE P.; ZAKIA, M.J.B. *As florestas plantadas e a água*. Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos: Editora Rima, p. 226.

Diniz, L.S. 2008. *Regionalização de parâmetros de modelo chuva-vazão usando redes neurais*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Tese de Doutorado 213p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 1979. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, p.83.

Fonseca, S.F.; Santos, D.C.; Hermano, V.M., 2013. Geoprocessamento aplicado à análise dos impactos socioambientais urbanos: estudo de caso do bairro Santo Expedito em Buritizeiro/MG. *Revista de Geografia (UFPE)*, 30(3): 178-191.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/sao-sepe/panorama>>. Acesso em: 20 jan.2020.

Kirpich, T.P. 1940. Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds. *Journal. of Civil Engineering*, 10(6): 362.

Locatelli, M.; Sanches, P.; Polizel, J.; Filho, S.F.D. 2017. Planejamento de espaços verdes para minimização do escoamento superficial das águas pluviais. *Revista LABVERDE*, 8(2): 75-89.

Ross, J.L.S. 2009. Geomorfologia ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). *Geomorfologia do Brasil*. 5: p.351-388.

Santos, E.R.; Leite, C.R.S.; Perim, M.A.; Gonçalves, S.F.; Targa, M. S. 2014. *Urbanização Sustentável e o Escoamento Superficial em Bacia Hidrográfica*. Programa de Pós-

- Graduação em Ciências Ambientais, Universidade de Taubaté, Coleção de Recursos Hídricos, 1-13.
- São Sepé (RS). 2016. Prefeitura Municipal. Plano Municipal de Saneamento e Esgoto. São Sepé, 302 p.
- Sanei, M.; Khodadad, M.; Ghadim, F.P. 2017. Effective Instructions in Design Process of Urban Public Spaces to Promote Sustainable Development. *World Journal of Engineering and Technology*, 5, 241-253. <https://doi.org/10.4236/wjet.2017.52019>
- Sausen, T.M.; Narvaes, S.I. 2013. Desastres Naturais e Geotecnologias: Inundação. *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE*. 7: 1-38.
- Silveira, A.L.L. 2001. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. São Paulo: EDUSP, p.35-51.
- Silveira, R.D; Sartori, M.D.G. 2010. Relação entre tipos de tempo, eventos de precipitação extrema e inundações no espaço urbano de São Sepé – RS. *Revista Brasileira de Climatologia*. 6(7): p. 63-82.
- Silveira, R.D; Sartori, M.D.G. 2011. Elementos Geológicos e Geourbanos de São Sepé-RS, Brasil: Condicionantes para Estudo do Clima Urbano. *Revista Geográfica de América Central*, 2: p.1-13.
- Strahler, A.N. 1957. *Quantitative analysis of watershed geomorphology*. Transactions: American Geophysical Union, 38(6): 913-920.
- Suriya, S.; Mudgal, B.V. 2012. Impact of urbanization on flooding: the Thirusoolam sub watershed – a casa of study. *Journal of hydrology*, 412-413: 210-219,
- Torres, F.T.P.; Neto, R.M.; Menezes, S.O. 2012. *Introdução à Geomorfologia*. São Paulo, Cengage Learning, 336p.
- Tonello, K.C. 2005. *Análise Hidroambiental da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG*. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal de Viçosa, Tese de Doutorado, 69p.
- Tucci, C.E.M.; Mendes, C.A.B. 2006. Avaliação Ambiental Integrada de Bacias Hidrográficas. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente e PNUD. Apoio a Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental, 91.
- Tucci, C.E.M; Porto, R.L.L; Barros, M.T. 1995. *Drenagem Urbana*. Porto Alegre, ABRH/ Editora da Universidade/ UFRGS, 428p.
- Villela, S.M. & Mattos, A. 1975. *Hidrologia Aplicada*. Editora Mc Graw Hill, São Paulo, 245p.