

IX-006 - AVALIAÇÃO DO USO DE RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO DISTRIBUÍDA EM RESIDÊNCIAS NA MITIGAÇÃO DE PICO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM UMA MICROBACIA PERIURBANA EM PATO BRANCO/PR

Nayara Cristina Rossini Sangalli⁽¹⁾

Acadêmica de Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR/Câmpus Pato Branco/PR.

Loriane Consuelo Benda Kalinoski

Acadêmica de Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR/Câmpus Pato Branco/PR.

Cesar Augusto Medeiros Destro

Professor Adjunto do Curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR/Câmpus Pato Branco/PR.

Endereço⁽¹⁾: Rua Araribóia, 160 - Centro - Pato Branco/PR - CEP: 85501-260 - Brasil - Tel: (46) 999084259
e-mail: nayarasangalli@hotmail.com

RESUMO

Considerando os problemas advindos dos sistemas tradicionais de drenagem urbana, seus elevados custos, bem como o impacto das mudanças observadas no hidrograma das bacias urbanizadas, o presente trabalho objetivou simular e avaliar o impacto da implantação de um sistema de drenagem sustentável, mais especificamente estruturas de retenção distribuídas, em uma pequena área de contribuição. As simulações foram realizadas em um loteamento no município de Pato Branco/PR, do qual foi delimitada uma quadra para a implantação dos reservatórios, visando avaliar o impacto no sistema de galerias, sem considerar o uso das águas pluviais na edificação. Foram criados cenários de uso e ocupação do solo conforme prevê o Plano Diretor do município. Um dos cenários considerou seu estado natural, sem impermeabilização (pré-urbanização), e outro o estado urbanizado (pós-urbanização). Para as simulações, se obteve os dados de duas séries temporais de precipitação com diferentes intensidades e durações, no intuito de verificar o comportamento do reservatório de retenção em diferentes situações. Para as simulações se utilizou o software EPA SWMM, que possibilitou implementar os cenários em estudo bem como a medida compensatória. Os resultados mostraram que as bacias de retenção distribuídas foram eficientes para amenizar os picos de escoamento superficial de forma sustentável, além de aumentar o tempo de pico da área considerada nas simulações.

PALAVRAS-CHAVE: Retenção Distribuída, Drenagem Pluvial Urbana, Sustentabilidade, EPA SWMM.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização se deu de forma rápida em meados do século XX, onde a população se expandiu rapidamente, e passou a ocupar um espaço reduzido e a disputar recursos naturais tais como água e solo. Esse processo de desenvolvimento urbano teve um alto impacto na transformação do ambiente rural para ambiente urbano, e provocou alterações nos ciclos hidrográfico e biogeoquímicos. O Brasil cresceu de forma desenfreada nos últimos anos e a população urbana ultrapassou a casa dos 80%, próximo à saturação, sem que a infraestrutura urbana acompanhasse tal evolução (TUCCI, 2008).

Sem a dada infraestrutura, a urbanização acarretou graves danos para a população e para as cidades, tais como as enchentes em áreas ocupadas, provocando destruição, doenças e prejuízos ao estado. Especificamente quanto ao ciclo hidrológico, a urbanização e a consequente impermeabilização do solo diminuíram a infiltração no solo, as cheias dos rios, o aumento do escoamento superficial, a carga de sedimentos carregados, e o depósito dos mesmos nos rios (SANTOS, 2009).

A ampla utilização dos sistemas tradicionais de drenagem aliada a prática frequente de métodos não sustentáveis, bem como a falta de planejamento é muito comum em países em desenvolvimento. Para mitigar os efeitos dessa combinação de fatores não desejáveis, os sistemas de drenagem sustentável têm o objetivo de melhorar a qualidade de vida das pessoas ao mesmo tempo em que buscam restabelecer o ciclo hidrológico natural, outrora alterado em função da impermeabilização do solo por conta da urbanização (WOODS-BALLARD, 2015). Os sistemas sustentáveis vêm sendo implantados gradativamente, apesar da ainda baixa adesão de tais técnicas no Brasil.

No intuito de promover qualidade de vida da população e a sustentabilidade ambiental, esse trabalho objetivou avaliar o impacto da utilização de reservatórios de retenção distribuída, prática que se enquadra nos sistemas sustentáveis de drenagem urbana, para mimetizar o ciclo hidrológico natural da bacia em estudo. Nesse sentido, a área de estudo foi caracterizada do ponto de vista do uso e ocupação do solo atual e futura, além de se considerar dados de precipitação e permeabilidade do solo para simulação utilizando o software *Storm Water Management Model* (SWMM), desenvolvido pela Agência Ambiental Norte Americana (EPA).

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo simular a implantação de reservatórios de retenção distribuída em residências de um loteamento periurbano do município de Pato Branco/PR e avaliar o impacto nas vazões de pico do sistema tradicional de drenagem pluvial.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na cidade de Pato Branco/PR, no loteamento Araucária, situado no bairro Gralha Azul. A cidade é situada no sudoeste do estado do Paraná e, segundo dados coletados no Instituto Brasileiro Geografia e Estatísticas (IBGE), conta com uma população de 80.710 habitantes. Possui uma área de 537,8 km² e a densidade demográfica é de 134,25 hab/km².

O loteamento encontra-se desabitado por se tratar de um empreendimento novo, contando apenas com a pavimentação asfáltica nas ruas, e ampla área permeável. Dessa forma, pode-se estudar o comportamento atual do hidrograma na área e, a partir da formulação de cenários futuros, o comportamento do hidrograma em situação de pós-urbanização. A partir disto, se pode implementar a proposta de armazenamento na fonte, utilizando reservatórios de retenção distribuída. Posteriormente, se realizou as simulações e o comparativo entre os dados de cada cenário.

A taxa de ocupação dos lotes foi obtida considerando-se a taxa de permeabilidade do solo disposta no Plano Diretor Urbano do município de Pato Branco para o bairro Gralha Azul. Desse modo, se definiu a área impermeável máxima do loteamento bem como a área permeável média do local em estudo.

Os dados para alimentação do software EPA SWMM foram extraídos do projeto de drenagem pluvial urbana do loteamento. Cotas terreno, localização das bocas-de-lobo, profundidades dos poços de visitas, diâmetro, extensão e declividade das tubulações, dentre outras informações foram fornecidas para o início das simulações.

Os cenários de ocupação futura do loteamento foram formulados tendo como base a ocupação já existente nos arredores e os tipos de edificações nos bairros vizinhos. O cenário futuro considerou a área completamente ocupada, no intuito de se comparar as situações de pré e pós-urbanização. A seguir, para o cenário de pós-urbanização, se acrescentou os reservatórios de retenção distribuída como medida compensatória. O dimensionamento dos reservatórios de retenção foram realizados com base na NBR 15.527/2007 – Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.

As estimativas de escoamento superficial foram realizadas utilizando o método da curva número (CN). O CN adotado para cenário de pré-urbanização foi CN = 77 (DINGMAN, 2015). Além disso, a porcentagem de impermeabilização do solo foi considerada igual a 10%, correspondente apenas as áreas de vias públicas e passeios. Para o cenário de pós-urbanização do loteamento se considerou que a área é uma zona residencial com área de lotes inferiores a 500 m², cujo valor de CN = 92, para o grupo de solos classificação D segundo o estudo aplicado de Balena et al (2009), sendo o solo predominante do município. Além disso, se considerou

60% de impermeabilização. A Figura 1 apresenta um fluxograma simplificado da aplicação das simulações e dados básicos aplicados.

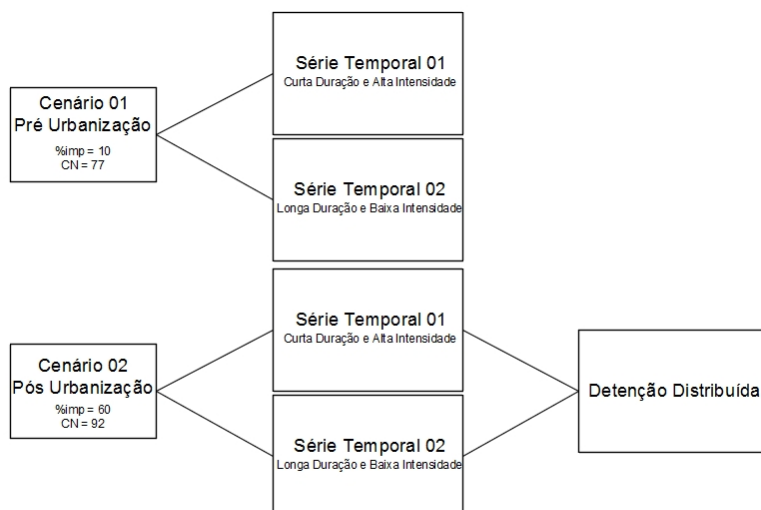


Figura 1 – Fluxograma das simulações realizadas

Cada bacia de detenção contou com um orifício de saída, cujo diâmetro foi estimado com base na vazão de saída da situação de pré-urbanização de cada sub-bacia para a chuva de alta intensidade. Tal procedimento foi realizado para que a bacia de detenção armazene a água que supostamente iria infiltrar no solo na condição de pré-urbanização, e lance gradativamente a água no sistema de galerias pluviais, amenizando o pico de escoamento superficial, que a impermeabilização do solo traz consigo.

Os dados da série temporal de chuva utilizada para as simulações foram coletados do site do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), localizado próximo a área de estudo na estação Alvorada, número 411850102A. Conforme mencionado, foram coletados os dados de duas séries temporais de precipitação, ocorridas na cidade de Pato Branco-PR.

Uma das séries considerada nas simulações precipitação de curta duração e alta intensidade, ocorrida em 14/03/2015 denominada ST1 (Figura 2). A outra série temporal foi considerada uma precipitação de longa duração e baixa intensidade, ocorrida em 09/10/2017, denominada ST2 (Figura 3). O presente trabalho reporta os resultados das simulações utilizando a ST1, cujos resultados foram mais significativos.

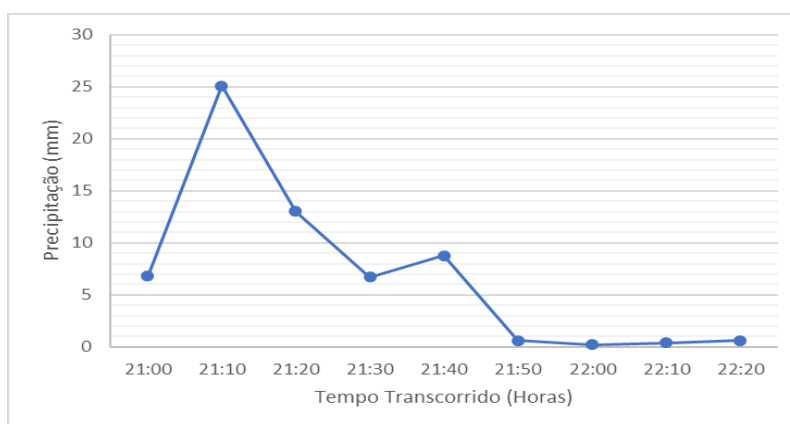


Figura 2 – Série temporal 01 (ST1), da precipitação ocorrida em 14-03-2015.

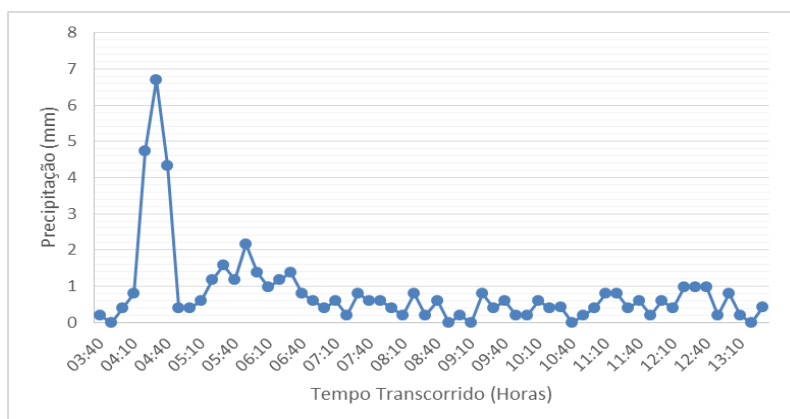


Figura 3 – Série temporal 02 (ST2), da precipitação ocorrida em 09-10-2015.

Para fins de simulação, foram selecionados dois quarteirões com influência de 24 lotes. Esses lotes foram subdivididos em 6 sub-bacias com áreas de 0,16 hectares cada, abrangendo 4 lotes. A Figura 3 apresenta as sub-bacias bem como as bocas-de-lobo, tubos de ligação e galerias pluviais inseridas no software EPA SWMM.

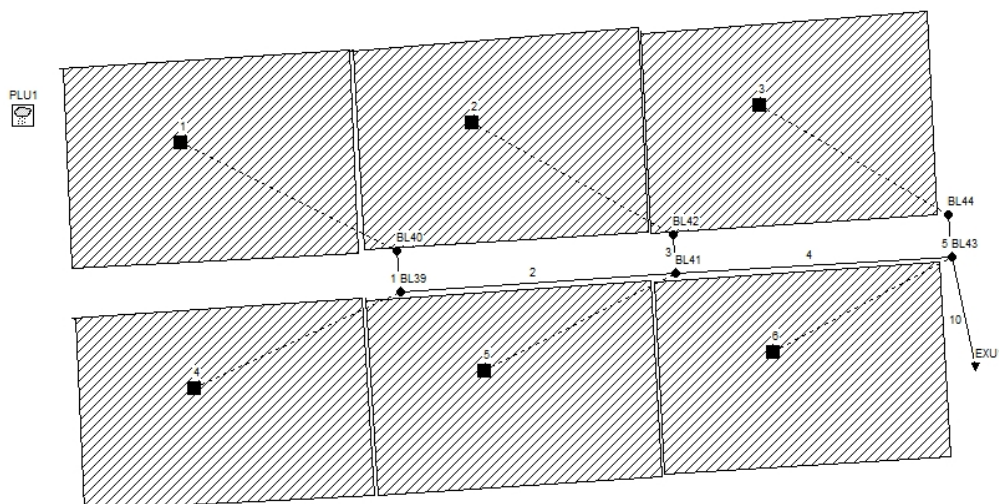


Figura 4 – Entrada de dados e sistema de drenagem tradicional representados no EPA SWMM.

Na Figura 4, apresenta-se a localização das bocas-de-lobo (BL40, BL39, BL41, BL42, BL43 e BL44), e o ponto denominado de exutório (EXU1) desse recorte de trecho da microdrenagem.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Cenário de pré-urbanização com a ST1

Analisando os resultados provenientes da simulação, foi obtida a precipitação total e a infiltrada na área das sub-bacias. A precipitação total em cada sub-bacia foi de 10,35 mm, a precipitação infiltrada foi de 8,199 mm. Houve um escoamento superficial de 1,841 mm e um armazenamento superficial final de 0,331 mm. Foi considerada a ocorrência de evaporação e se considerou 7 dias para a precipitação antecedente.

A Figura 5 mostra a afluência total em cada uma das bocas-de-lodo. O hidrograma final da área de estudo para a situação de pré-urbanização utilizando a ST1 corresponde a afluência na BL43 (ver Figura 4 e Figura 5). A vazão de pico observada para essa situação foi de 6,93 L/s.

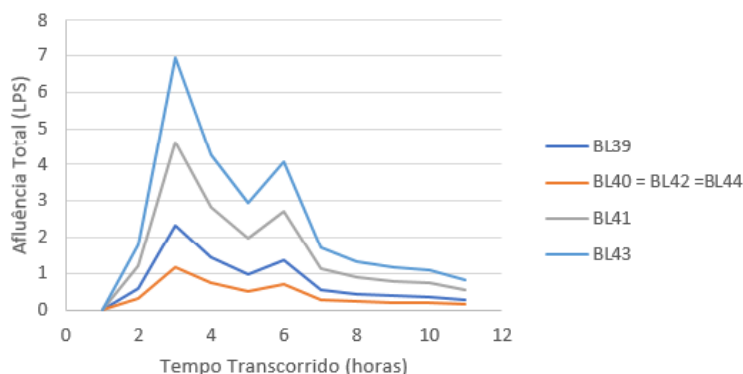


Figura 5 – Afluência total nas bocas-de-lobo para o cenário de pré-urbanização utilizando a ST1

Cenário de pós-urbanização com a ST1

Para essa situação, a precipitação total em cada sub-bacia foi de 10,35 mm, assim como para a situação anterior uma vez que a chuva utilizada foi a mesma. Por outro lado, a precipitação infiltrada foi de 1,79 mm e houve um escoamento superficial de 8,37 mm. Houve, portanto, um aumento de 6,73 mm no escoamento superficial.

A Figura 6 mostra a afluência total em cada uma das bocas-de-lodo. O hidrograma final da área de estudo para a situação de pós-urbanização utilizando a ST1 corresponde a afluência na BL43 (ver Figura 3 e Figura 4). A vazão de pico observada para essa situação foi de aproximadamente 45,0 L/s.

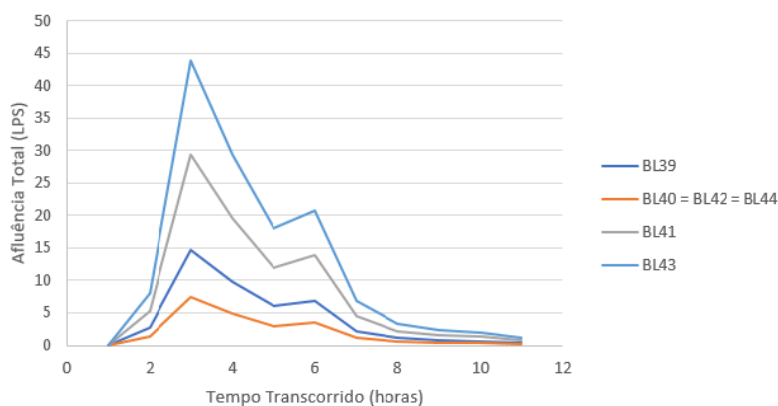


Figura 6 – Afluência total nas bocas-de-lobo para o cenário de pós-urbanização utilizando a ST1

Observando os dados obtidos nos dois cenários, com a mesma precipitação, tem-se o comparativo de como uma área urbanizada pode modificar o hidrograma final de uma determinada área. A vazão de pico do hidrograma no cenário 01 foi de aproximadamente 7 L/s, já na área urbanizada ela cresceu quase sete vezes mais, dando um salto para aproximadamente 45 L/s. Esses dados em grandes quantidades são bem expressivos, e podem afetar a área a jusante que receberá essas águas de uma forma impactante se não for bem planejada.

Cenário de pós-urbanização com a ST1 incluindo bacias de detenção

A vazão de saída de cada sub-bacia no cenário de pré-urbanização foi de 1,16 L/s, já no cenário de pós-urbanização foi de 7,42 L/s. O reservatório de detenção distribuída deveria, portanto, atenuar esse aumento de vazão e aproxima-la da vazão do cenário de pré-urbanização.

Uma vez incluídas as bacias de detenção em cada sub-bacia, se avaliou a redução no pico de escoamento superficial proporcionado pelas mesmas. Inicialmente se optou por um diâmetro de 20 mm para o orifício de saída das bacias de detenção. No entanto, após as primeiras simulações, foi observado que o tempo de

esvaziamento das mesmas estava muito grande. Para contornar tal problema, optou-se em aumentar o diâmetro do orifício de saída para 35 mm, otimizando o seu funcionamento e, ao mesmo tempo, a vazão de pico observada foi mais próxima a vazão de pré-urbanização. A Figura 6 apresenta o hidrograma no exutório da área de estudo (igual a vazão na BL43) referente a simulação realizada no cenário de pós-urbanização com a ST1 com a inclusão das bacias de retenção.

Na Figura 7 pode-se observar o pico de escoamento superficial de aproximadamente 7,5 L/s, valor próximo a situação de pré-urbanização. As bacias de retenção distribuída, portanto, podem contribuir de forma efetiva para o controle do escoamento superficial na área de estudo aliviando a pressão exercida pela urbanização nos sistemas de drenagem urbana.

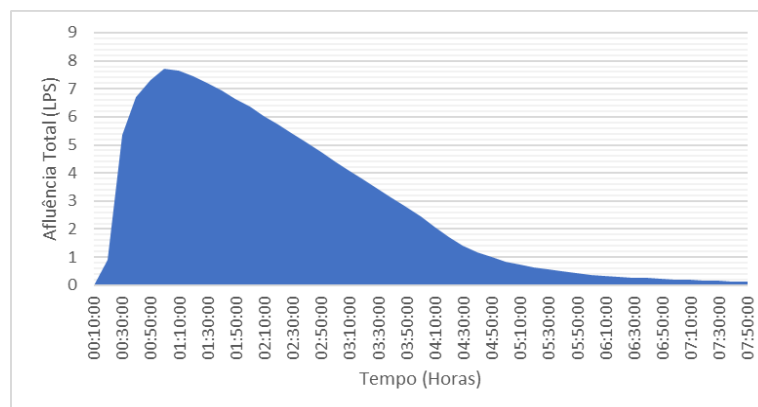


Figura 7 – Hidrograma final com a utilização das bacia de retenção.

Comparação dos resultados das simulações

A Figura 8 demonstra o comportamento dos cenários com relação a Série Temporal 01 - alta intensidade, curta duração, nos cenários de pré e pós-urbanização, e pós-urbanização com a implantação das bacias de retenção distribuídas no local de estudo. No cenário de pós-urbanização, o hidrograma apresentou vazão de pico mais elevada em comparação com os outros dois cenários. No entanto, o tempo de pico dos cenários de pré e pós-urbanização foram iguais. A utilização das bacias de retenção distribuídas, além de reduzirem o pico de escoamento superficial, contribuiu para aumentar o tempo de pico.

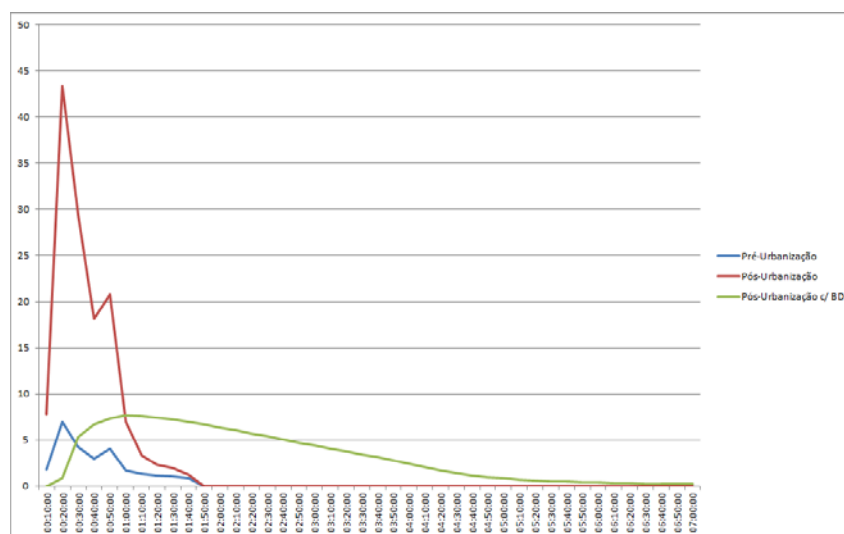


Figura 8 – Comparativo dos hidrogramas obtidos no exutório da bacia utilizando a ST1.

Quanto às bacias de retenção, se notou que as mesmas ficaram superdimensionadas mesmo com a utilização de um coeficiente para minoração na etapa de dimensionamento. Isso ficou evidenciado pelas lâminas de água nas bacias, que se mantiveram sempre baixas e, em nenhuma das simulações, ocorreu o transbordamento das mesmas, sendo necessária a utilização de um extravasor. Nesse sentido, o dimensionamento das bacias de retenção deveria ser otimizado, visando economia.

CONCLUSÕES

A simulação no cenário de pós-urbanização sem medidas mitigatórias gerou um hidrograma cujo pico de escoamento superficial se mostrou consideravelmente maior do que no cenário de pré-urbanização.

Levando em consideração que a área estudada foi limitada a apenas dois quarteirões do loteamento, e pode ser considerada pequena em comparação com o restante da área, pode-se dizer que os sistemas de retenção distribuída demonstraram-se eficientes para amenizar os picos de escoamento superficial de forma sustentável se replicada para os demais quarteirões do loteamento.

O presente estudo optou por considerar somente o efeito dos reservatórios de retenção no escoamento superficial da bacia para delimitação do tema. Entretanto, os reservatórios poderiam ser utilizados para uso não potável de água nas edificações, no intuito de não somente de atenuar os picos de escoamento, mas visando a economia de água potável, que poderiam acarretar ganhos para a população de maneira geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2014) NBR 15.527 - *Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos*. Rio de Janeiro, RJ.
2. BALENA, R., BORTOLINI, E., TOMAZONI, J. C. (2009) Caracterização dos Tipos de Solos do Município de Pato Branco através Técnicas de Geoprocessamento. *Synergismus Scyentífica*, v. 4, n. 1.
3. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016) *PAS - Pesquisa Anual de Serviços*.
4. DINGMAN, S. L. (2015) *Physical Hydrology*. University of New Hampshire. Waveland Press, 3 Ed. 643 p.
5. SANTOS, M. A. V. (2009) *Manejo de Águas Pluviais e a Sustentabilidade da Drenagem Urbana: Estudo sobre o Serviço de Manutenção e Conservação da Drenagem de Salvador*. Dissertação Mestrado, 154 p.
6. TUCCI, C. E. M. (2008) *Águas urbanas*. Estudos Avançados, v. 22, n. 63.
7. WOODS-BALLARD, B. et al. (2015) *The SUDS manual*. Londres: CIRIA, 968 p.