



**FACULDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS – FAPAC
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS PORTO LTDA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

NATAN OLIVEIRA LIRA DE SOUZA

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DAS ENCHENTES NO BAIRRO
JARDIM BRASÍLIA DA CIDADE DE-PORTO NACIONAL-TO**

PORTO NACIONAL-TO

2019

NATAN OLIVEIRA LIRA DE SOUZA

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DAS ENCHENTES NO BAIRRO
JARDIM BRASÍLIA DA CIDADE DE-PORTO NACIONAL-TO**

Projeto de pesquisa submetida ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Professor Me. Diogo Pedreira Lima

PORTO NACIONAL-TO

2019

NATAN OLIVEIRA LIRA DE SOUZA

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DAS ENCHENTES NO BAIRRO
JARDIM BRASÍLIA DA CIDADE DE-PORTO NACIONAL-TO**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Apresentado e defendido em ____/____/____

() APROVADO () REPROVADO

Banca examinadora constituída pelos professores:

Orientador (a): Professor Me. Diogo Pedreira Lima

Professor Me. Ângelo Ricardo Balduino

Professor Alesi Teixeira Mendes

PORTO NACIONAL

2019

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer ao grande Deus criador dos céus e da terra, pois, sem a ajuda divina nada disso seria possível, muito obrigado por me conceder essa oportunidade e me dar forças para superar cada obstáculo que enfrentei e venci, agradeço de coração à minha família amigos e colegas de sala, aos meus pais Nilson Ribeiro e Neuzirene Lira que sempre estiveram do meu lado dando-me força, coragem e ânimo para nunca desistir, obrigado por tudo. À minha esposa Fernanda Fernandes que nunca mediu esforços para me ajudar, sempre ao meu lado me apoiando e ajudando para que eu pudesse vencer a cada dificuldade surgida nessa carreira acadêmica, aos meus irmãos Eva Letícia (in memoriam), Adão Tancred e Aline Lira, que foram o meu suporte nas horas em que mais precisei sempre com palavras de encorajamento e determinação, aos meus sobrinhos Carlos Emanuel e Eva Emily que sempre me fizeram sorrir nos momentos de dificuldades. Obrigado meu Deus por tudo.

**Não te mandei eu? Sê forte e corajoso;
não temas, nem te espantes, porque o
Senhor, teu Deus, é contigo por onde
quer que andares. Josué 1:9**

RESUMO

Atualmente, o cenário brasileiro em relação à drenagem pluvial não é muito satisfatório, devido à falta de manutenção nos sistemas de drenagem já instalados, assim como, a instalação em muitos municípios que enfrentam a mesma dificuldade por falta de um sistema de drenagem pluvial. Tal sistema é responsável por captar a água das precipitações, canalizá-la e direcioná-la para um corpo hídrico. No período chuvoso ocorrem muitos impactos à população e ao meio ambiente nos locais aonde não se tem esses sistemas capazes de desempenhar o papel de transporte das águas pluviais, com isso surgem os alagamentos, as enchentes, os impactos sociais e ambientais, como também a saúde é afetada. O presente trabalho objetiva identificar os pontos mais afetados pela falta do sistema de drenagem no bairro Jardim Brasília localizado em Porto Nacional no estado do Tocantins. Através de ensaios de infiltração será possível identificar a velocidade em que a água demora a infiltrar no solo, com estes dados será possível avaliar e identificar medidas de controle para solucionar o problema do bairro.

Palavras – Chave: Águas Pluviais. Drenagem Urbana. infiltração.

ABSTRACT

Currently, the Brazilian scenario in relation to rainwater drainage is not very satisfactory due to the lack of maintenance in already installed drainage systems, as well as the installation in many municipalities that face the same difficulty due to the lack of a rainwater drainage system. Such a system is responsible for capturing precipitation water to channel it and direct it to a water body. In the rainy season, there are many impacts to the population and the environment in places where these systems are not capable of carrying out this role of transporting rainwater, resulting in floods, floods, social and environmental impacts, as well as health. affected. The present work aims to find the most affected points due to the lack of drainage system in the Jardim Brasilia neighborhood located in Porto Nacional in the state of Tocantins. Through infiltration tests it will be possible to identify the speed at which the water takes to infiltrate the soil, with this data it will be possible to evaluate and identify control measures to solve the problem of the neighborhood.

Keywords: Rainwater. Urban Drainage. Neighborhood Jardim Brasilia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ciclo Hidrológico.....	13
Figura 2- Bacia hidrográfica.....	16
Figura 3- Inundação, Alagamento e enchentes.....	23
Figura 4- Localização da área de estudo.....	27
Figura 5- Instalação do infiltrômetro de anéis concêntricos.....	30

LISTA DE QUADROS

Tabela 1 – Tempo de retorno para sistemas urbanos.....	19
Tabela 2 – Cronograma.....	31

LISTA DE SIGLAS

R: é o risco em porcentagem;

T: é o período de retorno em anos;

V_{útil}: é a vida útil da obra em anos.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVO.....	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1 CICLO HIDROLÓGICO.....	13
3.2 BACIA HIDROGRÁFICA.....	15
3.2.1 Infiltração.....	16
3.2.2 Escoamento Superficial.....	17
3.2.3 Tempo de concentração.....	18
3.2.4 Período de retorno.....	18
3.2.5 Coeficiente de escoamento superficial.....	20
3.3 DRENAGEM.....	21
3.3.1. Conceito de uma drenagem.....	21
3.3.2 Conceito básico de inundações, alagamentos e enchentes.....	21
3.3.3 Medidas de controle.....	22
3.3.3.1 Microdrenagem.....	23
3.3.3.2 Macrodrenagem.....	24
3.3.4 O planejamento da drenagem urbana.....	25
3.3.5 Plano diretor de drenagem urbana.....	25
3.3.6 Técnicas compensatórias em drenagem urbana.....	26
4 METODOLOGIA.....	27
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	27
4.2 CARACTERIZAÇÃO DE ESTUDO.....	27
4.3 ENSAIO DE INFILTRÔMETRO DE ANÉIS CONCÊNTRICOS.....	28
5 CRONOGRAMA.....	30
6 RESULTADOS ESPERADOS.....	31
REFERÊNCIAS.....	32

1INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais as cidades estão crescendo em uma grande proporção, muitas delas em um crescimento desordenado, tal acontecimento aliado à falta de um sistema de drenagem urbana pluvial pode acarretar vários impactos que se tornam em sérios problemas para a população, tais com, impacto ambiental, social, econômico, como também problemas na saúde pública.

A falta de planejamento urbano é um dos fatores que mais influenciam para que ocorram esses crescimentos desordenados e acelerados, gerando com isso o aumento da população assim como as áreas impermeáveis passam a ser maiores, como telhados, por causa do aumento de construção de residências, bem como ruas pavimentadas calçadas e etc. Por esses fatores aumenta-se o escoamento superficial podendo vir a acontecer enchentes e alagamentos.

Com a instalação de um sistema de drenagem apropriado, é possível reduzir esses problemas, pois, tal sistema tem por objetivo captar e direcionar a água das chuvas através de tubulações conectadas para um corpo receptor mais próximo, podendo ser em rios, ribeirões ou córregos. Com isso visando à diminuição dos problemas vindouros das chuvas evitando os prováveis alagamentos ou inundação nos centros urbanos.

Com um planejamento urbano organizado para a instalação de obras de infraestrutura se faz possível a mudança nesse cenário, havendo esforço e interesse dos gestores públicos, profissionais capacitados e habilitados, pesquisas precisas através de ensaios de campo, pode-se diminuir os problemas causados pela falta de um sistema de drenagem urbana.

Para se instalar um sistema de drenagem eficiente é necessário que sejam feitos estudos antes implantação e execução do projeto, para se conhecer quais são os pontos mais afetados pela, e assim definir a metodologia a ser executada para que a mesma seja satisfatória. Esse trabalho objetiva identificar os pontos críticos afetados pelas enchentes no setor Jardim Brasília localizado em Porto Nacional no Estado do Tocantins de forma a mitigar os impactos e problemas pela falta de um sistema de drenagem pluvial urbana.

2OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar os pontos mais críticos pela falta do sistema de drenagem pluvial urbana, verificar os pontos mais afetados no Bairro Jardim Brasília em Porto Nacional – TO.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

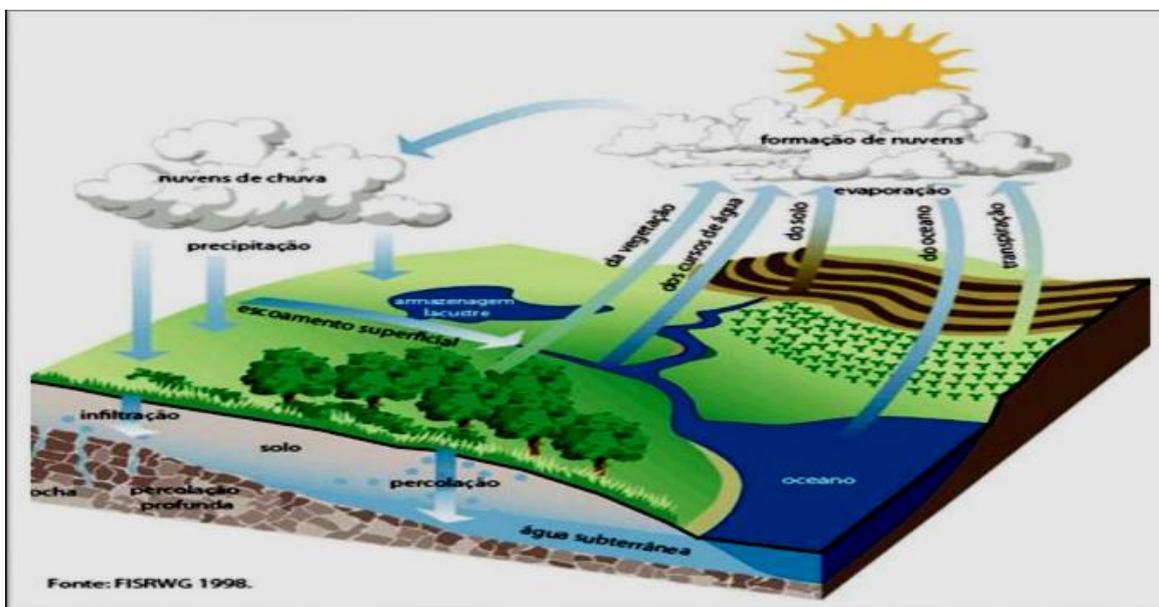
- Identificar os pontos mais afetados;
- Determinar a velocidade da água a se infiltrar no solo;
- Determinar uma medida de controle com vista a mitigar os impactos causados;

3REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CICLO HIDROLÓGICO

TUCCI (1993) afirma que, o ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água, onde se evapora dos oceanos, da superfície terrestre e da atmosfera, impulsionado pela energia solar associada à rotação terrestre, com isso, surgindo gotículas devido à ação da força gravitacional formando a chuva, como ilustra a figura a seguir.

FIGURA 1- Ciclo Hidrológico



Fonte: Federal Interagency Stream Restoration Working Group, (1998).

Pinto e Pinheiro (2006) citam que, a água segue por dois caminhos, sendo que um deles é a infiltração pelos vazios existentes no solo, após a infiltração, abastece os reservatórios subterrâneos, lençol freático e aquífero, já o outro é o escoamento superficial, nesse caminho, quanto maior for a retenção das águas da chuva menor será o escoamento, diminuindo assim as condições de ocorrerem inundações.

Paz (2004), o ciclo hidrológico ocorre seguinte forma:

- A formação do vapor de água ocorre por causa da evaporação dos oceanos;
- Por diferentes condições, o vapor precipita na forma de chuva, granizo, neve etc;
- Uma parte da precipitação chega e evapora antes mesmo de atingir a terra.
- A superfície de lagos e oceanos são atingidos diretamente por boa parte da precipitação;
- Uma parte da precipitação, antes de atingir o solo passa pelos galhos e folhas da vegetação (interceptação) onde uma parcela escorre até o solo e a outra evapora de lá mesmo;
- Uma fração da precipitação que atinge o solo infiltra subsuperficialmente (infiltração), outra parte escoar até corpos d'água próximos, como rios e lagos (escoamento sub-superficial);
- Ao infiltrar, a água percola atingindo os aquíferos (percolação), que escoam vagorosamente até rios e lagos (escoamento subterrâneo);
- Continuando quanto à parte da precipitação que atinge o solo, escoar superficialmente, ficando assim retida em depressões do solo, sofrendo infiltração, evaporação ou sendo absorvida pela vegetação; O "restante" do escoamento superficial direcionada pela gravidade segue para rios, lagos e oceanos;
- Através do processo de fotossíntese, a vegetação que retém água das depressões do solo e infiltrações, elimina vapor d'água para a atmosfera;
- A água governada pela gravidade que alcança os rios, seja por escoamento superficial, sub-superficial ou subterrâneo, ou mesmo precipitação direta, segue para lagos e oceanos;

3.2 BACIA HIDROGRÁFICA

Paz (2004) cita bacia hidrográfica como região ou superfície de descarga de um curso d'água do qual ela é tributária responsável por coletar a água da chuva, tanto superficialmente formando os riachos e rios, quanto infiltrando no solo, com isso, formando nascentes e abastecendo o lençol freático direcionando todo esse fluido a um único ponto de saída.

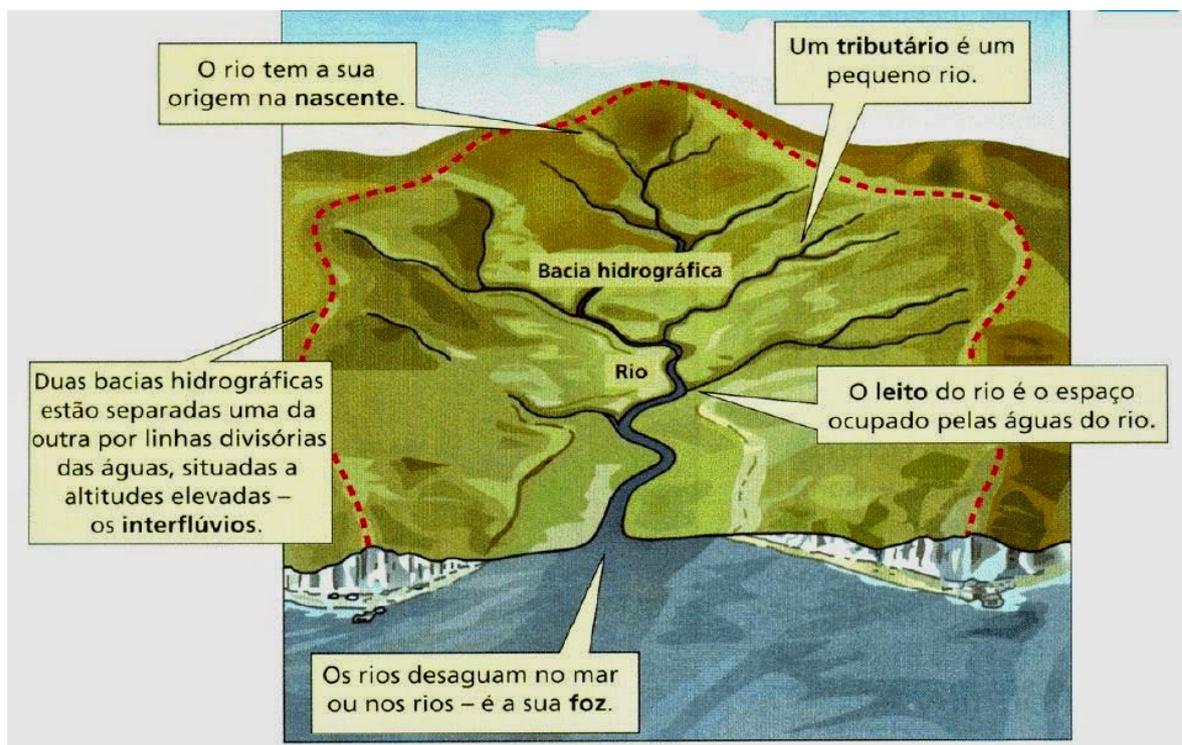
O estudo da bacia hidrográfica ou bacia de drenagem contribuinte, é realizado com a finalidade de se conhecerem as características do solo, tais como: geométrica, geomorfológica, geológica e diversas influências relativas. A forma geométrica é responsável pela delimitação da bacia contribuinte, o relevo é a declividade do curso d'água, a geomorfologia fornece uma visão estrutural da região assim com a forma do relevo existente, a geologia visa conhecer a permeabilidade e outras características do terreno, Pinto e Pinheiro (2006) destacam.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2006), a zona de drenagem, extensão do rio e a declividade que a bacia e o rio apresentam, são as características principais atribuídas às bacias hidrográficas.

Segundo o Caderno de Capacitação em Recursos Hídricos da Agência Nacional da Água (Ana, 2006), a divergência de interesses que diz respeito à utilização da riqueza hídrica das bacias hidrográficas, tanto para o abastecimento humano, função industrial, irrigação agrícola quanto para a geração de energia elétrica, tem posto em risco e causado conflitos, quanto ao uso desse recurso para a presente e para as gerações futuras. É de suma importância que o estabelecimento de arranjos institucionais sejam capazes de atender os diferentes interesses sem que comprometa a estabilidade das bacias hidrográficas.

A figura 2 representa uma bacia hidrográfica.

FIGURA 2- Bacia hidrográfica



Fonte: Jaquegeo (2018).

3.2.1 Infiltração

Para Silveira, Louzada e Beltrame (2001), a passagem da água da superfície para o interior do solo é caracterizada como infiltração. Tal processo depende da fração de água disponível para infiltrar, da estrutura do solo, das condições superficiais e da fração de água e ar presentes em seu interior.

A infiltração pode ser definida como o processo em que a água atravessa a superfície do solo permeando no mesmo. Gondim et al. (2010) classificam esta etapa, como sendo uma das mais importantes do ciclo hidrológico. É de suma importância conhecer a taxa de infiltração no solo, pois, através dela é possível definir técnicas de conservação do solo, bem como auxiliar na composição de uma imagem mais real da retenção da água e aeração no solo, e planejar sistemas de irrigação e drenagem.

Pinto et al.(1976) cita três fases no processo de infiltração:

- Intercâmbio- é a primeira fase, quando a água ainda está próxima à superfície e sujeita a um retorno à atmosfera por meio da aspiração capilar. Tal aspiração é causada pela ação da evaporação, ou pela absorção advinda das

raízes das plantas que no final do processo elimina a água por meio da transpiração;

- Descida- circunstância em que de acordo com a lei da gravidade se dá o deslocamento vertical da água, onde a adesão e a capilaridade são superadas pelo seu próprio peso. Esse fluxo permanece até a água atingir uma camada de solo impermeável;
- Circulação- fase onde são formados os lençóis freáticos devido o acúmulo de água, que o movimento se deve à força gravitacional, sempre fundamentado nas leis do escoamento subterrâneo.

3.2.2 Escoamento Superficial

Segundo Peixoto (2002), o estágio do escoamento superficial analisa a ocorrência e o deslocamento da água na superfície terrestre e que, estão voltadas à sua aplicação e proteção contra fenômenos causados pelo seu deslocamento, grande parte das análises hidrológicas. E, abrange, tanto a parte que excede da chuva de uma forte precipitação, deslocando-se sobre a superfície do solo quanto o fluxo de um rio alimentado pelo excedente das chuvas e/ou pelas águas subterrâneas.

Tucci (1993) explica que, pela gravidade para cotas mais baixas é que o escoamento superficial é impulsionado, vencendo principalmente o atrito assim como a superfície do solo. O escoamento superficial aparece primeiramente na forma de pequenos fios de água que são moldados ao micro relevo do solo. A erosão de partículas de solo pelos fios em seus andamentos, ligada à topografia existente, adapta, por sua vez, uma microrrede de drenagem passageira que concentra para a rede de cursos de água mais estável, formada por córregos e rios. Com a presença de vegetação na superfície do solo dificulta o escoamento superficial, e favorece a infiltração em percurso, com isso reduz a energia cinética de impacto das gotas de chuva no solo, minimizando a erosão. A erosão dos horizontes superficiais do solo contribui com a redução da capacidade de infiltração, assim gerando taxas mais elevadas de escoamento superficial. O material erodido quando depositado nos cursos de água provoca importantes alterações nos seus leitos,

causando uma intensidade maior de enchentes, assim obtendo uma maior frequência destes eventos e alterações ecológicas, (ALMEIDA FILHO, 2000).

3.2.3 Tempo de concentração

Da Silveira (2010) define tempo de concentração como parâmetro hidrológico invariável, podendo ser definido como o período necessário para uma gota d'água caminhar do ponto mais distante superficialmente (em percurso hidráulico) da bacia até o seu exutório, e entende que a avaliação de tal tempo poderia ser feita pelo espaço de tempo entre o fim da chuva e o tempo de fim do escoamento superficial detectado no hidrograma.

Tomaz (1999) afirma que, existem três maneiras em que a água pode ser transportada em uma bacia: a primeira é o escoamento superficial, a segunda é o escoamento através de tubos e a terceira é o escoamento em canais incluso sarjetas.

Paulino (2014) explica que, há inúmeras fórmulas e maneiras capazes de estimar o tempo de concentração de uma bacia hidrográfica. Com isso cita os fatores que influenciam no tempo de concentração:

- Forma da bacia hidrográfica;
- Declividade média;
- Natureza e grau da cobertura presente na bacia;
- Extensão e inclinação do curso principal e dos seus afluentes;
- Distância entre o local mais extremo da bacia e sua saída;
- Condição em que o solo se encontra quando iniciada a precipitação.

3.2.4 Período de retorno

Silveira (2010) afirma que, período de retorno é o contrário da probabilidade de um determinado evento (chuva ou vazão) ser igualado ou superado em um ano qualquer, e ao decidir-se que uma estrutura hidráulica será projetada para uma chuva ou vazão com período de retorno T anos, conseqüentemente, decide-se o grau de proteção conferido pela construção dessa obra, uma vez que se determina qual é o “risco aceitável”, a probabilidade de uma determinada estrutura hidráulica vir a falhar pelo menos uma vez durante sua vida útil.

Conforme Silveira (2010), a expressão para o cálculo do “risco aceitável”, deduzida da teoria das probabilidades, é da seguinte forma:

$$R = 100 \times \left[1 - \left(1 - \frac{1}{T} \right)^{V_{\text{útil}}} \right]$$

Onde:

- R: é o risco em porcentagem;
- T: é o período de retorno em anos;
- V_{útil}: é a vida útil da obra em anos.

Para Genovez e Zuffo (2000), há uma grande necessidade em se obter informações sobre chuvas de determinadas durações e periodicidade, pois esses dados são de suma importância quando na implantação de projetos hidráulicos, voltados para a drenagem urbana, assim como, piscinões de retenção, galerias de águas da chuva, vertedores voltados à proteção contra erosões, dentre outras obras que levam em consideração à intensidade da chuva, relacionado ao tempo de recorrência.

Segundo Manual de Drenagem Urbana de Toledo-PR (2017), o que determina o tamanho dos investimentos aplicados e a garantia de segurança no que diz respeito às enchentes é o risco que foi adotado como base para o projeto. O estudo apropriado abrange uma análise econômica e social das consequências das enchentes para a definição dos riscos. Ao se tratar de pequenas áreas torna-se inviável esse estudo devido ao seu custo, por esse motivo são usualmente adotados períodos de retorno em diversas fontes da literatura, tal como é apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Tempo de retorno para sistemas urbanos

Sistema	Característica	Intervalo (anos)	Valor recomendado(anos)
Microdrenagem	Residencial, Comercial	2-5	2
	Edifícios de serviços públicos	2-5	2
	Áreas comerciais e avenidas	2-10	2
		5-10	2
	Aeroportos	5-10	2
Macro drenagem		10-50	10
Zoneamento de áreas ribeirinhas		5-100	50
Limite da área de regulamentação			

Fonte: Manual de drenagem urbana- Toledo-PR- agosto 2017.

3.2.5 Coeficiente de escoamento superficial

O coeficiente de escoamento superficial é definido como a relação entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado, tal coeficiente pode ser relativo a uma chuva isolada ou várias chuvas (Tomaz, 2013).

Para Tucci (2000), de acordo com a intensidade da precipitação, o coeficiente de escoamento superficial sofre mudanças, uma vez que aumenta a magnitude da precipitação e a capacidade de infiltração do solo, assim como perdas iniciais são atendidas, dessa forma, há um aumento do escoamento superficial e, por conseguinte um aumento no coeficiente de escoamento superficial.

3.3 DRENAGEM

3.3.1. Conceito de uma drenagem

Pinto e Pinheiro (2006) destacam o sistema de drenagem como um conjunto de elementos de infraestrutura composta em uma cidade com intuito de realizar a coleta de água pluvial para que, os prejuízos causados pelas inundações sejam diminuídos cada vez mais. De forma eficaz, realizando o transporte e o destino de tais águas. Assegurando desenvolvimento urbano, seguro para a população.

O objetivo do atual modelo de drenagem é captar a água da chuva destinando a mesma a um corpo hídrico mais próximo, tais como rios, córregos etc. Prejuízos significativos, riscos à saúde pública e enchentes, nos grandes centros nota-se que esses fatores podem ser causados devido a magnitude das precipitações e ao grau de impermeabilização do solo, com isso concentrando um grande volume de água nos rios em um curto espaço de tempo afirma (RIBEIRO, 2014).

Lourenço (2014) cita alguns exemplos dos benefícios para uma implantação adequada de sistema de drenagem que são:

- Proteção do tráfego rodoviário e de pedestre;
- Redução das áreas inundadas;
- Redução de gastos com manutenção das vias públicas e áreas adjacentes permeáveis e impermeáveis;
- Rápido escoamento das águas superficiais;
- Eliminação da presença de águas estancadas;
- Diminuição do nível freático;
- Redução da erosão hídrica do solo.

3.3.2 Conceito básico de inundações, alagamentos e enchentes

Para Santos (2016), estão inseridas no processo natural de um sistema hidrográfico as inundações, alagamentos e enchentes, que devido a quantidade da chuva em algumas épocas no ano, acabam excedendo a capacidade do canal de drenagem pluvial de jogar a água fora. Por causa da ocupação irregular desses

locais freqüentementeé observada populações em situação de risco e de vulnerabilidade social, devido à intensificação do crescimento horizontal das cidades.

Ao cair a chuva é comum que conseqüentemente, com ela, surjam também alagamentos, inundações e enchentes em variadas regiões das cidades e do país. Contudo são provenientes das ações das chuvas e do desordenado crescimento das cidades os termos não são sinônimos, pois guardam suas características.

- Inundação: é marcada pelo transbordamento. Tal transbordamento inunda a região quando o sistema de drenagem não consegue dar vazão à demanda de água que chega a ela.
- Alagamento: é o acúmulo temporário de água em uma determinada área decorrentes do sistema de drenagem ou pela falta do mesmo, podendo ter ou não ligação com processos de origem fluvial;
- Enchente: é fenômeno fluvial em que um rio não consegue dar vazão à água que aflui em um determinado ponto, porém sem transbordar. (ARAGÃO, 2017).

3.3.3 Medidas de controle

De acordo com a sua natureza em medidas estruturais e não estruturais é que as medidas corretivas e/ou preventivas que almejam diminuir os danos das inundações são classificadas (CANHOLI, 2005).

- Medidas estruturais: são obras de engenharia caracterizadas pelo fato de serem intensivas, com o intuito de acelerar o escoamento, atrasar o fluxo e desviar o escoamento;
- Medidas não estruturais: buscando a regulação ou adaptação da ocupação territorial, as atividades econômicas e a conduta dos habitantes quanto a drenagem.

O dimensionamento da drenagem urbana é baseado em dois níveis principais: microdrenagem e macrodrenagem. As estruturas responsáveis pela macrodrenagem são destinadas ao transporte final das águas colhidas pela drenagem primária. Com isso, dando prosseguimento ao escoamento dos deflúvios

provenientes das vias, elementos que configuram a microdrenagem são: sarjetas, galerias e valas. Já a macrodrenagem é formada pelos córregos rios e riachos e é representada por uma rede natural que já existia antes mesmo da sua ocupação(LIRA, 2003).

A Defesa Civil de São Bernardo dos Campos/SP (2011) mostra na figura 3 o exemplo de inundação, alagamento e enchente.

FIGURA 3- Inundação, Alagamento e enchente



Fonte: Defesa Civil de São Bernardo do Campo/SP (2011)

3.3.3.1 Microdrenagem

Segundo o Manual de Drenagem Urbana de Toledo-PA (2017) a microdrenagem é definida como um conjunto de condutos pluviais ou canais nos loteamentos ou na rede primária urbana, que tem por objetivo drenar as precipitações que possuem risco moderado.

Para Matias (2011) a microdrenagem é definida como um conjunto de canalizações a nível de loteamento com o objetivo de captar e conduzir a água da chuva proveniente das áreas urbanizadas, ao encontro do sistema de macrodrenagem. É formado por: sarjetas, bocas de lobo, galerias e sarjetões. Onde:

- Sarjetas: são faixas em paralelo ao meio fio incumbidas de conduzir as águas que caem nas ruas;

- Bocas de lobo: tem função de coletar a água que escoam nas sarjetas e transportá-las para as galerias;
- Galerias: tem por finalidade transportar a água das bocas de lobo e outras ligações para rios de pequeno porte, ribeirões ou riachos formando juntos o sistema de macrodrenagem;
- Sarjetões: são rasgões ou calhas construídos nos cruzamentos das vias cuja finalidade é guiar o curso das águas até as sarjetas.

3.3.3.2 Macrodrenagem

É um conjunto de obras para melhoria das classes do escoamento visando a diminuição dos problemas de erosões, acúmulo de sedimentos e inundações ao longo dos principais talvegues da bacia, pois ele é responsabilizado pelo escoamento final das águas. A macrodrenagem de uma zona urbana corresponde à rede de drenagem natural existente nos terrenos antes da ocupação, sendo composta por igarapés, riachos, rios e córregos localizados nos talvegues e valas (FUNASA, 2006).

Lira (2003) afirma que, as obras de macrodrenagem são independentes, porém, elas possuem uma estreita relação com o sistema de drenagem urbana, com isso devendo serem projetadas em conjunto para uma dada área. As obras de macrodrenagem consistem em:

- Criação de canais artificiais ou galerias de grande porte;
- Retificação e/ou ampliação das áreas de cursos naturais;
- Construções auxiliares que contribuam na proteção contra erosões e assoreamento, travessias e estações de bombeamento.

O autor destaca que as razões para a necessidade de implantação das obras de macrodrenagem nas áreas urbanas, são, Levar o saneamento para áreas alagadiças, Ampliar a área viária em vales habitados, Impedir o aumento da incidência de do sedimento provocado pelo desmatamento e manuseio inadequado dos terrenos, lixos jogados sobre seu leito, A habitação irregular dos leitos secundários de córregos.

3.3.4O planejamento da drenagem urbana

Bertoni e Tucci (2003) citam que, o planejamento visa criar ferramentas de gestão da infraestrutura urbana associadas ao escoamento das águas pluviais e dos rios situados na área urbana das cidades. O planejamento objetiva principalmente a:

Melhoria do estado de saúde e meio ambiente da área urbana dentro de fundamentos sociais, econômicos e ambientais determinados pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano; e a diminuição das perdas econômicas;

3.3.5Plano diretor de drenagem urbana

O Plano Diretor é definido como o instrumento básico da política municipal de desenvolvimento e expansão urbana, Segundo Braga (2001) o instrumento que tem o objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade com o intuito de garantir o bem-estar de seus habitantes por meio das diretrizes de planejamento e gestão territorial urbana, ou seja, do controle do uso, ocupação, parcelamento e expansão do solo urbano.

Tucci (2001) salienta que, com base em um conjunto de dados associados, é que o Plano de Drenagem urbana é criado de acordo com o seguinte:

- Catálogo da rede pluvial, bacias hidrográficas da região, uso e características dos solos das bacias à qual pertence, dentre outros fatores físicos;
- Planos: Que visam o saneamento ou esgotamento sanitário, controle dos resíduos sólidos, planos viários e desenvolvimento urbano. Tais planos apresentam uma importante relação com a drenagem urbana;
- Aspectos institucionais: legislações municipais, estaduais e federais, sendo elas, a legislação municipal associada ao Plano Diretor Urbano e Meio Ambiente; Legislações Estaduais de Recursos Hídricos e Legislações Federais; controle da drenagem na área municipal;
- Informações sobre a hidrologia local: capacidade de vazão, precipitação, sedimentos e condição da água do sistema de drenagem.

3.3.6 Técnicas compensatórias em drenagem urbana

Para Lucas et al. (2014), as técnicas compensatórias são medidas de controle na fonte de geração, difundidas na bacia hidrográfica. Tais estruturas tem como objetivo aumentar a fração de água pluvial que será infiltrada e/ou retida no solo, diminuindo os efeitos provindos do escoamento superficial causados pela ocupação urbana.

Sírio (2014) afirma que, o desenvolvimento de baixo impacto tem um enfoque na compensação dos efeitos das urbanizações, demonstrando inúmeros benefícios se comparado as práticas convencionais, por se mostrar mais eficiente que o atual modelo de drenagem, visto que além dos benefícios técnicos e estruturais as vistas naturais são mais valorizadas, com o aumento dos pontos positivos e diminuição dos pontos negativos, possibilitando assim a implantação de áreas voltadas ao lazer tais como parques urbanos, e práticas esportivas.

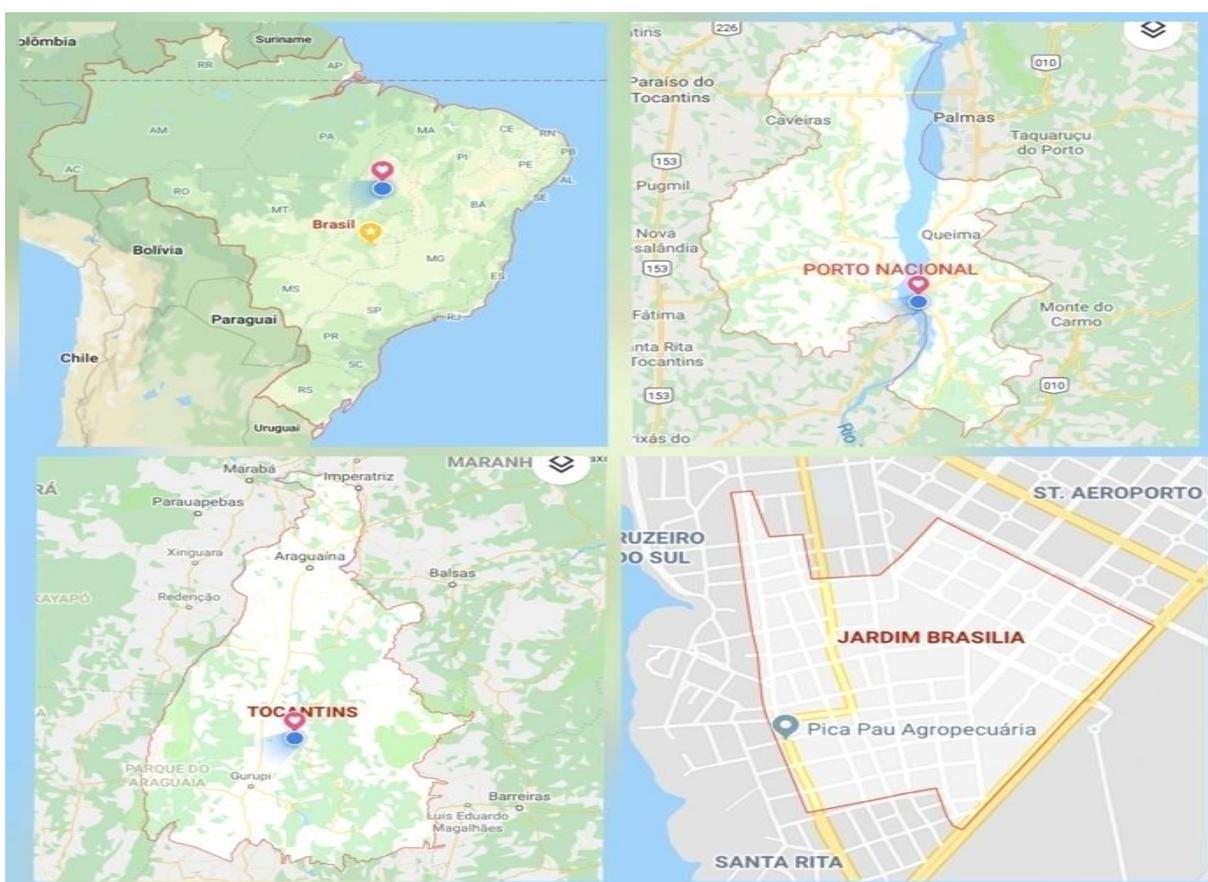
De acordo com Brito (2006), as estruturas de drenagem urbana também conhecida como compensatórias e alternativas, atuam basicamente na retenção e infiltração das águas pluviais visando redução do volume de água escoado e uma eficiente distribuição temporal das vazões, e conseqüentemente reduzindo ou extinguindo as inundações.

4 METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O local no qual será desenvolvido esse estudo é o Bairro Jardim Brasília em Porto Nacional – TO, que possui uma área de aproximadamente 435.575,01 m² predominantemente residencial, sendo constituído por 44 quadras e 1369 lotes.

Na figura 4 está representado o Bairro onde será realizado o estudo.



Fonte: Google maps (2019).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DE ESTUDO

O presente estudo tem como objeto de estudo o bairro Jardim Brasília, bairro este onde no período chuvoso os habitantes enfrentam dificuldades com o acúmulo de água nas ruas, assim como diversas cidades do Brasil, Porto Nacional também sofre devido a falta de um sistema de drenagem pluvial urbana, com isso gerando problemas como transtornos estruturais, inundações, enxurrada, erosões do solo.

Bem como a deterioração do pavimento asfáltico etc. Através de visitas ao bairro será possível coletar informações suficientes para se conhecer os pontos mais críticos e afetados pela falta do sistema de drenagem, de posse desses dados será possível mapear e traçar um projeto de rede ideal para o Bairro.

O Bairro possui uma rede de drenagem antiga realizada na década de 1980, devido o grande crescimento populacional o sistema não foi modificado e alterado para atender a demanda das águas pluviais, o mesmo talvez até seja suficiente para a demanda à que foi projetado, porém, não eficiente para suportar a demanda atual. Devido ao grande número de áreas impermeáveis no bairro o escoamento superficial passa a ser maior, acarretando uma quantidade maior de água para as bocas de lobo.

4.3 ENSAIO DE INFILTRÔMETRO DE ANÉIS CONCÊNTRICOS

Realizar-se-á o ensaio de infiltrômetro de anéis concêntricos utilizado para determinação da capacidade de infiltração de água no solo. Consiste fundamentalmente de dois cilindros concêntricos mais um equipamento de aferir volumes da água aduzida ao cilindro interno. Os cilindros possuem 25cm e 50cm de diâmetro, os dois com 30cm de altura. Devendo ser feita sua instalação de forma concêntrica enterrando-os 15cm no solo. Para tal, suas bordas inferiores devem possuir formato em bisel para que seja facilitada a penetração no solo.

No decorrer do ensaio, será observada a altura em que a lâmina d'água deve ser mantida no cilindro interno é de 3cm a 5cm, para garantir a não dispersão lateral da água infiltrado. Os anéis tanto interno quanto externo devem possuir a mesma quantidade de água, e deverá ser executado até que a taxa de infiltração de água no anel interno mantenha-se constante com o tempo, como mostra na figura 4.

A água é adicionada logo após a instalação dos cilindros nos dois compartimentos dos anéis, o papel do anel externo é evitar que a água do anel interno se disperse, garantindo a movimentação vertical da água no solo.

Este ensaio determina a duração que a água leva até se infiltrar no solo, pois, quanto mais tempo a água demora a se infiltrar maior será o escoamento superficial com isso gerando enxurradas, enchentes e inundações. De posse desses dados será possível saber a taxa de infiltração do solo com isso identificar qual seja a malha perfeita de drenagem urbana para atender o Bairro de forma eficiente.

Fernandes (2017) demonstra através da figura 5 a instalação do infiltrômetro de anéis concêntricos.

FIGURA 5- INSTALAÇÃO DO INFILTRÔMETRO DE ANÉIS CONCÊNTRICOS



Fonte: Fernandes (2017)

Esse ensaio será realizado posteriormente no bairro Jardim Brasília com o intuito de se obter dados precisos para projetar a malha a ser utilizada no sistema de drenagem pluvial para tal região, de forma a mitigar os impactos ambientais, sociais, econômicos também na saúde pública. Com isso, será diminuído o tempo de execução e tempo de elaboração do projeto viabilizando os gastos públicos para rede de drenagem.

Devido à quantidade de áreas impermeáveis no bairro e o grande desnível de cotas, o bairro sofre graves problemas com as enchentes, no período chuvoso, muitas residências são invadidas pela água, com isso, deteriorando móveis, comprometendo as estruturas das residências e o bem estar da população. Isso se dar pela falta de um sistema de drenagem urbana, sistema este responsável por captar e direcionar as águas pluviais com o baixo índice de infiltração da água no solo ocorrem impactos.

5CRONOGRAMA

ETAPAS	ANO 2019									
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Ago	Set	Out	Nov	
Definição do Tema	■									
Definição do professor orientador	■	■								
Leitura dos documentos a serem utilizados no projeto de pesquisa	■	■								
Agrupamento da Revisão bibliográfica		■	■							
Entrega do trabalho à banca examinadora				■						
Apresentação do trabalho à banca examinadora				■						
Ensaio de campo e Ensaio de laboratório					■	■				
Interpretação dos resultados						■	■	■		
Produção do artigo						■	■	■		
Revisão e entrega do artigo										■
Submissão da monografia à banca										■

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2019).

■ Já executado

■ Ainda será executado

6 RESULTADOS ESPERADOS

Com esta pesquisa acadêmica espera-se uma contribuição significativa na instrumentalização da redução de enchentes, bem como diminuir o impacto ambiental ocasionado pelas mesmas. mitigando com isso os impactos causados pelas chuvas de forte intensidade no Bairro Jardim Brasília em Porto Nacional Estado do Tocantins.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, Gerson Salviano de et al. **Diagnóstico de processos erosivos lineares associados a eventos pluviosos no município de Bauru, SP.** 2000.

ARAGÃO Prof. Ricardo, **Sistema de drenagem urbana desafios para a sua adequada implantação e manejo sustentável**, 8º Fórum das águas, Universidade Federal de Cuiabá, 2017.

BERTONI, J. C. TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas na América do Sul.** 1. ed. Porto Alegre: ABRH- Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

BRAGA, Roberto. Política urbana e gestão ambiental: considerações sobre o plano diretor e o zoneamento urbano. **Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias.** Rio Claro: LPM/DEPLAN/IGCE/UNESP, 2001.

BRANDÃO, Viviane dos Santos. **Infiltração de água em solos sujeitos a encrostamento.** 2003. 68f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa- MG, Viçosa- MG, 2003.

BRITO, Débora Silva. **Metodologia para seleção de alternativas de sistemas de drenagem.** 2006. 117f. Dissertação (Mestrado em tecnologia ambiental e recursos hídricos) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental- Faculdade de Tecnologia Da Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2006.

CANHOLI, Aluizio Pardo. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. ISBN 978-85-86238-43-7.

DA SILVEIRA, André Luiz Lopes. **Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais.** 2010.

FEDERAL, Interagency Stream Restoration Working Group, **imagem do ciclohidrológico**(1998).

FUNASA. **Manual de saneamento.** 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

GENOVEZ, A. M. ZUFFO, A. C. Chuvas intensas no estado de São Paulo: estudos existentes e análise comparativa. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Campinas- SP, v. 5, n.3, p. 45-58, jul./set. 2000.

GOIÁS. Ministério do Meio Ambiente- Agência Nacional da Água. **Caderno de Capacitação em Recursos Hídricos.** Brasília- DF, v. 1. 2011, 65f.

GOIÁS. Ministério do Meio Ambiente- Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica.** Brasília-DF, 2006, 302f. ISBN 85-7738-047-5.

GONDIM, T. M. S.; WANDERLEY, J. A. C.; SOUZA, J. M.; FEITOSA FILHO, J. C.; SOUSA, J. S.; **Infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método do**

infiltrômetro de anel em solo areno-argiloso. Revista Brasileira de Gestão Ambiental, (Pombal – PB – Brasil) v.4, n.1, p. 64-73 janeiro/dezembro de 2010.

Google maps (2019).

LIRA, Andrea Monteiro. **Avaliação das Condições do sistema de macrodrenagem da cidade de São Carlos-SP.** 2003. 188f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos- Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2003.

LOURENÇO, Rossana Ramos de Abreu. **Sistemas urbanos de drenagem sustentáveis.** 2014. Tese de Doutorado.

LUCAS, A. H. SOBRINHA, L. A. MORUZZI R. B. BARBASSA, A. P. Avaliação da construção e operação de técnicas compensatórias de drenagem urbana: o transporte de finos, a capacidade de infiltração, a taxa de infiltração real do solo e a permeabilidade da manta geotêxtil. **Eng. Sanit. Ambient.** Rio Claro-SP, v. 20, n. 1, p. 17-28, jan./mar.2015.

MATIAS, Gisele Adelita. **Modelo de apoio à decisão para priorização de medidas de controle de inundações urbanas.** 2011. 62f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2011.

OLIVEIRA, Muriel Batista. **Análise do desempenho de equações de infiltração e de métodos de determinação da capacidade de campo para solos em uma bacia hidrográfica de São José de Ubá-RJ.** 2005. 198f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro- RJ, 2005.

PARANÁ. Secretaria do Planejamento Estratégico. **Manual de drenagem urbana.** Toledo, 2017, 37p.

PAULINO, Paloma Fernandes. **Estudo sobre a sensibilidade dos parâmetros do método SCS na determinação de hidrogramas de cheia em bacias urbanas.** 2014. 126p. Dissertação (Mestrado em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos- Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2014.

PAZ, Adriano Rolim da. **Hidrologia aplicada.** Caxias do Sul, RS, 2004.

PEIXOTO, Paula Pinheiro Padovese. **Bases para aproveitamento e gerenciamento de recursos hídricos na região de Dourados – MS.** 2002. 98f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu-SP, 2002.

PINTO, L. H.; PINHEIRO, S. A. **Orientações Básicas para Drenagem Urbana.** 32p. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2006.

PINTO, N. L. S. HOLTZ, A. C. T. MARTINS, J. A. GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia Básica.** São Paulo- SP: Blücher, 1976. ISBN 978-85-212-0154-0

PREFEITURA, Porto Nacional Tocantins **dados do bairro Jardim Brasília**, (2017).

RIBEIRO, Alessandro Mendes. **BMP'S em drenagem urbana- aplicabilidade em cidades brasileiras**.2014.104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SANTOS, Caio Lima. **Análise da suscetibilidade a ocorrência de enchentes e inundações na bacia do Rio Jaguaribe - João Pessoa/PB**. 2016. 109f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2016.

SILVEIRA, André L. L. LOUZADA, José. A. Beltrame, Lawson, F. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, Carlos E. M. (org.) **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2013. p.335-372.

SILVEIRA, Gislaine Massuiada.**Análise de sensibilidade de hidrogramas de projeto aos parâmetros de sua definição indireta**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SIRIO, Daniel de Lima Nascimento. **Monitoramento e modelagem da recarga freática em técnica de drenagem compensatória**.2014. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2014.

TOMAZ, Plínio. Critério Unificado para manejo das águas pluviais em áreas urbanas. **tc**, v. 9, p. 95km², 1999.

TUCCI, Carlos EM **livro Hidrologia, Ciência e Aplicação**, QUARTA EDIÇÃO 1993.
TUCCI, Carlos EM. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. **Revista brasileira de recursos hídricos**, v. 2, n. 2, p. 5-12, 1997.

TUCCI, Carlos, E. M. Coeficiente de escoamento e vazão máxima de bacias urbanas. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.5, n. 1, p.61-68, jan./ mar.2000.