

SOLUÇÕES PARA MINIMIZAR AS INUNDAÇÕES NA ÁREA CENTRAL DE PATOS DE MINAS

Francielle de Paulo Lehueur¹
Diego Roger Borba Amaral²

168

Resumo: Com o avanço da urbanização, muitas pessoas acabam tomando atitudes inapropriadas que afetam o ambiente em que vivemos, ou seja, devido a um acúmulo muito grande de lixo em áreas de escoamento, é grande o número de poluição e enchentes. Este trabalho refere-se ao estudo do escoamento superficial urbano e apresenta soluções para minimizar as inundações em uma área crítica pontual no bairro centro, localizado na cidade de Patos de Minas-MG, com o objetivo de analisar o conceito e a eficiência do sistema de drenagem, bem como os impactos decorrentes da ação de águas pluviais. Portanto, é utilizada a metodologia do estudo de caso, que através de pesquisas bibliográficas, consultas em órgãos públicos, e utilização de mapas, é possível chegar a propostas de melhorias visando a minimização destes problemas. Este trabalho apresenta um método sequencial, pois cada informação é necessária para chegar às propostas de melhorias para a área estudada. O maior índice de inundação da área estudada é gerado em vias de pavimento asfáltico, ou seja, em áreas onde existe um alto índice de impermeabilização do solo. Sendo assim, foram adotadas medidas para contribuir na minimização de inundações e garantir qualidade de vida para a população, tais como, uma conscientização da população sobre os problemas causados por lixo jogados em lugares inadequados e novos sistemas eficientes em drenagem urbana.

Palavras-chave: Escoamento Superficial Urbano. Inundação. Patos de Minas. Impermeabilização.

Abstract: With the advancement of urbanization, many people end up taking inappropriate actions that affect the environment in which we live, that is, due to a very large accumulation of waste in runoff areas, the number of pollution and floods is great. This work refers to the study of the urban surface runoff and presents solutions to minimize flooding in a critical area in the central district, located in the city of Patos de Minas-MG, with the objective of analyzing the concept and efficiency of the drainage, as well as the impacts resulting from the action of rainwater. Therefore, it is used the methodology of the case study, which through bibliographical research, consultations in public agencies, and the use of maps, it is possible to arrive at proposals for improvements aimed at minimizing these problems. This work presents a sequential method, since each information is necessary to reach the improvement proposals for the studied area. The highest flood index of the studied area is generated in asphalt pavement, that is, in areas where there is a high index of soil waterproofing. Thus, established measures were adopted to contribute to the minimization of floods and to guarantee quality of life for the

¹ Engenheira Civil pela Faculdade FINOM de Patos de Minas. Possui experiência na área de Engenharia Civil. E-mail: francielle-lehueur@hotmail.com.

² Engenheiro Civil pela Universidade de Uberaba. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia. Professor e Coordenador do Curso de Engenharia Civil da Faculdade FINOM de Patos de Minas. Possui experiência na área de execução de obras residenciais, de infraestrutura e obras públicas. E-mail: diegoamaral.eng@hotmail.com

population, such as raising awareness of the problems caused by litter in inappropriate places and new efficient urban drainage systems.

Key words: Urban Surface Drainage. Inundation. Patos de Minas. Waterproofing.

1 INTRODUÇÃO

O índice de áreas construídas e pavimentadas nas áreas urbanas tem aumentado constantemente em virtude do crescimento e desenvolvimento populacional. Consequentemente, a taxa de áreas permeáveis nas cidades vem regredindo drasticamente, gerando uma série de impactos ambientais que podem ser a curto e a longo prazo.

As enchentes em áreas urbanas são definidas em dois tipos. Uma delas é a enchente em áreas ribeirinhas, são aquelas que ocorrem quando existe um evento chuvoso ao extremo. Já o outro tipo de enchente é formado pela urbanização, quando o solo. As enchentes só acontecem devido a condição do solo, por isso é necessário ter um planejamento urbano.

A impermeabilidade do solo nas áreas urbanas altera o escoamento superficial nos períodos chuvosos e, em consequência, aumenta o número de inundações nas áreas baixas das cidades. As inundações são decorrentes das intervenções antrópicas nas drenagens, fatores geomorfológicos e mau planejamento urbano. Dessa maneira, “a utilização dos pavimentos permeáveis em áreas urbanas visa: reduzir a vazão drenada superficialmente, melhorar a qualidade da água e contribuir para o aumento da recarga da água subterrânea” (TUCCI, 2001, p. 21).

Neste contexto, esse estudo propõe alternativas para aumentar a infiltração das águas pluviais no lençol freático, e reduzir o escoamento superficial que ocasiona as inundações nas áreas baixas do centro da cidade. Este estudo é relevante por apresentar propostas de melhoria e atenuação dos problemas que a cidade de Patos de Minas apresenta em relação ao acúmulo de água nas partes mais baixas da cidade.

Portanto, o objetivo geral desta pesquisa é analisar e propor soluções para minimizar as inundações na área central de Patos de Minas - MG, detectando os principais problemas de escoamento que provocam alagamentos em períodos chuvosos. Os objetivos específicos são estudar o escoamento superficial na área central de Patos de Minas; analisar o índice pluviométrico da cidade nos últimos anos.

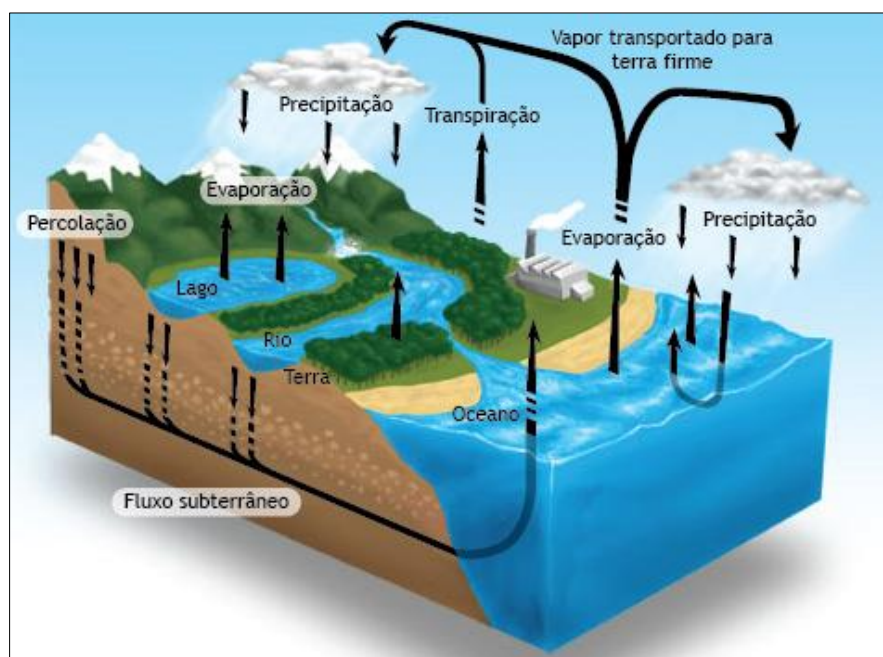
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Tucci (1997) as enchentes nas cidades brasileiras são derivadas da inadequação do descarte de lixo, desmatamento e falta de plano diretor ativo. “Plano diretor é um instrumento básico de um processo de planejamento municipal para a implantação da política de desenvolvimento urbano, norteador a ação dos agentes e privados” (ABNT NBR 12267,1992, p.1). Portanto o plano diretor é crucial para a prosperidade e funcionamento de um município.

2.1 Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico (Figura 1) é definido pela circulação entre a água e a superfície, sendo então associada pela gravidade e rotação da Terra. Ou seja, o ciclo hidrológico é representado pelos diversos estados físicos que a água passa. Sendo assim, o Sol tem um fator fundamental para que esse ciclo ocorra, pois ele impulsiona a água da superfície terrestre para a atmosfera, porém nem toda água que passa por esse processo alcança a superfície terrestre, pois grande parte pode voltar a evaporar-se.

Figura 1– Ciclo Hidrológico.



Fonte: Ferreira (2012).

Paz (2004) aponta que o ciclo hidrológico é um ciclo contínuo, pois, a água está sempre em movimento. Assim o seu início se dá a partir da evaporação dos oceanos, ou seja, o gelo derrete e passa para o estado líquido, atravessa alguns processos para alcançar a superfície da Terra e depois volta ao seu estado natural, sendo esse o ciclo de vida da água.

Segundo Tucci e Mendes (2006), o sistema da circulação que a água passa é extremamente dinâmica. Por isso, acontece uma precipitação do resfriamento do ar formando nuvens, que são precipitadas pela formação de chuva e neve, sobre mares e superfície terrestre. Sendo assim, a água que está evaporada consegue se manter na atmosfera por apenas dez dias.

2.2 Bacia Hidrográfica

A bacia hidrográfica é uma fonte de captação da água, onde faz convergir o escoamento da mesma para apenas um único ponto de saída. A sua constituição é definida por um conjunto de superfícies vertentes e uma rede de drenagem que é formada pelos cursos que a água faz até chegar a este ponto de saída e ser escoada. Ela pode ser considerada como o caminho que a água faz desde a captação da chuva até o seu destino final, ou seja, até o ponto que ela será enxuta. O território onde acontecem bacias hidrográficas é onde são desenvolvidas atividades humanas sendo, áreas urbanas, industriais, agrícolas, entre outras (PORTO, 2008).

Segundo Trindade e Pereira Filho(2010), bacias hidrográficas são um conjunto de terras que foram drenadas por um rio, sendo compostas por divisores de água, onde as águas provenientes da chuva formam riachos e rios, ou infiltram no solo, possibilitando a formação de nascentes e do lençol freático. Isto é, a água que compõem os rios determina caminhos para que as águas captadas pelas chuvas formem novos destinos, para que não apenas sejam compostas pelos rios e virem riachos ou componham nascentes.

2.3 Precipitações

As precipitações são um dos mais importantes componentes do ciclo hidrológico, pois elas fazem uma ligação da água da atmosfera com a água do solo, assim, podem ser consideradas como todas as formas de umidade transferidas da atmosfera para a superfície terrestre.

Já Studart (2004, p. 1) define precipitação como sendo“(..) o processo pelo qual a água volta à terra, pela condensação do vapor d’água contido na atmosfera”. Isso só ocorre porque a força gravitacional supera a força que mantém a umidade suspensa. Sendo assim, a umidade atinge o solo como chuva granizo, entre outros. Porém para que isso aconteça, é necessário que haja a colisão de micropartículas de água ou agregação de microcristais de gelo.

Para Studart (2004), a precipitação é um termo geral para classificar todas as formas de água depositadas na superfície terrestre, como por exemplo: chuvisco, chuva, neve, saraiva, granizo, orvalho e geada.

2.4 Tipos de Chuva

Os tipos de chuva se classificam conforme o tipo de causa que o gerou.

2.4.1 Chuva convectiva ou de verão

O aquecimento constante da superfície terrestre acaba gerando gradientes horizontais e verticais de temperatura e pressão atmosférica. Em função do albedo (superfícies claras refletem mais energia, superfícies escuras absorvem mais energia e, portanto, se aquecem mais longo do dia), diferentes superfícies refletem e absorvem quantidades diferentes de energia (SANTOS, 2015).

As chuvas de verão são conhecidas por serem de abrangência local. O aquecimento desigual em suas camadas de ar gera um equilíbrio instável em suas camadas de ar, porém qualquer perturbação que ocorra, pode afetar camadas de ar geralmente mais quentes e atingir altitudes extremamente altas.

Esse tipo de chuva ocorre geralmente no final da tarde e início da noite, através de volumes intensos em curto intervalo de tempo. Geralmente são ocorridas em centros urbanos por causa de sua drenagem ineficiente e baixa infiltração do solo, fazendo com que os alagamentos sejam cada vez mais comuns. Ocorrem geralmente nas estações mais quentes do ano, por causa da intensidade no aquecimento da superfície (SANTOS, 2015).

2.4.2 Chuva ciclônica

O tipo de chuva ciclônica é resultado de duas massas de ar que contém características de temperatura e umidade diferentes, sendo assim, a massa de ar quente sobe, o ar se resfria e é aproximado ao período de saturação, assim se formam nuvens e precipitações.

À transição de uma passagem de frente quente até a passagem de frente fria é formada por chuviscos, essas chuvas são caracterizadas por serem da zona de baixas pressões, predominando em regiões altamente temperadas, principalmente na estação do inverno (SANTOS, 2015).

Esse tipo de chuva é caracterizado por sua longa duração, onde existe uma baixa e moderada intensidade que se espalha em grandes áreas. É de extrema importância para o desenvolvimento e manejo de projetos e bacias hidrográficas (CARVALHO, MELLO e SILVA, 2006).

2.4.3 Chuva Orográfica

Esta chuva resulta de uma subida forçada do ar em enormes quantidades de altitudes por encontrar cadeias montanhosas, e por gerar resfriamento e condensando a sua rota. Ao realizar a subida do ar, é possível atingir o orvalho, ou seja, é a temperatura que a água passa de vapor para líquida, e assim condensa-se formando nuvens e pode gerar precipitações.

Essas chuvas são representadas por apresentarem maior duração e menor intensidade, esse tipo de chuva é frequente em áreas onde o relevo é acidentado, onde sopram ventos úmidos.

Ocorre uma maior intensidade deste tipo de chuva no inverno ou em períodos noturnos, pois a terra está mais fria de que a água do oceano, sendo assim o ar que está carregado de umidade é obrigado a subir e encontrar com a massa de ar, e se torna cada vez mais densa, por ser exposta a esse contato (SANTOS, 2015).

2.5 Escoamento superficial urbano

Castro (2011) afirma que o escoamento superficial originário da água pluvial é causado pelas áreas impermeabilizadas, tais como: áreas residenciais, comerciais, industriais, ruas e estradas. Toda superfície impermeabilizada influi no escoamento superficial, isto é, toda superfície que tiver a permeabilidade reduzida terá excesso de escoamento superficial no período das precipitações.

O aumento do escoamento superficial é uma consequência oriunda da urbanização, que amplifica o risco de inundações. De acordo com Castro (2007), o aumento da velocidade de escoamento reduz o tempo de absorção, mesmo mantendo constante o escoamento superficial, são suficientes para o crescimento dos picos de vazões.

2.6 Causas de inundações nas áreas centrais urbanas

174

São várias as causas de inundações em centros urbanos, tais como: impermeabilização dos solos e a falta de saneamento básico adequado em várias regiões do Brasil e do mundo, desmatamento e projetos ineficazes de captação de água pluvial.

2.6.1 Resíduos Sólidos Urbanos

O lixo é considerado toda aquela sobra que você descarta em sacolas plásticas e vai direto para o aterro sanitário, porém em grandes cidades esses lixos são descartados em céu aberto, o que ocasiona a poluição tanto do ambiente quanto de bocas de lobo, córregos, rios entre outros. Grande parte do lixo urbano produzido é relacionado ao fato de uma crescente massa de industrialização e consumo de produtos, ou seja, o ser humano sempre busca realizar os seus desejos e empresas que abrangem diversos ramos procuram lançar vários produtos para conseguir atingir seu público alvo (MUCELIN e BELLINI, 2008).

Um dos maiores problemas que ocasionam as inundações é a má qualidade em serviços urbanos, ou seja, deve haver frequentemente a coleta de lixos, limpeza das ruas, reciclagem, forma como os lixos estão sendo distribuídos e a frequência das chuvas (BORGES, 2013).

Segundo Freitas e Ximenes (2012), o lixo descartado em locais inadequados pode influenciar em poluição do solo e contribuir com problemas como as inundações que atingem diversos bairros. Além disso, as águas trazidas pelas enchentes podem contribuir com a poluição da água que é fornecida para os seres humanos e, com isso, aparecem diversos problemas de saúde, causados pela ingestão de águas contaminadas.

2.6.2 Desmatamento

Falcão e Noa (2016) definem o desmatamento como sendo a conversão de uma terra com floresta para terra sem floresta, ou seja, o homem procurando satisfazer as suas vontades

como ser humano, utilizam-se de madeira para fazer papel e usam para outros destinos. Porém, com o desmatamento ocorrem vários problemas para o ambiente e para o ser humano.

As causas do desmatamento não se encontram completamente compreendidas, essa informação pode vir afetada por diversos fatores, como baixa qualidade dos dados, abordagem metodológica, entre outros. Mas um dos maiores fatores que está diretamente relacionado as causas de desmatamento é o crescimento urbano, ou seja, para se construir casas é preciso evacuar locais onde tenha árvores impedindo a construção (ARRAES, MARIANO e SIMONASSI, 2012).

Por causa de um enorme número de desmatamento, as cidades ficam sem áreas de escoamento de águas e ocorrem as inundações, com isso é enorme o número de casas e ruas atingidas pela enchente.

2.6.3 Projetos ineficazes de captação de água pluvial

Para Bona (2014), a população utiliza a água da chuva desde o tempo dos Incas, Maias e Astecas, mas devido a inovação de tecnologias altamente capacitados, esse reaproveitamento foi perdendo força e deixando de existir na maioria dos países. Atualmente foi inserido novamente essa utilização de água em países desenvolvidos, sendo seu uso destinado para residências, indústrias, agricultura entre outros.

“O assoreamento dos rios também é um impacto em função do gerenciamento inapropriado da água de chuva” (LOIOLA e KOTESKI, pg. 22, 2015).

2.7 Soluções para minimizar as inundações em áreas centrais urbanas

Existem várias formas de minimizar as inundações em áreas centrais, entre elas se encontram: pavimento permeável, calçada ecológica drenante, aumento do sistema de drenagem e obras de reaproveitamento da água pluvial em residências e áreas institucionais.

2.7.1 Pavimento Permeável

De acordo com Virgillis (2009), o pavimento permeável é aquele que causa um efeito positivo no meio ambiente, por apresentar em sua composição elementos porosos e permeáveis, influenciando na Hidrologia. A sua construção está interessada em contemplar um apelo à

drenagem urbana, pois, através dele é possível ter um aumento da permeabilidade no solo urbano e, com isso, torna-se uma importante ferramenta de drenagem.

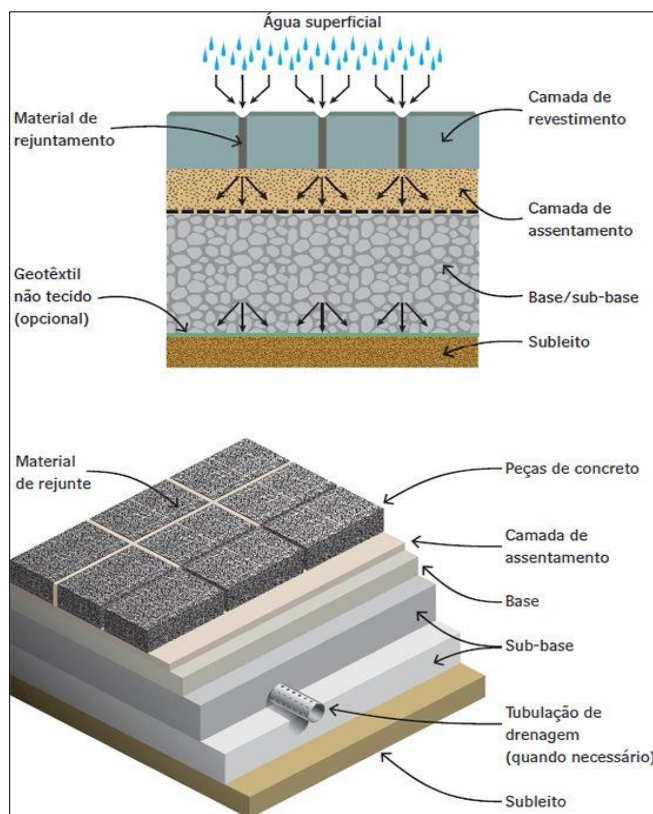
Os pavimentos permeáveis são classificados por Sales (2008, p.17) como sendo:

[...] estruturas que apresentam camadas porosas ou perfuradas que permitem a infiltração de parte das águas que escoam superficialmente para dentro de sua estrutura que passa a funcionar como um reservatório de material granular, esta água, posteriormente, é absorvida pelo solo (SALES, 2008, p. 17).

176

Pavimentos permeáveis (Figura 2) são caracterizados como aqueles que possuem um espaço livre em sua estrutura para que a água possa atravessar. O pavimento permeável possibilita que até 100% da água seja infiltrada em sua estrutura, podendo então ficar infiltrada no solo ou até mesmo no campo de drenagem. A sua estrutura de funcionamento é fundada em três elementos (SALES,2008). As águas captadas da chuva ficam estocadas nos vazios dos blocos permeáveis e também no vazio dos pavimentos. Logo após, eles se infiltram no solo e a quantidade de água que não se infiltra é evacuada por escoamentos tradicionais.

Figura 2– Pavimento Permeável.



Fonte: Silva (2012).

2.7.2 Calçada ecológica drenante

Para Ramos, Parlandi e Pereira (2015), um dos maiores problemas nas áreas urbanas atuais é a falta de construções de calçadas com uso de materiais permeáveis. Sendo assim, é crescente o número de alagamentos, aumento de microclima, entre outros problemas, que só ocorrem quando não se tem um planejamento em sua construção.

As calçadas ecológicas drenantes contêm, em sua caracterização, gramas e plantas em conjunto formando uma estrutura permeável. Essa calçada diferentemente das compostas de asfalto e concreto, é caracterizada como passeio público onde tem um impacto térmico menor e um avanço no índice de infiltração (SANTOS, CUBA, LEITÃO, NETO, 2015).

Para Martins (2014, p.18), a existência de passeios públicos executados com pavimento permeável “(...) pode ter parcela significativa no tocante à contribuição que oferecem ao deixar que a água infiltre, diminuindo assim o escoamento superficial e o possível acúmulo de água que resultará em inundação”.

Com sua infraestrutura composta por materiais ecologicamente sustentáveis, esse tipo de calçada tem como um de seus principais objetivos reduzir os índices de enchente, assim ocorre uma redução da carga de poluentes residuais. Além disso é possível ocorrer uma recarga de aquíferos (SANTOS et al. 2015).

2.7.3 Aumento do sistema de drenagem

Segundo Marques, Silva e Acácio(2015), devido ao crescente número de pessoas povoando lugares de risco, formados por córregos, rios, os quais não deveriam ser ocupados, há interferência na vazão das cheias, provocando problemas urbanos que levam a grandes inundações.

A canalização de arroios, rios urbanos ou uso de galerias para transportar rapidamente o escoamento para jusante, priorizando o aumento da capacidade de escoamento de algumas seções, não consideraram os impactos que são transferidos. Este processo produz a ampliação da vazão máxima com duplo prejuízo, fazendo com que haja necessidade de novas construções, que não resolvem o problema, apenas o transferem (PANNIZI, 2005, p. 09).

Depois do grande avanço do desenvolvimento urbano, ocorreu um grande aumento na frequência de inundações, pois uma vez que a população aumenta é visível o aumento de

poluições e, com isso, os locais que antes eram propícios para o escoamento de águas se tornam aglomerados e ao invés de facilitar a passagem da água, contribui em sua inundação.

2.7.4 Obras de reaproveitamento da água pluvial em residências e áreas institucionais

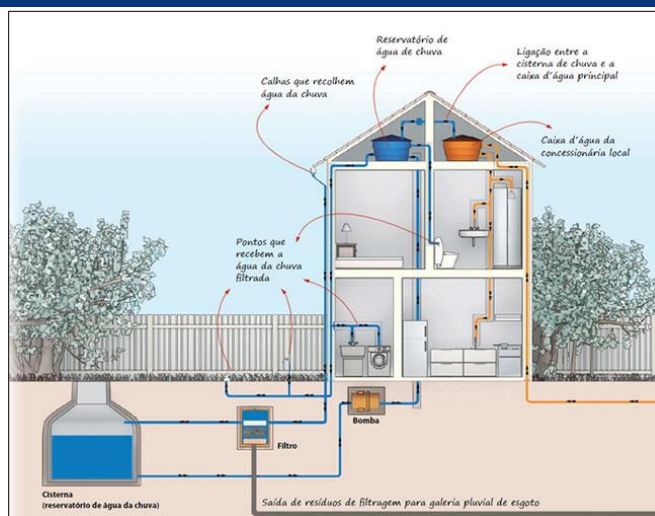
Após uma enorme preocupação com a carência de água em alguns lugares no Brasil e no mundo, houve uma iniciativa de muitos seres humanos em economizar a água, reduzindo o seu consumo e reutilizá-la priorizando formas sustentáveis, ou seja, o aproveitamento das águas pluviais teve um aumento significativo e é uma prática acentuada no mundo todo (MARCENA, SILVA, GIACOMINI, SANTOS e Garcia, 2017).

Segundo Buffon (2010), existe uma prática de muitos anos atrás que vem sendo usada em todos os lugares do mundo, onde águas pluviais são captadas em forma de sistemas individuais, sendo utilizadas para outros fins afim de contribuir com uma redução significativa em alagamentos.

Para Marcena et al. (2017), essa técnica é bem vista em muitos lugares, pois ela visa diminuir os problemas ambientais que foram provocados por mal-uso da água, falta de conscientização dos seres humanos, aumento do consumo e poluição do solo em áreas urbanas e rurais, entre outros fatores que prejudicam a vida dos seres humanos.

O reaproveitamento das águas pluviais, conforme apresentado na Figura 3, contribui com diversas vantagens para o ser humano, dentre elas pode-se citar: contribui para a minimização de enchentes retendo parte da água que deveria ser drenada para córregos e rios, minimiza descargas e esgotos, preserva o solo, aumenta a produção de alimentos e contribui com a conscientização da população para os problemas ambientais da cidade (MARCENA et al., 2017).

Figura 3– Sistema de captação de água.



Fonte: Globo Online (2016).

3 METODOLOGIA

Na intenção de atingir os objetivos propostos neste estudo, será realizado um estudo de caso, que, segundo Gil (2008), é caracterizado como sendo uma pesquisa profunda e detalhada, onde o pesquisador irá procurar dados mais específicos sobre o determinado problema, e com isso apresentar possíveis soluções e até mesmo dizer a opinião para que os leitores entendam todo o processo em que o estudo passou.

Quanto aos meios a pesquisa é do tipo explicativa, que segundo Gil (2008), é aquele tipo de pesquisa que visa identificar os fatores que contribuem na ocorrência dos fenômenos. Ou seja, através de métodos de pesquisa, é possível que consiga a captação de muitas informações, que ajudem a entender um determinado fenômeno.

Este estudo teve como principal objetivo apresentar informações sobre os índices pluviométricos dos últimos meses na cidade de Patos de Minas. Sendo assim, pretende-se explicar e encontrar saídas para as inundações que ocorrem principalmente no centro da cidade, em áreas que apresentam um grande índice de acúmulo de água, como nos arredores do Pátio Central Shopping localizado na cidade estudada.

Inicialmente, foram coletados dados sobre o tema através de uma revisão bibliográfica de trabalhos pertinentes ao assunto. Com isso, pretende-se explicar e trazer informações a respeito de problemas de inundações.

Através dos dados meteorológicos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET do último ano, foi possível encontrar o índice pluviométrico por dia. Através da somatória dos dados diários, foi obtido o índice pluviométrico mês a mês.

Estes foram representados por gráficos e determinaram-se alguns parâmetros estatísticos dos dados apresentados como: moda, média, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação, detalhados a seguir.

A média (representada por $\bar{x}$) é conhecida pelo ponto de equilíbrio de um histograma. Ela é apresentada pela razão entre a soma de todos os dados pela quantidade de dados.

A moda é conhecida por ser uma medida central que mais se repete.

A mediana é o valor que separa uma metade maior e uma metade menor de uma amostra. Inicialmente dispõem-se os números em ordem crescente (rol). Caso tenha número de dados ímpar, encontra-se o dado que divide a amostra em duas. Quando se tem um número par de dados pluviométricos, deve-se fazer a média aritmética entre os dois valores que dividem a amostra em duas.

O desvio padrão (representado por S) é uma medida de dispersão em torno da média e de uma variável aleatória. Ele é obtido pela diferença entre a precipitação do mês e a média.

O coeficiente de variação (C.V.) é conhecido também por desvio padrão relativo (DPR), é uma medida relativa de variabilidade. Ele é dado em porcentagem. Por esta razão, há a multiplicação por 100 na fórmula. Ou seja, divide-se o desvio padrão pela média obtida e multiplica-se o resultado por 100.

Para se chegar às variantes máximos e mínimos mensal, utilizamos a amplitude que é caracterizada como uma medida rápida de variabilidade, ou seja, esta medida consiste em analisar um conjunto de dados e encontrar a diferença entre os maiores e menores valores apresentados.

Logo após a análise estatística dos índices pluviométricos, buscou-se identificar o principal tipo de chuva de Patos de Minas, para se analisar os resultados estatísticos encontrados e, ainda, os problemas que levam a enchente no principal bairro da cidade de Patos de Minas. Após coletados todos os dados e investigados todos os prováveis influenciadores, foi feita uma análise de possíveis soluções.

De acordo com o IBGE (2010), Patos de Minas apresenta cerca de 3.189,771 km², 43,49 hab./km por densidade demográfica e aproximadamente 147.614 habitantes. Patos de Minas está localizada entre duas bacias hidrográficas brasileiras, a do São Francisco e a do Paraná. A cidade apresenta uma ligação estratégica com grandes centros comerciais, como por exemplo: Uberlândia e Belo Horizonte, deste modo é possível acontecer trocas e facilitar o desenvolvimento econômico (AMORIM, 2015).

“Seu clima tem temperaturas médias entre 16° C e 27° C, com umidade relativa do ar de 72%. Seu relevo é de 90% ondulado, 05% plano e montanhoso” (MAGRINI, 2008, p. 38).

4 RESULTADOS

De acordo com a temática da inundação, conforme apresentado na introdução e revisão bibliográfica, considerando também a metodologia apresentada neste trabalho, foram mencionadas e discutidas as principais causas de inundações e quais as devidas soluções para minimizar o seu acontecimento.

A partir dos dados coletados pelo site INMET, dos últimos anos na cidade de Patos de Minas, pode-se chegar ao índice mensal de chuva. Como os dados apresentados são sempre atualizados nos últimos doze meses, utilizaram-se os índices de maio de 2017 a abril de 2018.

Os respectivos valores de precipitação de cada mês são apresentados na Tabela 1. Tais dados foram imprescindíveis para a determinação de parâmetros estatísticos.

Tabela 1 –Precipitações mensais em Patos de Minas-MG.

Mês	Precipitação (mm)
mai/17	36,4
jun/17	0
jul/17	0
ago/17	0
set/17	37,2
out/17	60
nov/17	172,2
dez/17	239,4
jan/18	222
fev/18	144,4
mar/18	163,8
abr/18	40,2

Fonte: Autores (2018).

Através dos dados foi possível mensurar as informações sobre a média, moda, mediana e coeficiente de variação dos dados listados.

$$\text{Média} = \{36,4+0+0+0+37,2+60+172,2+239,4+222+144,4+163,8+40,2\} \div 12 =$$

$$\text{Média} = 1.115,6 \div 12 =$$

$$\text{Média} = 92,97 \text{ mm}$$

Pode-se perceber que mesmo não havendo chuvas nos meses de Junho a Agosto de 2017, a média de precipitação em Patos de Minas é considerável, principalmente pelo alto índice pluviométrico dos meses de dezembro e janeiro.

A moda é representada pelo número 0, pois nesse caso, não houve nenhuma precipitação repetida. Sendo assim, não há moda para os dados apresentados. Sendo assim, a amostra é amodal.

O rol dos dados é: 0; 0; 0; 36,4; 37,2; 40,2; 60; 144,4; 163,8; 172,2; 222; 239,4.

Por ter doze meses na amostra, utilizaram-se os dados do sexto mês com maior precipitação ($12 \div 2 = 6$) e da sétima (subsequente ao valor da divisão) maior precipitação. Assim, calculou-se a média entre a sexta e a sétima maior precipitação amostral.

$$\text{Mediana} = (40,2 + 60) \div 2$$

$$\text{Mediana} = 100,2 \div 2$$

$$\text{Mediana} = 50,1\text{mm}$$

Nota-se que a mediana dos índices pluviométricos é maior que a precipitação do mês de abril de 2018 e menor que a do mês de outubro de 2017.

Na tabela a seguir, são apresentados os dados pluviométricos mês a mês, a média já determinada anteriormente. Ao final, determinou-se o desvio padrão mensal, obtendo o somatório do desvio padrão equivalente a -0,04mm. Após, aplicou-se a fórmula do coeficiente de variação, obtendo-se também o valor mês a mês e o total do período, conforme pode ser observado na Tabela 2.

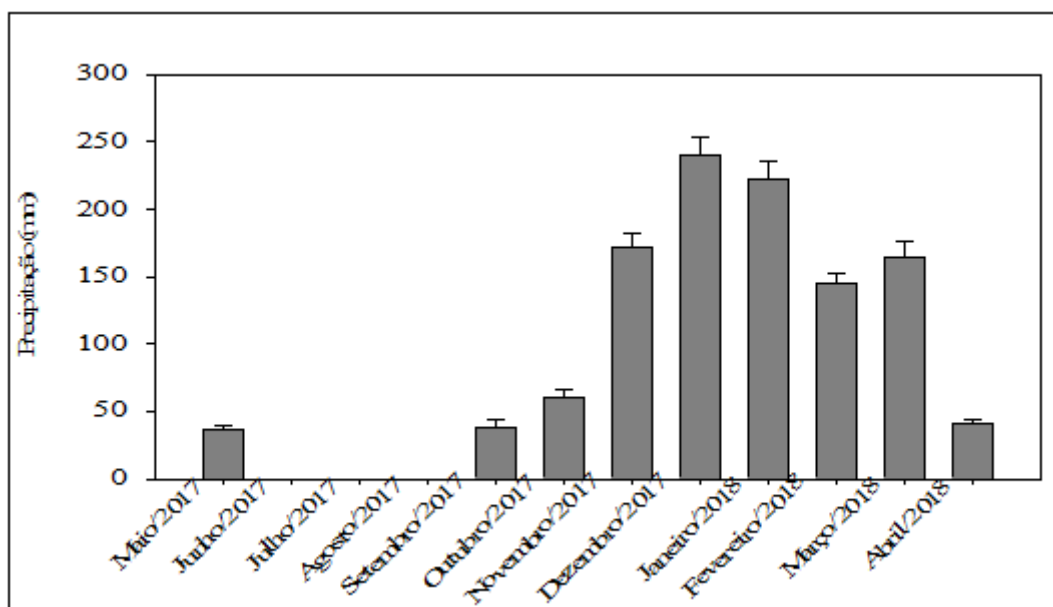
Tabela 2 – Cálculo do desvio padrão.

Mês	Precipitação (mm)	Média (mm)	Desvio padrão (mm)	Coef. de variação (%)
mai/17	36,4	92,97	-56,57	-60,85
jun/17	0		-92,97	-100,00
jul/17	0		-92,97	-100,00
ago/17	0		-92,97	-100,00
set/17	37,2		-55,77	-59,99
out/17	60		-32,97	-35,46
nov/17	172,2		79,23	85,22
dez/17	239,4		146,43	157,50
jan/18	222		129,03	138,79
fev/18	144,4		51,43	55,32
mar/18	163,8		70,83	76,19
abr/18	40,2		-52,77	-56,76
		Σ	-0,04	-0,04302

Fonte: Autores (2018).

Os dados de precipitação, desvio padrão e coeficiente de variação obtidos foram representados em um único gráfico, o qual é apresentado a seguir (Gráfico 1)

Gráfico 1 –Precipitações mensais, desvio padrão e coeficiente e variação na cidade de Patos de Minas- MG.



Fonte: Autores (2018).

5 CONCLUSÕES

Um dos maiores problemas de inundações em áreas centrais é devido à sua alta porcentagem de urbanização. Por ser um local muito movimentado, o centro urbano é lotado de lixos que, muitas vezes, acabam entupindo bocas-de-lobo e atrapalhando a passagem da água, ou até mesmo é difícil fazer mudanças nas ruas e sistemas de drenagem, pois pode acarretar em transtornos no trânsito.

Através dos dados coletados dos últimos doze meses pelo site do INMET, foi possível mensurar a média, a amostra amodal, a mediana, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Com isso, foi possível se chegar a seguinte conclusão: mesmo com a ausência de chuvas nos doze meses estudados, a média de precipitação é considerável, chegando a um total de 92,97 mm, principalmente pelo alto índice pluviométrico dos meses de dezembro e janeiro.

Para fazer o cálculo da mediana, foram utilizados o sexto e sétimo mês de maiores precipitações como referência, sendo então representados pela média entre os valores 40,2mm e 60mm. Com isso, a mediana foi equivalente a 50,1 mm. Foi possível notar que os índices

pluviométricos encontrados são maiores que a precipitação do mês de abril 2018 e menor que a do mês de outubro de 2017.

Para minimizar os problemas de inundações é preciso realizar projetos altamente eficazes que garantem canalizar, reter e escoar as águas. Existem diversas formas de captar a água da chuva e realizar a sua reutilização. Uma delas é através de telhados verdes e armazenagem em cisternas, são soluções eficazes e que além de captar e reter as águas vindas da chuva, sempre ocorre de ter um destino para aquelas águas que foram capturadas.

É necessário que sejam realizadas novas pesquisas que levem à conscientização da sociedade devido ao meio ambiente, alertando sobre os problemas causados na área estudada, tanto para os comerciantes, quanto para a população. Dessa forma, com a conscientização da população é possível ocorrer a mudança nos hábitos e a diminuição de resíduos jogados nas ruas, e também evitar o entupimento das galerias.

Sendo assim, um sistema eficiente de drenagem urbana colaborará com um índice menor nos impactos causados pelas inundações. Com isso, é possível uma qualidade de vida melhor para a população e meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12267– **Normas para elaboração de Plano Diretor**. Rio de Janeiro ABNT, 1992.

AMORIM, N. C. R. **O sistema de espaços livres na forma urbana de Patos de Minas**. 2015. 59 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

ARRAES, R. A., MARIANO, F. Z., SIMONASSI, A. G. Causas do desmatamento no Brasil e seu Ordenamento no Contexto Mundial. **RESR**, v. 50, n. 1, p. 119-140, jan/mar. 2012.

BONA, B. O. de. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis em edificação multifamiliar na cidade de Carazinho – RS**. 2014. 34 f. Graduação (TCC) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Panambi, 2014.

BORGES, N. S. **Gestão do Risco de Inundações Urbanas**. 2013. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Jurídico-políticas, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013.

BUFFON, F. T. **Aproveitamento de águas pluviais: Efeito sobre o sistema de drenagem urbana**. 2010. 60 f. Graduação (TCC) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

CARVALHO, D. F.; MELLO, J. L. P.; SILVA, L. A. D. B. da. **Hidrologia**. 115. ed. Rio de Janeiro: Irrigação e Drenagem, 2006. 86 p.

CASTRO, L. M. A. de. **Proposição de metodologia para a avaliação dos efeitos da urbanização nos corpos de água**. 2007. 321 f. Tese (Doutorado) - Curso de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

CASTRO, A. S. **Uso de pavimentos permeáveis e coberturas verdes no controle quantitativo do escoamento superficial urbano**. 2011. 161 f. Tese (Doutorado) - Curso de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

FALCÃO, M. P., NOA, M. **Definição de Florestas, Desmatamento e Degradação Florestal no âmbito do REDD+**. Maputo: Fundo Nacional Sustentável, 2016. 33 p.

FERREIRA, W. J. **Ciclo Hidrológico, Chuva e Nuvem**. 2012. Disponível em: <<http://profvladimir.blogspot.com/2012/02/texto-sobre-agua-ciclo-hidrologico.html>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

FREITAS, C. M. de; XIMENES, E. F. **Enchentes e saúde pública -: uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação**. 2012. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2012.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008, 220 p.

GLOBO ONLINE. **Cresce procura por sistema de captação de água da chuva**. Disponível em: <<http://ecomontes.com.br/cresce-procura-por-sistema-de-captacao-de-agua-da-chuva>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

IBGE. **Indicadores sociais municipais: uma análise dos resultados do universo do censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 151 p. Acompanha 1 CD- ROM. (Estudos e pesquisas. Informação demográfica e socioeconômica, n. 28).

LOIOLA, L. L., KOTESKI, T. A. **Projeto para captação e uso de água pluvial em um centro de atenção integral à criança e ao adolescente – CAIC**. 2015. 100 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2015.

MAGRINI, A. V. **Análise sobre a dinâmica das cidades médias: Patos de Minas (MG), um olhar**. 2008. 60 f. Monografia (Especialização) – Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

MARCENA, É. M., SILVA, E. S., GIACOMINI, M. H., SANTOS, L. C., GARCIA, R. D'Aloia. Água de uso doméstico, captação e reutilização. **Revista Científica da Facol/iseol**, v. 4, p.93-129, jun. 2017.

MARQUES, E. T. dos Santos., SILVA, M. S. G., ACÁCIO., S. C. **Gestão de drenagem urbana no controle de enchentes: captação, reservação e armazenamento de águas pluviais.** 2015. 78 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Belo Horizonte, 2015.

MUCELIN, C. A., BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, p.111-124, jun. 2008.

PANNIZI, W. M. **Plano diretor de Drenagem Urbana: Manual de drenagem.** Porto Alegre: Manual de drenagem urbana de Porto Alegre, 2005. 223 p.

PAZ, A. R. da. **HIDROLOGIA APLICADA.** 2004. 188 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Caxias do Sul, 2004. Cap. 2.

PORTO, M. F. A., PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 43-60, jun. 2008.

RAMOS, G. D., PARLANDI, R. R., PEREIRA, A. A. **A calçada ecológica e seus benefícios na drenagem.** 2015. 17 f. TCC (Graduação) – Curso de Gestão Ambiental, Faculdade Católica de Anápolis, Anápolis, 2015.

SALES, T. L. de. **Pavimento Permeável com superfície em blocos de concreto de alta porosidade.** 2008. 188 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de 2008, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SANTOS, L. P. S. DE., CUBA, R. M. F., LEITÃO, V. S. DE., NETO, A. S. S. DE. **Análise da eficiência de calçadas ecológicas como sistema de drenagem sustentável nos centros urbanos: estudo de caso no Parque Flamboyant, Goiânia – Goiás.** 2015. 13 f. TCC (Graduação) – Curso de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SANTOS, A. R. dos. **Precipitação atmosférica.** Departamento de Geografia, Universidade federal do Espírito Santo, Alegre, 2015.

SILVA, F. B. da. **Sistemas Construtivos: Pavimentos de concreto permeável.** 2012. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/190/artigo288015-2.aspx>> . Acesso em: 05 jun. 2018.

STUDART, T. M. C; **HIDROLOGIA.** 2004. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Ceara, Ceara, 2004. Cap. 5.

TRINDADE, P. M. P; PEREIRA FILHO, W. **Conceitos Básicos de Bacias Hidrográficas.** Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, Vol. 18, N°. 3, Outubro/dezembro, 2010.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica.** Brasília-DF, Ministério do Meio Ambiente. 302 p. 2006.

VIRGILLIS, A. L. C. DE. **Procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheias.** 2009. 213 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.