



Anhanguera

VALERIA NERI DOS SANTOS

DRENAGEM URBANA

DRENAGEM SUSTENTÁVEL

SÃO PAULO

2019

VALERIA NERI DOS SANTOS

DRENAGEM URBANA

DRENAGEM SUSTENTÁVEL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Anhanguera, como requisito
parcial para a obtenção do título de graduado
em Engenharia Civil.

Orientador: Rafael Marochi

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BMP	Best Management Practices
CADES	Conselho Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
NBR	Norma Brasileira
PDDU	Plano Diretor De Drenagem Urbana
SUDS	Sustainable Urban drainage systems
USEPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

VALERIA NERI DOS SANTOS

DRENAGEM URBANA

DRENAGEM SUSTENTÁVEL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Anhanguera, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Civil.

Orientador: Rafael Marochi

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Titulação Nome do
Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do
Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do
Professor(a)

São Paulo, 11 de Novembro de 2019

Dedico este trabalho...

A minha querida e amada mãe Cleusa dos Santos Rodrigues que incansavelmente me apoiou e apoia minhas decisões e em especial nesta graduação que mais que apoiar sofreu e passou momentos bons comigo, só estou me graduando porque primeiramente graças a Deus e graças a minha apreciada mãezinha. Amo-te.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeira e exclusivamente a Deus pela oportunidade de me graduar neste curso e me dar saúde e forças para não desistir.

A minha mãe além de agradecer dedico este trabalho e minha graduação inteira, você é merecedora que eu te agradeça ate a eternidade pelo apoio e incentivo a mim prestados.

Agradeço também ao meu pai por seu apoio em momentos difíceis.

Agradeço também meu esposo Luiz Henrik Borges dos Santos pelo carinho e apoio que me prestou ate este presente momento e também meu agradecimento se estende aos meus filhos Gustavo Henrik Neri Borges e Bernardo Neri Borges que também fazem sacrifícios para que esta graduação aconteça.

Agradeço aos meus irmãos Webster Neri dos Santos que lado a lado vem me apoiando e me auxiliando em tudo que for possível e meus queridos Cristina Rodrigues dos Santos e William Neri dos Santos.

Oferecer a Deus o mérito de nossas conquistas é reconhecer que veio D'Ele aquela força que nos empurrou a vitória.

Franklin Coutinho

Esforça-te e tem bom ânimo; não pases, nem te espantes, porque o SENHOR, teu Deus, é contigo, por onde quer que andares.

Bíblia Sagrada

NERI, Valeria Santos. **DRENAGEM URBANA: DRENAGEM SUSTENTÁVEL**. 2019. 22 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário Anhanguera Educacional, São Paulo, 2019.

RESUMO

A Drenagem Urbana: Drenagem Sustentável como um tema relevante para a atualidade vêm para minimizar os frequentes incidentes com águas pluviais, e como cada vez mais cresce os inúmeros eventos climáticos que refletem na variabilidade natural e conseqüentemente nos planejamentos climáticos futuros e com as evidentes mudanças que já observamos acontecendo o objetivo desse trabalho de conclusão de curso é a avaliação dessas mudanças climáticas como também na convivência do meio ambiente e o ser humano e os possíveis impactos, as informações aqui apresentadas são frutos de trabalhos científicos e pesquisas e tem a intenção de chamar a responsabilidade para cada um, e com esse intuito gerar novos projetos para uma Drenagem mais sustentável e harmônica com o meio ambiente através de comparação entre os sistemas de Drenagem. Pode-se concluir com os estudos que o sistema mais benéfico no que se refere a custo benefício é o Sustainable Urban drainage systems –SUDS (Sistema de Drenagem Urbana Sustentável) por ser de melhor viabilização em áreas Urbanas.

Palavras-chave: Drenagem convencional; Drenagem Sustentável; Águas pluviais.

NERI Valeria Santos. **DRENAGEM URBANA: DRENAGEM SUSTENTÁVEL**. 2019. 22 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário Anhanguera Educacional, São Paulo, 2019.

ABSTRACT

Urban Drainage: Sustainable Drainage as a relevant issue today is to minimize frequent rainwater incidents, and numerous changes in weather events that reflect natural variability and consequently future climate planning and the evident changes that grow we have already observed the objective of this course conclusion paper is the assessment of these climate changes as well as the coexistence of the environment and humans and the possible impacts, the information presented here is the result of scientific work and research and is intended to draw the responsibility for each one, and with this intention to generate new projects for a more sustainable and harmonious drainage with the environment through comparison between the drainage systems. It can be concluded from studies that the most cost-effective system is the Sustainable Urban drainage systems-SUDS(Sustainable Urban Drainage System) because it is the most viable in urban areas.

Key-words: Conventional drainage; Sustainable drainage; Rainwater.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	3
2.	CONCEITO DE DRENAGEM	5
3.	MICRO E MACRODRENAGEM	10
4.	TDRENAGEM URBANA CONVENCIONAL X SUSTENTÁVEL	15
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
	REFERÊNCIAS	21

1. INTRODUÇÃO

As chuvas trazem inúmeros benefícios aos seres humanos, pois, a água é de extrema necessidade, sem ela não há vida, e com o progresso de novas tecnologias e desenvolvimento da população, notou-se que no meio ambiente o acelerado avanço do meio urbano originou-se elevada demanda sem o devido cuidado que ocasionou em trágicos acidentes “naturais” como, por exemplo: desmoronamentos. A drenagem urbana como uma nova forma de direcionamento das ações baseada na importância da complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade. A Drenagem é um conjunto de medidas cujo objetivo é minimizar os riscos que a população está sujeita, ocasionados por inundações através de chuvas, e, permitir o desenvolvimento urbano de uma forma a harmonizar e articular sustentavelmente a água da chuva que escoar no meio civilizado.

A justificativa do presente trabalho destaca-lhes que os estudos e pesquisas sobre o tema faz com que novas tecnologias e procedimentos surjam para efetuar novos sistemas de drenagens eficientes a fim de evitarem enchentes e alagamentos, ao qual causa danos ao meio ambiente e ao ser humano, esses sistemas de drenagem da vazão para melhor organização da cidade e seus municípios, efetivando assim, melhorias para o bem estar unânime. Os alagamentos, desmatamentos de ciliares, e o avanço do meio urbano em meio à natureza, entre outros, traz menção ao cuidado que os profissionais das áreas de engenharia civil, Ambiental e diversas devem ter ao iniciar um projeto. A drenagem ao longo de anos foi crucial, e faz com que sejam harmônicos a natureza e o meio urbano de uma forma sustentável, quais atitudes serão necessárias para incluir novos sistemas de Drenagem para tornar sistemas eficientes por datas prolongadas, já que com passar dos anos fica evidente a necessidade de melhoramento dos sistemas já existentes.

O objetivo geral foi observar os sistemas de Drenagem no meio urbano convencional e como influencia no meio ambiente e como novas tecnologias e estudos colaboram para um aperfeiçoamento. Os objetivos secundários foram: analisar a responsabilidade no planejamento (PDDU); O Sistema de Drenagem eficaz para cada área/Solo; e a Drenagem sustentável no meio urbano. A pesquisa efetivada neste trabalho constituiu em uma Revisão de Literatura, na qual foi

realizada consulta a livros, dissertações e por artigos científicos escolhidos através de busca nas seguintes bases de dados: Scielo, Google Scholar, Catálogo de teses. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos derradeiros 20 anos e as palavras-chave empregadas na busca foram: Meio Ambiente, Sustentabilidade, Drenagem.

2. CONCEITO DE DRENAGEM

O saneamento básico e seus serviços estão descritos por diretrizes na Lei 11.445, de 5 de Janeiro de 2007, que visa suavizar os impactos negativos das instalações humanas sobre os recursos naturais hídricos, de tal modo ser restabelecido o ciclo natural e assim controlando a poluição.

Escoar as águas de terrenos encharcados tem por nome “Drenagem”, e é feita por meio de tubos, canais, valas e fossos, sendo possível recorrer a motores como apoio ao escoamento. Segundo Tucci (2008), a partir da segunda metade do século XX houve aceleração no desenvolvimento urbano, com a concentração da população em espaço reduzido, determinando competição pelos mesmos recursos naturais (solo e água), destruindo parte da biodiversidade natural.

O custo da implantação dos sistemas de Drenagem se torna pequeno em relação ao benefício que esse sistema proporciona, um bom exemplo é construção de reservatórios de retenção a montante e/ou as concepções de Parques ao qual se admita inundações recorrentes, jardins planejados, pavimentos porosos, entre outras ações, essas resultam em investimentos que possibilita uma solução para áreas mananciais.

Segundo Agostinho et al (2012) além dos custos de implantação há ainda os custos com a manutenção, que consiste nas limpezas necessárias em caso de pavimentos porosos. Esta postura estabelece que a drenagem e controle de cheias em áreas urbanas sejam reconceitualizadas em termos técnicos e gerenciais. Há necessidades de atendimento a demandas diferenciadas, questões relativas à sua qualidade, disponibilidade e escoamento de águas de chuva.

A gestão destas águas constitui grande parte do saneamento urbano que se torna um caso particular da gestão de recursos hídricos. Ainda o autor Pompêo (2000), dispõe sobre a gestão de recursos hídricos que:

Em consequência, a ação institucional deve integrar, por um lado, a gestão de recursos hídricos e, por outro, o saneamento ambiental. Além disso, o planejamento de atividades urbanas relacionadas à água deve estar integrado ao próprio planejamento urbano, incluindo-se aqui o desenho da malha urbana e sua expansão, o zoneamento de atividades, a rede viária e de transportes, fluxos de informações, aspectos paisagísticos etc. (POMPEO, 200.p. 10).

Pompêo (2000, apud Ellis, 1995) correlaciona os resultados como benefícios econômicos, estéticos, ecológicos, recreacionais e aprimoramento do potencial de uso da terra, portanto, a integração institucional deve ser reflexa de uma concepção ambiental sistêmica, logo abaixo explicação de cada ferramenta administrativa para o projeto de Drenagem:

Planejamento e gestão do uso do solo: aborda a definição, por meio do Plano Diretor Urbano, de como a cidade é antevista para ser ocupada e suas conformidades com relação ao cenário do passado e do presente; Infraestrutura viária, água, energia, comunicação e transporte: planejamento e gestão desses artefatos da infraestrutura que podem ser de atribuição de implantação pública ou privada, mas necessitam estar acondicionados pelo município; Gestão socioambiental: a gestão do meio ambiente urbano é concretizada por instituições municipais, estaduais ou federais de concordata com a composição institucional. A gestão abrange a avaliação e aprovação de projetos, monitoramento, inspeção e para pesquisa para que o desenvolvimento urbano esteja socioambiental sustentável. (POMPEO, 2000. p. 13)

Com quase metade da superfície do continente, limita-se ao norte com a Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa e Oceano Atlântico; ao sul, com o Uruguai; a oeste, com Sob as óticas de Tucci et al (2002) como maior país da América do Sul, o Brasil, ocupando Argentina, Paraguai, Bolívia e Peru e, ao noroeste, com a Colômbia, sendo seu litoral banhado pelo Atlântico. O país tem fronteiras comuns com todas as nações da América do Sul, à ressalva do Chile e do Equador e Tucci (2002) ainda afirma que o Brasil evoluiu no procedimento em relação à Gestão de Recursos Hídricos, visto como ao implantar a Lei de Recursos Hídricos ofereceu o primeiramente o mecanismo mais amplo de gestão das águas foi criado, e conseqüentemente ferramentas para efetuar cobranças e enquadramento dos rios (metas de qualidade da água), estabelecendo condições de imediação as cidades como à contaminação dos rios.

Cruz, et al (2007) afirma que: “Recentemente foi concluído o Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2006) e foi atendida em 2007 uma nova Legislação de Saneamento Ambiental que associa todos mecanismos econômicos, e as instituições como a Agência Nacional de Águas e estão em andamento às agências estaduais e os Conselhos e Comitês de bacia estavam programadas”.

Segundo Cruz et al (2007), no ano de 2001 no município de São Paulo, o Conselho Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CADES), através da Comissão Especial para a Elaboração de Estudos de Políticas Públicas para o aumento da permeabilidade do Solo Urbano aconteceu à avaliação dos

instrumentos legais dispostos em nível municipal para o controle da impermeabilização e propuseram alterações. A Drenagem envolve uma logística milimetricamente calculada para melhor atender as partes envolvidas, e para Tucci, (2000), “O zoneamento é feito para a definição das faixas de áreas, que são caracterizadas pelo risco e conseqüentemente pela capacidade hidráulica de interferir nas maiores cotas do rio” Tucci (2000). Segundo Andrade e Romero (2005), através da legislação são possíveis estabelecer limites legais das ações para a proteção e conservação do meio ambiente, igualmente podendo avaliar os impactos antrópicos, onde serão destinados instrumentos para o seu controle.

A que se aponta Lei estadual Nº 9.866 de 28 de Novembro de 1997, dispõe sobre diretrizes e normas para a efetiva proteção e respectiva recuperação das bacias hidrográficas de áreas mananciais do Estado de São Paulo e evidencia demais providencias. Pela carência de dados os municípios enfrentam esse e outros problemas como cadastro técnico deficiente, ausência de capacitação do corpo técnico neste campo, falta de cultura e planejamento e manutenção tanto por parte dos órgãos quanto da população.

Segundo Aguiar (2012), a informação incompleta por parte de profissionais, administradores públicos e a população sobre os princípios compensatórios na Drenagem Urbana traz dificuldades na desenvoltura das legislações associadas aos Planos Diretores de Drenagem Urbana e implantação da manutenção adequada das estruturas de controle.

Ainda Aguiar (2012) O Plano Diretor de Drenagem em nosso país (Brasil) encontra-se ainda em fase inicial, não sendo possível obter maiores informações sobre a conservação das redes de Drenagem já existentes, sendo de extrema importância esses dados para melhoramento.

E como ferramenta mais importante para a Sustentabilidade o Planejamento urbano juntamente com o sistema de drenagem são para ações de prevenção e controle aos riscos hidrológicos.

2. 1 TIPOS DE DRENAGEM

Para o desenvolvimento de um projeto de Drenagem faz-se necessário um levantamento topográfico; estudo do lençol freático; Estudo do solo; e por ultimo a

elaboração do projeto. Para melhor decisão de qual tipo de drenagem fazer há pontos a serem considerados, como vantagens e desvantagens com características de medidas estruturais.

Segundo Tucci (2012) a Microdrenagem é drenar a água pluvial com rapidez até encontrar o sistema de Macrodrenagem que poder ser um riacho, conduto ou canal, a Microdrenagem passou a ser aproveitada igualmente para a macrodrenagem com efeito destrutivo e economicamente insustentável, pelo aumento da distância.

Ainda Tucci (2012) sugere que os engenheiros não estão devidamente atualizados e por não compreenderem o problema no seu conjunto. As próprias Faculdades e universidades dispôs uma geração de profissionais com considerações erradas sobre drenagem, e mesmo com modificações ainda há desatualizações nesse sentido.

Ainda Cicarelli et al (2005) relata que o sistema de Drenagem é definido entre Microdrenagem e a Macrodrenagem, onde, Microdrenagem são Canais pluviais, este é projetado atender a drenagem de precipitações de baixo á moderado risco e Macrodrenagem: Reúne o sistema de Microdrenagem, estes são envolvidos a metragem de pelo menos 2 km, com riscos acordado com os prejuízos presentes e materiais potenciais.

Conforme a Lei Federal nº 13.308 de 6 de Julho de 2016, a drenagem urbana especificamente no que tange a aos princípios norteadores desse procedimento é resoluto como:

Drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas. (BRASIL, 2016. p. 1)

Para Tucci (2008): “O meio formado pelo ambiente natural e pela população (socioeconômico urbano) é um ser vivo e dinâmico que gera um conjunto de efeitos interligados, que sem controle pode levar a cidade ao caos.” (TUCCI, 2008.p. 10)

Esta postura estabelece que a drenagem e controle de cheias em áreas urbanas sejam reconceitualizadas em termos técnicos e gerenciais. A água exerce um papel importantíssimo no meio urbano, há necessidades de atendimento a demandas diferenciadas, questões relativas à sua qualidade, disponibilidade e

escoamento de águas de chuva. A gestão destas águas constitui grande parte do saneamento urbano que se torna um caso particular da gestão de recursos hídricos.

Para Pompêo (2000), em consequência a ação institucional deve integrar, por um lado, a gestão de recursos hídricos e, por outro, o saneamento ambiental. Ainda relata Pompêo (2000) que os resultados benéficos econômicos, estéticos, ecológicos, recreacionais e aprimoramento do potencial de uso da terra, estão correlacionados, portanto, a integração institucional deve ser reflexa de uma concepção ambiental sistêmica.

No ano de 2001 segundo Cruz et al (2007), no município de São Paulo, o Conselho Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CADES), através da Comissão Especial para a Elaboração de Estudos de Políticas Públicas para o aumento da permeabilidade do Solo Urbano aconteceu à avaliação dos instrumentos legais dispostos em nível municipal para o controle da impermeabilização e propuseram alterações. A Drenagem envolve uma logística milimetricamente calculada para melhor atender as partes envolvidas. Tucci (2000) afirma: “O zoneamento é feito para a definição das faixas de áreas, que são caracterizadas pelo risco e consequentemente pela capacidade hidráulica de interferir nas maiores cotas do rio”. Segundo Andrade et al (2005), através da legislação é possível estabelecer limites legais das ações para a proteção e conservação do meio ambiente, igualmente podendo avaliar os impactos antrópicos, onde serão destinados instrumentos para o seu controle.

3. MICRO E MACRODRENAGEM

A micro e macrodrenagem fazem parte do Plano diretor de Drenagem Urbana do município sendo que a Microdrenagem são pequenas redes de drenagem que transporta águas para sistemas de macrodrenagens. Por Granzieira (2012), o plano que permite implantar soluções efetiva de baixo e/ou quase nulo impacto ambiental, e para sua implantação de controle de cheias efetivamente sustentável faz-se necessário o desenvolvimento do Plano Diretor De Drenagem Urbana (PDDU), e já segundo Tucci (2008), seus princípios consiste em que novas ampliações não deverão ultrapassar a vazão máxima de jusante; Em consideração a bacia como um todo parte para o planejamento e seu controle de seus respectivos impactos devem ser elaborados; O planejamento e seu horizonte devem estar integrados ao Plano Diretor da cidade; e o domínio dos efluentes deve ser calculado de forma integrada com o esgotamento.

Para o autor Murata (1999) apud Nascimento et al (2018): “A Microdrenagem urbana é definida pelo sistema de condutos pluviais no nível de loteamento ou de rede primária urbana”. O sistema de Drenagem é definido entre Microdrenagem e a MacroDrenagem conforme Quadro 1:

Quadro 1: Características de Micro e Macro Drenagem

Microdrenagem	MacroDrenagem
Canais pluviais, este é projetado atender a drenagem de precipitações de baixo a moderado risco.	Reúne o sistema de Microdrenagem, estes são envolvidos a metragem de pelo menos 2 km, com riscos acordado com os prejuízos presentes e materiais potenciais.

Fonte: Figueiredo, 2000, *Apud* Dias, Antunes, 2010.

O sistema de Microdrenagem é o primeiro contato com as águas das chuvas, seus elementos são responsáveis pelo escoamento apropriado, igualmente como assegura Kamura (2015) apud Nascimento et al (2018) “Compõem o sistema de Microdrenagem as vias, as sarjetas, o meio-fio, as bocas de lobo, os tubos e conexões, os poços de visita e os condutos forçados”. Existem algumas soluções alternativas visando à redução dos impactos da urbanização sobre o

comportamento hidrológico das bacias que são os reservatórios domiciliares de águas pluviais, as trincheiras de infiltração, os valos de armazenamento, o armazenamento em coberturas, o armazenamento e a infiltração em áreas de estacionamento, entre outras, que são igualmente parte do sistema de Microdrenagem.

Sendo assim o sistema de Microdrenagem tem como função conduzir a água pluvial até o sistema de macrodrenagem. Knapik (2006) apud Nascimento et al (2018) O sistema de macrodrenagem é conjugado de galerias pluviais que formam grandes truncados coletores de águas de chuva nas áreas urbanas. Segundo Travassos (2004) apud Nascimento et al (2018), o sistema de macrodrenagem é constituído como: “O sistema de macrodrenagem se constitui por sistemas naturais ou construídos, que recebem as águas de uma bacia de drenagem e as leva para outra estrutura de macrodrenagem a jusante – rios, córregos, lagoas, represas – ou para o oceano. (Desta forma, a Microdrenagem realiza uma captação primária das águas de chuva e as conduz para os sistemas de macrodrenagem)”.

Conforme Tucci (2008), rede Artificial é composta por calhas, canaletas e encanamentos, rede de ruas, a partir de sarjetas, bueiros e galerias pluviais, até o corpo d’água mais próximo, e a Rede Natural é composta por Linhas de água (rios, lagos, barrancos) em alguma determinada bacia hidrográfica.

Para o desenvolvimento de um projeto segundo Tucci (2008), primeiro faz o reconhecimento e delimitação da área afetada; Levantamento topográfico; Estudo do lençol freático; Estudo do solo; e por ultimo a elaboração do projeto. Para melhor decisão de qual tipo de drenagem fazer há pontos a serem considerados, como vantagens e desvantagens sobre os tipos de materiais a serem usados, já que a rede de coleta e transporte de águas pluviais tem grande potencial de contaminar o solo através de vazamentos. Ressaltando a importância da participação da população no processo de desenvolvimento do projeto PDDU, pois a conscientização da população faz total diferença no quesito de fazer planejamento pensando nos anos futuros a fim de evitar acidentes futuros providos de falta de estruturas para drenagem que consiga abonar e redirecionar águas pluviais para lugares adequados e para futuros tratamento de água para posteriormente ser reutilizada.

Com o desfasamento de planejamento em projetos de Drenagem ocorrem inúmeras falhas que poderiam ser evitados com um planejamento adequado. Segundo afirma Montes (2008) apud Nascimento et al (2018): “Todo este processo, quando não implantado e gerenciado de forma planejada e sustentável acaba gerando vários problemas, tais como: enchentes, inundações, enxurradas e consequente contaminação dos rios, resultando em diversos impactos socioambientais”.

Ainda Montes (2008) apud Nascimento et al (2018) exemplos, sobre a alteração da qualidade das águas dos córregos provenientes da carga de poluentes, assim como de resíduos sólidos lançados juntamente com as águas pluviais; surgimento de erosões; escorregamento de encostas; além de problemas relacionados à saúde pública (com veiculação de doenças) e interdição de vias com prejuízo ao trânsito de veículos”. (MONTES, 2008, apud NASCIMENTO et al (2018).

As Cidades que não possuem um sistema adequado de Drenagem e permitem que esgotos adentrem nas redes de drenagem de águas pluviais agravam ainda mais a situação, pois contaminam se rios, nascentes e etc. De acordo com Tucci (2008), um dos principais motivos pela falha no sistema de drenagem urbano é: “Ausência de informação: da população e dos profissionais de distintas áreas que não têm informações apropriadas sobre os problemas e suas causas.” e “Falta de habilidade gerencial: os municípios não possuem estrutura para o planejamento e gerenciamento adequado dos diferentes aspectos da água no meio urbano”. Para o autor Martins (2012), as falhas dos sistemas de drenagem nas bacias urbanas, manifestadas por falta de espaço para escoamento das águas no período de cheias e todas as suas decorrências.

Ainda Martins (2012), “para não podem ser imputadas à mãe natureza e sim ao uso do solo e ao desrespeito aos princípios da dinâmica fluvial que rege o comportamento dos cursos d’água naturais”. Levando em consideração que não há formação acadêmica para Drenagem em específico para gestores urbanos em drenagem. Para Martins (2012), no sentido legal e administrativo o protótipo é a ausência de fontes de investimento e custeamento para a gestão da drenagem, de tal maneira no âmbito dos municípios como das unidades da federação, além da falta de conectividade entre os organismos de regulação de uso do solo,

operacionalização dos sistemas de saneamento e transportes. Como a tendência é da população crescer cada vez mais, as medidas para contenção e redirecionamento de águas pluviais podem passar por processos cada vez mais cautelosos e estudados a fim de evitar enchentes e alagamentos em períodos de cheia, assegurando que os solos ocupados pela urbanização sozinhos e sem suas matas naturais e ciliares não conseguem conter as águas.

Segundo Suderhsa (2002) para amenizar problemas as medidas de controle para cheias são: Pavimento poroso ou permeável; Trincheiras de infiltração; Faixa gramática; Micro reservatórios; Canalização de córregos. Ainda para Suderhsa (2002): “As medidas de controle são intensivas e extensivas das obras de engenharia, as extensivas são pequenos armazenamentos ao longo da bacia, e as intensivas tem quatro tipos: aceleração do escoamento; retardamento do fluxo; desvio do escoamento; introdução de ações individuais para tornar as edificações á prova de enchentes”.

Estudo de Solo para determinar melhor tipo de drenagem de acordo com as características do local, para Ferreira (2013) os estudos geomorfológicos de uma bacia hidrográfica são a partir de análises qualitativas, e também podem-se fazer análises quantitativas que estabelece leis acerca do desenvolvimento dos canais de drenagem bem como as suas respectivas bacias. Ainda Ferreira (2013) afirma que há também o estudo morfométrico de uma rede de drenagem que é um instrumento fundamental para desenvolvê-los de planos de gestão que apontem à utilização lógica do meio e o melhor entendimento da dinâmica e dos processos naturais atuantes na região, sendo essenciais para a manutenção e conservação do equilíbrio ambiental de uma bacia e importantes para a sua avaliação preliminar.

Segundo relata o autor Oliveira (2010) os solos são caracterizados geologicamente da rocha matriz, declividade, intemperismo e agentes biológicos determinam os tipos de solos que serão formados, todos os tipos de solos têm características típicas de adaptabilidade à mecanização e resistência à alteração de pH e isso implica em distintos sistemas de manipulo e práticas conservacionistas específicas. (MINEROPAR, 2003 apud OLIVEIRA, 2013).

Conforme Pompêo (2000) a sustentabilidade não pode ser expressa em um quadro ou organograma gerencial; ela necessita pautar toda ação e, portanto

deve ser buscada nas relações entre alvos, entre alternativas de projeto, entre instituições.

Segundo Ministério das Cidades (Brasil, 2005) apud Pompêo (2010) os principais problemas pautados com a ocupação do espaço são dispostos no Quadro-2:

Quadro 2- Problemas de ocupação de espaço

(A)	(B)	(C)	(D)
A expansão irregular ocorre sobre as áreas de mananciais de abastecimento humano, danificando a sustentabilidade hídrica das cidades.	A população de baixa renda tende a ocupar áreas de risco de encostas e áreas de inundações ribeirinhas devido à falta de planejamento e fiscalização	Aumento da densidade habitacional, com consequente aumento de demanda de água e do aumento da carga de poluentes sem tratamentos lançados nos rios próximos às cidades.	Acelerada impermeabilização, rios urbanos canalizados ou desaparecem debaixo das avenidas de fundo de vale e outras, produzindo inundações em diferentes locais da drenagem. A urbanização caótica e o uso inadequado do solo provocam a redução da capacidade de armazenamento natural dos deflúvios.

Fonte: Pompêo, 2010.

Perante observações o Quadro- 2 verificamos que as frequentes intervenções humanas no meio ambiente ocasionam em acidentes provocados por essas alterações e a falta de planejamento para os sistemas de drenagem colaboram para tais acidentes.

4. TDRENAGEM URBANA CONVENCIONAL X SUSTENTÁVEL

Como foco principal a Drenagem sustentável busca: Respeitar o funcionamento natural da bacia hidrográfica; Minimizar impactos da urbanização; deter o controle sobre possíveis riscos de inundações; Minimizar custos com investimentos, evitando assim que os problemas possam ser transferidos para áreas vizinhas. Segundo Lourenço (2014) a diferença de maior destaque entre a drenagem convencional e a sustentável é o fato de que a convencional tem o processamento através de coletores enterrados, enquanto a drenagem sustentável tem como visão o controle de escoamento superficial próximo ao local de precipitação onde atinge o solo- controle do escoamento na fonte. A seguir são exibidas, resumidamente, as principais abordagens e as características de cada uma.

Segundo Jacob (2015) o Best Management Practices (BMP) é um conjunto de ações implantadas na bacia, com objetivo de atenuar os impactos da urbanização, para redução da quantidade de água lançada no corpo receptor através de infiltração e conseqüentemente melhoria na qualidade dessas águas. Para USEPA (2000 apud Souza, 2012) o Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (tradução livre de LID) surgiu na década de 80 como estratégia de manejo de águas (pluviais e servidas; por meio do emprego de planejamento multidisciplinar integrado a práticas de tratamento e controle em pequena-escala para mimetizar o desempenho hidrológico natural em configurações residenciais, comerciais e industriais).

Ainda Lourenço (2014. p.15) “a redução do escoamento processa-se pela infiltração do excesso de água no subsolo, pela evaporação e evapotranspiração – que devolve parte da água à atmosfera – e pelo armazenamento temporário, possibilitando a reutilização da água ou a sua libertação lenta, após as chuvas”. Com avanço de estudos tornou se possível à utilização e ecossistemas naturais utilizando se das características de solo e vegetação. Tucci (2005 apud Baptista, 2014) afirma que o LID pode ser descrito em relação às águas pluviais um conjunto de técnicas urbanísticas e de drenagem que o foco é manter o ciclo natural das águas através de estímulos químicos, físicos e biológicos. Com esse processo espera-se que a água siga um curso natural que compõe a água infiltra, filtra,

armazena, evapora e detém a passagem junto a sua fonte. Tavanti et. al.(2010 apud Baptista, 2014) “Além disso, se mostra como uma alternativa sustentável para as questões que atualmente cercam a drenagem urbana, pois mitiga os impactos do sistema e os gastos com o tratamento das águas. Estrategicamente, seu objetivo de conservação dos processos hidrológicos e dos recursos naturais estimula a prevenção da poluição do solo e das águas”.

A característica mais evidente do LID é pegar uma área alterada pelo meio urbana e fazer com que essa área seja revitalizada com processo natural. Segundo Baptista (2014) as etapas que procedem do LID são: Zoneamento, uso do solo e normas aplicáveis; Criação de condições de desenvolvimento e de áreas protegidas; Movimentação de terra; Uso de digitais locais; Usar a drenagem e a hidrologia como vetor do projeto; Redução das áreas impermeáveis; Planejamento integrado preliminar; Minimização das áreas impermeáveis diretamente conectadas; Alterar os caminhos do escoamento; Comparar a hidrologia de pré e pós-ocupação; e Completar a aplicação do LID, se necessário.

Souza (2005) compara os atributos de dispositivos convencionais aos de LID e no Parâmetro hidrológico a Drenagem convencional traz cobertura impermeável incentivada para atingir Drenagem eficiente e na Drenagem Sustentável (LID) reduz impacto por sua minimização; na cobertura vegetal/ natural a drenagem convencional é reduzida para melhoramento do local a drenagem adequado já na LID mantêm hidrologia de pré-desenvolvimento por sua maximização; o tempo de concentração na convencional torna-se reduzido como produto da eficiência da drenagem e em controvérsia na LID o tempo de concentração torna-se maximizado para aproximação das condições de pré-desenvolvimento; O volume de escoamento tem grande aumento que não pode conter-se e positivamente na drenagem sustentável a controlado para condições de pré-desenvolvimento; a descarga de Pico é controlado para chuva, assim como também acontece no LID para chuvas inferiores; No escoamento convencional a frequência aumenta para chuvas frequentes e pequenas, e no entanto no LID é controlado para condições de pré-desenvolvimento para chuvas inferiores as do projeto; A duração do escoamento é aumentada para todas as chuvas, a abstração de chuvas tem redução em todos os elementos, a recarga de água subterrânea reduzida na recarga, qualidade da água tem redução em cargas de poluição e controle limitado para menores eventos,

corpos receptores tem impactos severos, erosão e degradação de solos e etc., inundação á jusante tem sob controle de descarga do pico reduz inundações imediatamente abaixo de estruturas de controle, em contrapartida no LID a duração do escoamento é controlada para condições de pré- desenvolvimento, a abstração de chuvas é mantida para condições e pré-desenvolvimento, a recarga de água subterrânea é mantida para condições e pré-desenvolvimento, a qualidade da água tem aumento em reduções e cargas poluentes e total controle para eventos menores, corpos receptores apresenta ecologia do sistema mantida para condições de pré-desenvolvimento, inundação á jusante é controlada para condições de pré-desenvolvimento.

Para Jacob (2015) Técnicas compensatórias buscam reter e infiltrar águas precipitadas, visando o remanejo temporal das vazões e a redução do volume escoado, e restringe a probabilidade de inundações e aumentando a qualidade das águas pluviais. Mantém as mesmas vazões das condições de pré-urbanização.

Sustainable Urban drainage systems (SUDS) [Sistema de Drenagem Urbana Sustentável] e reduz os escoamentos superficiais através de estruturas de controle da água pluvial em pequenas unidades, inclui medidas não estruturais como layouts alternativos de estradas e prédios para minimização a impermeabilização dos solos e maximizar seu uso. (JACOB, 2015).

Vietz et al (2019) afirma que Water sensitive urban design (WSUD) esse conceito inverte a lógica de adaptação dos sistemas hídricos ás necessidades da cidade para uma abordagem de adaptação da cidade ao ciclo hidrológico, suavizando os impactos da urbanização e aplicando todo o potencial da água na paisagem e na vida urbana.

Uma nova tecnologia que também vem para ajudar na questão de drenagem sustentável e Moura (2014) afirma que a Biorretenção são estratégias de manejo das aguas da chuva e tipologia projetual que visam estabelecer uma infraestrutura verde urbana. Segundo Maryland (2007) as instalações de biorretenção são projetadas para que hajam da mesma maneira que o processo natural, e os principais processos críticos que ocorrem em relação às instalações de biorretenção: Interceptação coleta de chuvas ou escoamentos por plantas ou solos; cobertura vegetal interceptam chuvas e escoamentos; Infiltração ocorre em instalações com ou sem sistema de drenagem insuficiente; Sedimentação partículas e sólidos em

suspensão se depositam na superfície da instalação, pois a diminuição do escoamento atinge a área de retenção; a Evaporação tem filmes finos de água são transformados em vapor de água pela energia da luz do sol por área de lagoa rasa; a Filtragem remove a maioria das partículas do escoamento; Absorção acontece pelos espaços entre partículas do solo e depois é absorvido pelos pêlos das raízes das plantas; a Transpiração tem mais de 90% da água é absorvida pelas raízes de uma planta e retorna ao ar como vapor e perdido através de folhas e outras partes da planta; Evapotransposição é a água perdida por evaporação de superfície molhadas mais água perdida por transpiração; Assimilação são plantas que absorvem nutrientes por sua capacidade de absorver certos tipos de poluentes; Adsorção tem instalações com decomposições de matéria vegetal e mulch adsorvem metais e nitratos; Nitrificação são bactérias que oxidam com amônia e íons amônio para formar nitrato (NO₃) altamente solúvel de nitrogênio; Volatilização converte substancias em forma de vapor volátil; Degradação tem a decomposição de compostos químicos por microrganismos no meio do solo; Decomposição decompõe compostos orgânicos pela fauna de solo e fungos.

Segundo Davis (2008) a biorretenção é um processo complexo, e não somente uma simples filtragem, pois estas reténs poluentes, protegendo os fluxos receptores, sua eficiência na remoção de poluentes por estudos demonstram que a quantidade de escoamento poluente são ainda relativamente pequenos, e que os primeiros resultados relatados por Davis et al (2008) foram muito promissores e que os sistemas de biorretenção tenham potencial para um dos *Best Management Practices* (BMP) [Melhores Práticas de Gerenciamento] mais eficazes na remoção de poluentes. Observando todos esses sistemas de drenagem sustentável acima nota-se grande esforço para tratar do meio ambiente e do meio urbano como interdependentes e com uma potente conectividade positiva para o desenvolvimento humano sem prejudicar a natureza. Projetos baseados em dados pesquisados no próprio ambiente onde se pretende implantar um sistema de Drenagem Sustentável torna esse projeto muito mais harmônico e paisagístico, partindo do princípio que como, por exemplo, jardins é possível escolher o melhor tipo de vegetação para aquele solo em específico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se iniciou o presente trabalho de revisão bibliográfica constatou-se a necessidade de que cada vez mais novas tecnologias e procedimentos sejam criados e/ou adaptados para efetuação de novos sistemas de drenagens para evadir enchentes e alagamentos, perante isso se destaca a importância do estudo sobre Drenagem urbana e Drenagem sustentável. Diante desse tema tão relevante o objetivo geral foi descrever os sistemas de Drenagem existente e como esse sistema influência no meio ambiente e como novas tecnologias e estudos colaboram para um aperfeiçoamento, com o estudo podemos observar que esse objetivo foi atendido na medida em que há grandes e potenciais novas tecnologias e procedimentos para uma gestão melhorada de águas pluviais.

O objetivo específico inicial eram analisar a responsabilidade no planejamento (PDDU), e perante esse desafio obtivemos resultados um tanto quanto desanimador, pois o planejamento em si é de grande potencial na gestão se seguido corretamente, mas, a dificuldade é passar por todos os processos necessários para desenvolvimento e desenvoltura do PDDU. O segundo objetivo específico relatou o Sistema de Drenagem eficaz para cada área/Solo e foram atendidas as expectativas positivas em relação á órgãos públicos, e, que não ocorre com o mesmo resultado em obras pequenas como por exemplos ocupações de áreas indevidas sem um projeto de drenagem eficiente. E por ultimo, porém não menos importante averiguou-se a Drenagem sustentável no meio urbano e isso foi alcançado com novos projetos e novas mentes projetantes que conseguem utilizar das tecnologias humanas para projetos de Drenagem sustentáveis que não somente dão solução á esse desafio que a muitos anos traz prejuízos como também traz um olhar paisagístico aconchegantes e confortos térmicos.

A revisão bibliográfica partiu da hipótese que com investimentos públicos para áreas de coletividade humana são de extrema relevância para implantação de novos projetos de Drenagens e que por encontrar-se ainda em desenvolvimento a velocidade do andamento desses projetos encontra-se lenta, e para projetos pequenos o investimento na educação da população, durante o trabalho verificou-se que para o entendimento da população é somente uma questão de tomar posse de uma área e simplesmente construir levando em consideração outras

problemáticas que entra em um êxito socioeconômico, a implantação da conscientização para uma construção projetual segura e sem grandes riscos a integridade física parte de estudos e tecnologias para maior segurança, e isso leva ainda certo tempo, e no decorrer desta presente revisão bibliográfica constatou-se que a maior dificuldade é tirar o projeto do papel e colocar em prática essas ações de extrema importância. Baseando – se nas pesquisas efetivadas chegamos à conclusão de que os alagamentos e outros incidentes ainda vão perdurar durante nossa existência, já que sabemos que águas pluviais dificilmente acabarão e que a conscientização da população cresce, mas de uma forma mais lenta do que realmente necessitaria, mas podemos ficar esperançosos perante o surgimento de novas e potenciais tecnologias para os projetos de Drenagens Urbanas.

Diante da metodologia proposta percebe-se que o trabalho poderia ter sido realizado com um estudo de caso mais amplo na bibliografia para analisar mais de perto os desafios do tema, com coleta de dados mais precisos mostrando assim as delimitações reais encontradas como as de tempo, geográfica e econômica, assim como o desafio de somente se aprofundar em pesquisas em sites acadêmicos e livros, traz a dificuldade de relacionar a teoria na prática. Recomenda-se a partir desta presente revisão pesquisar fisicamente projetos de Drenagens urbanas tanto públicas quanto pequenas projetos como, por exemplo, áreas ocupadas indevidamente, essa recomendação parte da observação de que uns olhares físicos tornam mais real a teoria aplicada.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, Mariele de Souza Parra; POLETO, Cristiano. **Sistemas sustentáveis de drenagem urbana: dispositivos**. *Holos Environment*, 2012. Disponível em: < <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/3054>>. Acesso em: 19 de Nov. de 2019.

DE AGUIAR, Jose Eduardo, et al. **Estudos das características técnicas e operacionais das galerias de águas pluviais como subsídios para gestão patrimonial e estabelecimento de diretrizes para projetos de sistemas de drenagem urbana**. 2012. Disponível em:< <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-8XUNWB>>. Acesso em: 19 de Nov. de 2019.

BAPTISTA, L. S. F.; GONÇALVES, L. M.; BARBASSA, A. P. A Concepção e Aplicação Sustentável do LID (Low Impact Development) sob a Ótica Ambiental, Hidrológica e Urbana. **In: Livros de Actas do 6º Congresso Luso-Brasileiro para Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**. 2014. p. 2433-2441.

DAVIS, Allen P. Desempenho em campo da biorretenção: impactos na hidrologia. **Jornal de Engenharia Hidrológica**. 2008. Disponível em:< [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)1084-0699\(2008\)13:2\(90\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)1084-0699(2008)13:2(90))>. Acesso em: 23 de Out de 2019.

ELLIS, JB. **Sustainable integrated development of storm drainage in urban landscapes**. Anais da end International Conference on Innovative Technologies in Urban Storm Drainage, Lyon, and França. 1995.

FERREIRA, Raina Santos. **Estudo dos controles morfométrico a feições erosivas na bacia hidrográfica do ribeirão da Contagem/DF**. Disponível em: < <http://bdm.unb.br/handle/10483/7076>>. Acesso em: 14 de Out de 2019.

JACOB, Ana Caroline Pitzer. **Qualidade da Água, Recursos Hidricos**. 2015. Disponível em:< <https://www.aquafluxus.com.br/bmp-lid-suds-wsud-e-infraestrutura-verde-praticas-que-revolucionam-a-drenagem-urbana/?lang=en>>. Acesso em: 21 de Out de 2019.

LOURENÇO, Rossana Ramos de Abreu. **Sistemas urbanos de drenagem sustentáveis**. Diss. 2014. Disponível em:< <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/14071/1/Rossana-Lourenco.pdf>>. Acesso em: 15 de Out de 2019.

MARTINS, José Rodolfo Scarati. **Gestão da drenagem urbana: só tecnologia será suficiente**. São Paulo, 2012. Disponível em:< https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Falhas+na+drenagem+urbana&btnG=>>. Acesso em: 01 de Out. de 2019.

MOURA, Newton Célio Becker de; PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita; MARTINS, José Rodolfo Scarati. **Biorretenção: tecnologia ambiental urbana para manejo das águas de chuva**. 2014. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-30052014-104153/pt-br.php> >.

POMPÊO, Cesar Augusto. Drenagem urbana sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 1, p. 15-23, 2000.

OILVEIRA, Will Cesar Fiori de. **Determinação de Risco Ambiental na Drenagem Fluvial da Bacia do Rio Verde-PR- Através do Uso de e Sistemas de Informação Geografia**. Disponível em:< <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/25014>>. Acesso em: 14 de Out de 2019.

POMPÊO, Cesar Augusto. **Drenagem urbana sustentável**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2000. Disponível em: <http://www.reasul.org.br/files/Drenagem_Urbana_Sustentavel> Acesso em 20 de Ago. de 2019.

SOUZA, Christopher Freire; CRUZ, Marcus Aurélio Soares; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Desenvolvimento urbano de baixo impacto: planejamento e tecnologias verdes para a sustentabilidade das águas urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 2012, 17.2: 9-18. Disponível em:< <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/04/baixoimpacto.pdf>>. Acesso em: 15 de Out de 2019.

TUCCI. Carlos E. M. **Águas urbanas**, Estudo avançado. **Dossiê Água**. vol.22 no. 63 São Paulo 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>>. Acesso em: 26 de maio de 2019.

TUCCI, Carlos EM. **Gestão da drenagem urbana**. 2012. Disponível em:< <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/38004>>. Acesso em: 19 de Nov. de 2019.

TAVANTI, D. R.; BARBASSA, A. P. Contribuições do planejamento urbano às questões hidrológicas e ambientais. In: **4º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (Pluris2010)**. Faro. 2010. Acesso em: 15 de Out de 2019.

VIETZ, Geoff J, et al. **Protegendo e Gerenciando a Morfologia de Riachos em Bacias Hidrográficas usando WSUD**, Capítulo 12. 2019. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128128435000125#!>>, Acesso em: Acesso em: 22 de Out de 2019.

