



**FAPAC – FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA.
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

RAYSA GOMES CAVALCANTE

**AVALIAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DA DRENAGEM NO BAIRRO
SÃO VICENTE-PORTO NACIONAL-TO**

**PORTO NACIONAL - TO
2018**

RAYSA GOMES CAVALCANTE

**AVALIAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DA DRENAGEM NO BAIRRO
SÃO VICENTE- 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
2018**

RAYSA GOMES CAVALCANTE

**AVALIAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DA DRENAGEM NO BAIRRO
SÃO VICENTE-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

Professora Me. Ângelo Ricardo Balduino

Professor Dr. Talita Caroline Miranda

**PORTO NACIONAL
2018**

RESUMO

A sociedade atual é caracterizada pelo grande consumo e desperdício excessivo da água, de modo que os recursos naturais estão cada vez mais escassos. Quando chove na cidade de Porto Nacional estado do Tocantins, a maioria dos bairros ficam prejudicados com a falta de dispositivo de drenagem pluvial, e isso é comum em todas as cidades do Brasil, que vem gerar grandes problemas nos períodos chuvosos. O estudo de drenagem pluvial consiste no sistema de transporte de água provenientes da chuva, para minimizar os problemas das águas atualmente elevadas nas ruas, tendo um tratamento e disposição final das águas da chuva e o reaproveitamento dessas águas a partir de instalações adequadas e estrutural de engenharia. O presente trabalho tem o objetivo de estudar cada ponto crítico que á no bairro São Vicente em Porto Nacional - TO serão colocado em prática os dispositivos corretos de uma malha de drenagem em cada um desses pontos para que haja melhoras. Identificou-se que os corpos hídricos estão sendo afetados pela falta de drenagem no bairro, com isso cada vez mais seu nível da água vem diminuindo e afetando a população. Serão realizados estudos e ensaios relacionados com a taxa de infiltração e com isso estimar o quanto esse bairro tem de escoamento superficial, definindo os pontos emergenciais (Críticos) de coleta de água da chuva em loco para demonstrar o quanto necessita de uma malha de drenagem urgente em cada um desses pontos críticos.

Palavras – Chaves: Urbanização, Drenagem Pluvial, Bairro São Vicente.

ABSTRACT

The present society is characterized by the great consumption and excessive waste of the water, so that the natural resources are more and more scarce. When it rains in the city of Porto Nacional state of Tocantins, most of the neighborhoods are damaged by the lack of rainwater drainage, and this is common in all cities in Brazil, which is causing great problems during rainy periods. The study of rainwater drainage consists of the rainwater transport system to minimize the problems of the water currently high in the streets, with a treatment and final disposal of rainwater and the reuse of these waters from adequate facilities and engineering. The present work has the objective of studying each critical point that will be put into practice the correct devices of a drainage mesh in each of these points for improvement. It was identified that the water bodies are being affected by the lack of drainage in the neighborhood, with which more and more their water level is decreasing and affecting the population. Studies and trials related to the infiltration rate will be carried out, estimating how much this neighborhood has to be runoff, defining the emergency points (critical) of rainwater collection in loco to demonstrate how much it needs an urgent drainage mesh in each of these critical points.

Key Words: Urbanization, Pluvial Drainage, São Vicente Neighborhood.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo hidrológico.....	9
Figura 2 - Esquema de drenagem clássico	19
Figura 3 - Loteamento São Vicente	23
Figura 4 - Localização da área de estudo	24
Figura 5 - Ponto Crítico no Bairro São Vicente.....	25
Figura 6- Desenho esquemático do infiltrômetro de anéis concêntricos	26

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

$V_{\text{útil}}$: É A VIDA ÚTIL DA OBRA EM ANOS.

t_c – TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (H);

t_n – TEMPO DE ESCOAMENTO EM CANAIS RASOS;

t_q – TEMPO DE ESCOAMENTO EM CANALIZAÇÕES;

t_s – TEMPO DE ESCOAMENTO EM SUPERFÍCIE;

ΔH - É A VARIAÇÃO DA LÂMINA D'ÁGUA (MM);

ΔT - É O INTERVALO DE TEMPO (H);

C - COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL;

I_T - É A CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO INSTANTÂNEA (MM/H);

R - É O RISCO EM PORCENTAGEM;

T - É O PERÍODO DE RETORNO EM ANOS;

UTM - UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVO.....	8
2.1. OBJETIVO GERAL.....	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1. CICLO HIDROLÓGICO	9
3.2. BACIA HIDROGRÁFICA.....	10
3.2.1. Infiltração	11
3.2.2. Escoamento	12
3.2.3. Tempo de concentração.....	13
3.2.4. Período de retorno.....	14
3.2.5. Coeficiente de escoamento superficial.....	15
3.3. DRENAGEM.....	16
3.3.1. Conceito de uma drenagem.....	16
3.3.2. Classificação de enchente, inundação e alagamento.....	17
3.3.3. Controle moderno e sustentável	18
3.3.3.1. MICRODRENAGEM.....	18
3.3.3.2. MACRODRENAGEM	18
3.3.4. Elementos da drenagem urbana.....	19
3.3.5. O planejamento da drenagem urbana.....	20
3.3.6. Plano diretor de drenagem urbana.....	21
4. METODOLOGIA.....	23
4.1. ÁREA DE ESTUDO	23
4.2. CARACTERIZAÇÃO DE ESTUDO	23
4.3. ENSAIO DE INFILTRÔMETRO DE ANÉIS CONCÊNTRICOS	25
5. ORÇAMENTO	27
6. CRONOGRAMA.....	28
7. RESULTADOS ESPERADOS.....	29
8. REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

Nos tempos modernos as cidades estão se desenvolvendo cada vez mais rápido. O crescimento da população e o aceleramento da urbanização aliadas a falta de planejamento urbano têm provocado diversos impactos, e estes impactos têm gerados diversos problemas para população.

Um dos principais problemas gerados pela falta de planejamento das cidades é a ineficiência do sistema de escoamento da água pluvial, pois a destinação das águas provenientes da chuva deve ocorrer de maneira adequada, assegurando que, mesmo com chuvas intensas, não ocorram alagamentos ou enchentes, e estes acabem por danos, sempre que houver a incidência de chuvas.

Com um sistema apropriado de drenagem esses problemas podem ser minimizados, pois o princípio básico da drenagem pluvial é dar destino à água por infiltração ou por escoamento de maneira rápida e eficiente, através de um conjunto de infraestruturas existentes, que consiste de um sistema de tubulações conectadas para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas da chuva para seu devido reaproveitamento. Assim, pode-se destinar a água corretamente aos rios e lagos de maneira a contribuir na bacia hidrográfica local e evitando as prováveis inundações nos centros urbanos.

Para que o sistema de drenagem seja eficiente é essencial que antes da implantação e execução de projetos, sejam realizadas pesquisas de campo, visando à identificação dos locais críticos, para que a metodologia executiva a ser implantada seja satisfatória. Portanto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar um estudo de drenagem pluvial a ser implantado no Bairro São Vicente em Porto Nacional – TO, que possa solucionar de forma eficiente os problemas provenientes da falta de drenagem neste setor.

2. OBJETIVO

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliação do sistema de drenagem pluvial urbana do Bairro São Vicente município de Porto Nacional - TO, identificar os pontos emergenciais (Críticos) em loco e verificar a possível malha de drenagem real.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

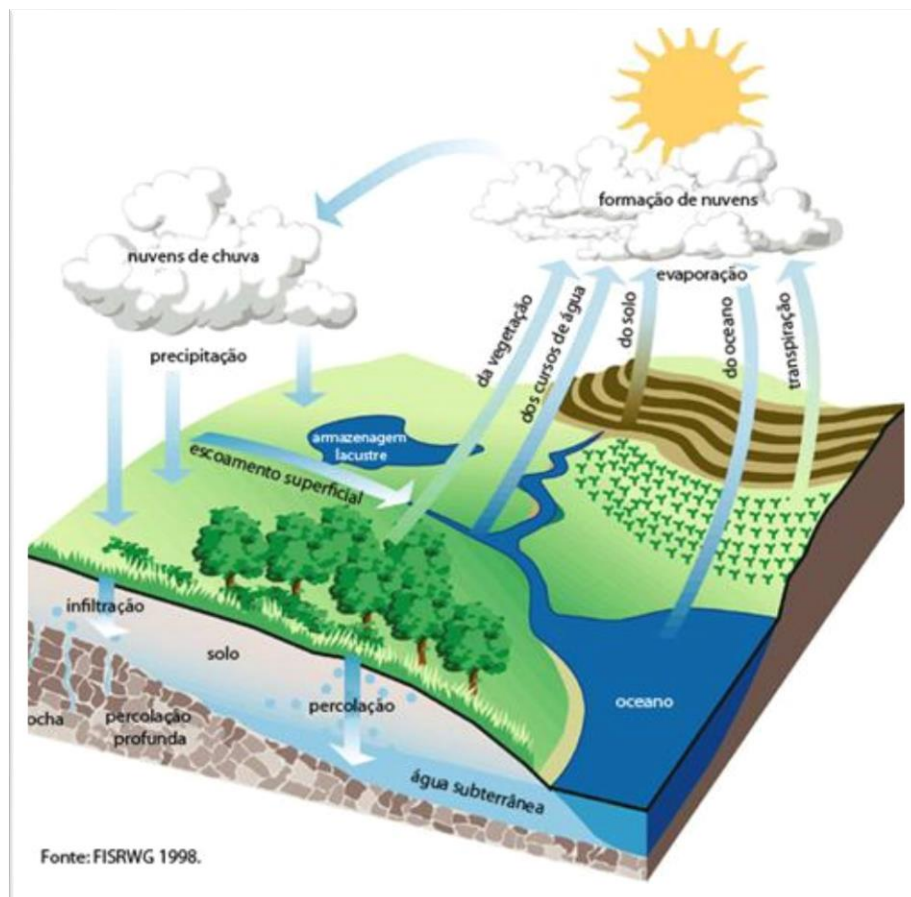
- Verificar a contribuição do escoamento deste bairro;
- Determinar a taxa de contribuição de infiltração no solo;
- Definir os pontos emergenciais, que necessitam da malha de drenagem.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CICLO HIDROLÓGICO

O ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água onde se evapora dos oceanos e da superfície terrestre e a atmosfera, impulsionando fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre. Em determinadas condições surgem gotículas que, pela ação da gravidade, formam a chuva, conforme a Fig. 1 (TUCCI, 1993).

Figura 1 - Ciclo hidrológico



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

Pinto e Pinheiro (2006) expõe que a água segue basicamente por dois caminhos: um caminho é a infiltração através dos vazios do solo, abastecendo os reservatórios subterrâneos - lençol freático e aquífero – e o outro é o escoamento superficial, e também enfatiza que, quanto maior for à retenção e a infiltração das águas de chuva, menor será o escoamento superficial e conseqüentemente, menor a probabilidade de ocorrer inundações.

Paz (2004) descreve o ciclo hidrológico da seguinte forma:

- Devido à evaporação da água dos oceanos ocorre a formação do vapor de água;
- Por diversas condições, o vapor precipita na forma de chuva, neve, granizo, etc;
- Devido à evaporação da precipitação, uma parte não chega nem mesmo a atingir a superfície terrestre;
- Boa parte da precipitação atinge diretamente a superfície de lagos e oceanos;
- Da precipitação que atinge a superfície terrestre, uma parte é interceptada pela cobertura vegetal (interceptação), de onde uma parcela evapora e outra acaba escorrendo até o solo;
- A precipitação que chega ao solo, uma fração infiltra subsuperficialmente (infiltração), e desta uma parte escoam até corpos d'água próximos, como rios e lagos (escoamento sub-superficial);
- Quando infiltrada, a água percola atingindo os aquíferos (percolação), que escoam lentamente até rios e lagos (escoamento subterrâneo);
- Ainda quanto à parte da precipitação que atinge o solo, esta vai escoar superficialmente, sendo retida em depressões do solo, sofrendo infiltração, evaporação ou sendo absorvida pela vegetação; O “restante” do escoamento superficial segue para rios, lagos e oceanos, direcionada pela gravidade;
- A vegetação, que retém água das depressões do solo e infiltrações, elimina vapor d'água para a atmosfera, através do processo de fotossíntese;
- A água que alcança os rios, seja por escoamento superficial, sub-superficial ou subterrâneo, ou mesmo precipitação direta, segue para lagos e oceanos, governada pela gravidade.

3.2. BACIA HIDROGRÁFICA

Tucci (1993) descreve o ciclo hidrológico como o maior interesse na face terrestre, onde o elemento fundamental de análise é a bacia hidrográfica. A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que

direciona os escoamentos para um único ponto de saída, sendo composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que se juntam até resultar um leito único.

O estudo da bacia hidrográfica relacionado à rede de drenagem, segundo Santiago (2014) é respeitável para a geomorfologia uma vez que, os cursos d'água constituem um dos métodos definidos mais ativos na formação da paisagem terrestre.

O estudo da bacia hidrográfica ou bacia de drenagem contribuinte é realizado, conforme Pinto e Pinheiro (2006), com a finalidade de se conhecerem as características e diversas influências relativas à:

- Forma geométrica, responsável pela delimitação da bacia contribuinte;
- Relevo, declividade do curso d'água;
- Geomorfologia, fornecendo uma visão estrutural da região, a forma do relevo existente;
- Geologia, visando conhecer a permeabilidade e outras características do terreno.

3.2.1. Infiltração

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

À proporção que ocorre a infiltração da água na superfície do solo vão se umedecendo as camadas subjacentes, alterando gradualmente a umidade do solo. Enquanto há o surgimento de água, a saturação tende a alcançar toda a profundidade do perfil de solo, saturando primeiro, naturalmente, a camada mais superficial. Em regra, a infiltração oriunda de precipitações naturais não é capaz de saturar todo o solo, limitando-se a saturar as camadas próximas à superfície,

originando um perfil típico onde o teor de umidade decresce conforme aumenta a profundidade (TUCCI, 1993).

A infiltração de água no solo é um processo que depende de vários fatores, Rawls et al. (1996) divide esses elementos em quatro categorias:

- Fatores relacionados ao solo: Incluem suas características e propriedades físicas, químicas e mineralógicas;
- Fatores relacionados à superfície: Interferência no movimento de água através da interface ar-solo;
- Preparo e manejo do solo: condições de sua superfície, por meio de práticas como cultivo agrícola e a irrigação;
- Outros fatores: é um dos processos naturais da água, tais como a precipitação e o congelamento do solo e as propriedades da água.

Estes fatores podem ser explicados em função da influência que estes exercem sobre uma das mais importantes propriedades do meio poroso relacionada com o movimento de água no solo conforme (BRANDÃO et al. 2012).

3.2.2. Escoamento

Carvalho e Batista (2006) definem o escoamento superficial sendo uma das fases mais essenciais do manejo da bacia hidrográfica e dimensionamento hidráulico, que trata da ocorrência e transporte da água na superfície terrestre, onde está ligada ao aproveitamento da água superficial e à proteção contra os fenômenos provocados pelo seu deslocamento.

Para Tucci (1993) o escoamento superficial é impulsionado pela gravidade para cotas mais baixas, vencendo principalmente o atrito com a superfície do solo. O escoamento superficial aparece inicialmente na forma de pequenos fios de água que se moldam ao microrrelevo 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. A presença de vegetação na superfície do solo contribui para dificultar o escoamento superficial, favorecendo a infiltração em percurso, e também reduz a energia cinética de impacto das gotas de chuva no solo, minimizando a erosão.

A erosão dos horizontes superficiais do solo reduz a capacidade de infiltração, gerando taxas mais elevadas de escoamento superficial. O material erodido quando depositado nos cursos de água provoca alterações importantes nos seus leitos, causando maior intensidade de enchentes assim obtendo uma maior frequência destes eventos e alterações ecológicas conforme (ALMEIDA FILHO, 2000).

O comportamento do escoamento superficial direto sofre alterações substanciais em decorrência do processo de urbanização de uma bacia, principalmente como consequência da impermeabilização da superfície, o que produz maiores picos e vazões (NETO, 2009).

3.2.3. Tempo de concentração

Da Silveira (2005), traz a definição do tempo de concentração como parâmetro hidrológico invariável, que pode ser definido como o tempo necessário para uma gota d'água caminhar superficialmente do ponto mais distante (em percurso hidráulico) da bacia até o seu exutório, e infere que a avaliação deste tempo poderia ser feita pelo tempo decorrido entre o fim da chuva e o tempo de fim do escoamento superficial detectado no hidrograma.

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

Canholi (2015) recomenda que para a estimativa do tempo de concentração sejam analisadas essas três formas de escoamento, que são encontradas em bacias urbanas, utilizando a seguinte equação:

$$t_c = t_s + t_n + t_q$$

onde:

- t_c – tempo de concentração (h);
- t_s – tempo de escoamento em superfície (Overland flow): deve ser calculado para os primeiros 50m a 100 m de montante;

- t_n – tempo de escoamento em canais rasos: etapa após o escoamento em superfície, até chegar aos canais;
- t_q – tempo de escoamento em canalizações: é o tempo em canais naturais ou artificiais.

3.2.4. Período de retorno

O período de retorno conforme Silveira (2010) é o inverso 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, automaticamente, decide-se o grau de proteção conferido a pela construção dessa obra, uma vez que se define qual é o “risco aceitável”, ou seja, a probabilidade de uma determinada estrutura hidráulica vir a falhar pelo menos uma vez durante sua vida útil.

Esse conceito, de acordo com Porto (1995), leva em conta que uma estrutura hidráulica projetada para um retorno T expõe-se, todo o ano, a uma probabilidade $1/T$ de vir a falhar, e é intuitivo que, durante a sua vida útil, essa obra terá um risco de falha maior do que $1/T$, uma vez que ficará exposta, repetidamente, a essa possibilidade.

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

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

Onde:

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

Devido a dificuldades em estabelecer o período de retorno de forma objetiva, Neto (2009), expõe que a escolha do período de retorno adequado, acaba recaindo sobre critérios técnicos, e ficam a critério exclusivo do projetista, e também se podem usar os valores da tabela 1.

Tabela 1 - Períodos de retorno em função da ocupação da área

Tipo de obra	Tipo de ocupação	Período de retorno (anos)
Micro-drenagem	Residencial	2
Micro-drenagem	Comercial	5
Micro-drenagem	Edifícios de serviços ao público	5
Micro-drenagem	Aeroportos	2-5
Micro-drenagem	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5-10
Macro-drenagem	Áreas Comerciais e residenciais	50-100
Macro-drenagem	Áreas de importância específica	500

Fonte: Neto, (2009).

3.2.5. Coeficiente de escoamento superficial

Conforme Tomaz (2013), o coeficiente de escoamento superficial, é definido como a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado, podendo este coeficiente ser relativo a uma chuva isolada ou várias chuvas.

Carvalho e Batista (2006) conclui que se conhecendo o coeficiente de deflúvio para uma determinada chuva intensa com certa duração, pode-se determinar o escoamento superficial de outras precipitações de intensidades diferentes, desde que a duração seja a mesma. Apresenta também valores do coeficiente de escoamento (C), em função do tipo de solo, declividade e cobertura vegetal (Tabela 2) e expressa o coeficiente de escoamento através da equação:

$$C = \frac{\text{Volume de água escoado superficialmente}}{\text{Volume precipitado}}$$

Tabela 2 – Coeficiente de escoamento

Declividade (%)	Solo Arenoso	Solo Fraco	Solo Argiloso
Floresta			
0 - 5	0,10	0,30	0,40
5 - 10	0,25	0,35	0,50
10 - 30	0,30	0,50	0,60
Pastagem			
0 - 5	0,10	0,30	0,40
5 - 10	0,15	0,35	0,55
10 - 30	0,20	0,40	0,60
Terras cultivadas			
0 - 5	0,30	0,50	0,60
5 - 10	0,40	0,60	0,70
10 - 30	0,50	0,70	0,80

Fonte: Carvalho e Batista, (2006).

3.3. DRENAGEM

3.3.1. Conceito de uma drenagem

Moura (2004) define os sistemas de drenagem atuais apresentando uma garantia na segurança da população contra inundações e assegurar a continuidade do desenvolvimento urbano sem sobrecarregar os orçamentos coletivos e particulares, colaborando para a recuperação da qualidade dos meios receptores.

Segundo Pinto e Pinheiro (2006) o sistema de drenagem corresponde a um conjunto de elementos de infraestrutura composta em uma cidade com intuito de realizar a coleta afim de que, diminua os prejuízos causados pelas inundações. Realizando de forma eficaz o transporte e o destino das águas pluviais, ou seja, da chuva. Assegurando desenvolvimento urbano, harmônico e seguro para a população.

Entretanto com o desenvolvimento das cidades o processo de drenagem precisa ser refeito a fim de atender as necessidades da população no quesito saneamento. Com objetivo principal escoar e direcionar as águas das chuvas com finalidade de diminuir acúmulos transtornos para a população de uma forma eficiente, oferecendo maior qualidade de vida a seus moradores (TUCCI, 2003).

A finalidade de um sistema de drenagem urbana tem como razões três alvos; segurança, economia e saúde pública.

- Razões de segurança: garantia para o tráfego de veículos e pedestres;
- Razões econômicas: controle da erosão, conservação das ruas e proteção das propriedades;
- Razões de saúde pública: afastamento das águas das chuvas e das águas empossadas que podem provocar danos às saúdes das pessoas (ARAGÃO, 2017).

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

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

3.3.2. Classificação de enchente, inundação e alagamento

É comum que as chuvas comecem a cair e conseqüentemente com ela, surjam também alagamentos, inundações e enchentes em variadas regiões das cidades e do país. Embora oriundas ações das chuvas e do crescimento desordenado das cidades os termos não são sinônimos, pois guardam suas peculiaridades.

Enchente é fenômeno fluvial em que um rio não conseguindo dar vazão à água que aflui em um determinado ponto, porém sem que isso gere o transbordamento.

Inundação é caracterizada pelo transbordamento. Este transbordamento inunda a região quando o sistema de drenagem não consegue dar vazão a água da chuva.

Alagamentos são definidos pelo acúmulo de sistema de drenagem sem eficácia ou até mesmo em falta (ARAGÃO, 2017).

3.3.3. Controle moderno e sustentável

Tucci (2007) classifica o componente da drenagem em medida de controle do escoamento podendo ser:

- Na microdrenagem: medidas adotadas em nível de loteamento
- Na macrodrenagem: soluções de controle nos principais rios urbanos.

3.3.3.1. MICRODRENAGEM

A microdrenagem como um sistema de condutos pluviais ou canais em nível de loteamento ou de rede primária urbana. Este tipo de sistema de drenagem é projetado para atender à drenagem de precipitações com risco moderado conforme (KIPPER, 2015).

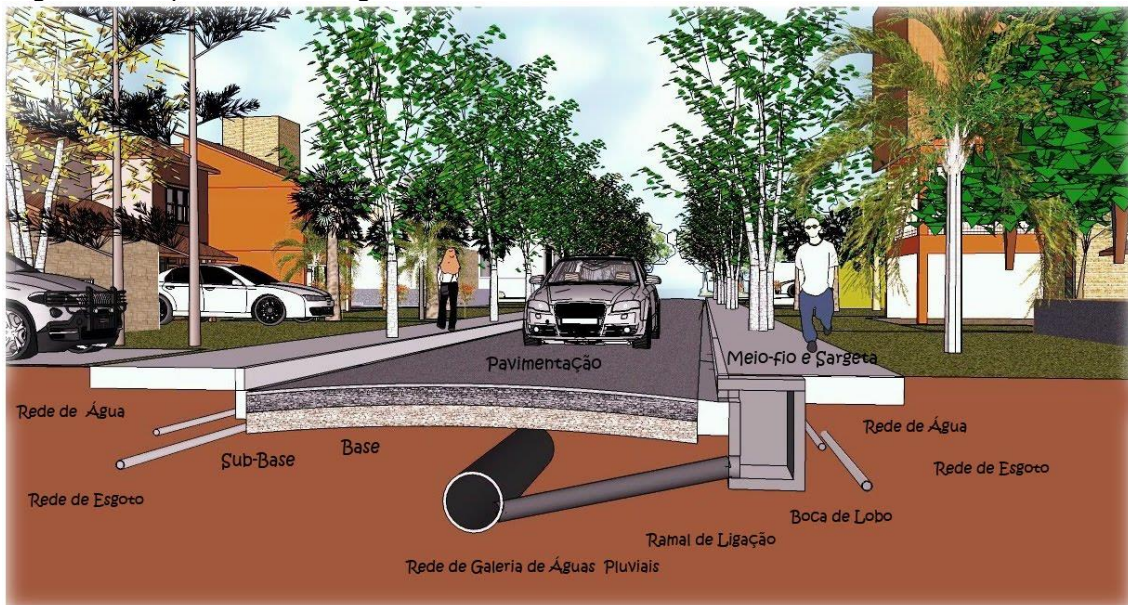
Estruturas que conduzem as águas do escoamento superficial para as galerias ou canais urbanos, constituídos pelas redes coletoras de águas pluviais, poços de visita, sarjetas, bocas-de-lobo e meios-fios. A microdrenagem ocorre nos locais onde o escoamento natural da água não é bem definido, ou seja, depende do tipo de ocupação do solo, caracterizado na malha urbana pelo traçado das ruas (TUCCI, 1993).

3.3.3.2. MACRODRENAGEM

É um conjunto de obras para melhorar das classes do escoamento de forma para diminuir os problemas de erosões, acúmulo de sedimentos e inundações ao longo dos principais talwegues da bacia, pois é ele que se responsabiliza 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, córregos, riachos e rios localizados nos talwegues e valas (FUNASA, 2004).

A macrodrenagem é marcada pela definição do escoamento, como no fundo de um vale, é um receptor dos escoamentos oriundos da microdrenagem, composta por canais naturais, galerias, córregos e rios. Dispositivos responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais provenientes do sistema de microdrenagem urbana, constituídos pelos principais talvegues, fundos de vales, cursos d'água, independente da execução de obras específicas e tampouco da localização de extensas áreas urbanizadas, por ser o escoadouro natural das águas pluviais (PINTO; PINHEIRO, 2006), conforme um esquema clássico de drenagem na Fig. 2.

Figura 2 - Esquema de drenagem clássico



Fonte: Gebert, (2013).

3.3.4. Elementos da drenagem urbana

Conforme Tucci (1997), os dispositivos estruturais básicos existentes em um sistema de drenagem são os seguintes:

- Galeria: são canalizações conectadas às bocas de lobo com o intuito de transportar as águas pluviais capturadas das mesmas e também dos coletores pluviais privados;
- Poço de Visita: elementos estrategicamente distribuídos ao longo da galeria que aceitam alteração de direção, alteração de declividade, alteração de diâmetro e inspeção e limpeza das canalizações;
- Trecho: é o fragmento da galeria entre dois poços de visita;

- Bocas de lobo: fixados em pontos adaptados nas sarjetas à captação das águas pluviais;
- Tubos de ligação: transportam as águas pluviais desde as bocas de lobo até as galerias ou poços de visita;
- Meio-fio: feitos de pedra ou concreto são instalados paralelamente ao eixo da rua com sua face superior do mesmo nível do passeio;
- Sarjetas: é uma porção não definida da via pública paralela ao meio-fio, onde a inclinação essencial de projeto forma uma calha que recebe e desloca as águas pluviais;
- Sarjetões: são desenvolvidas nos cruzamentos das vias públicas, pelo próprio leito carroçável, que orientam o fluxo d'água às sarjetas;
- Conduitos forçados: projetados para transportar as águas coletadas de maneira segura e eficiente, pois a seção transversal dos conduitos não é preenchida totalmente;
- Estação de bombeamento: é um conjunto de obras e equipamentos com a intenção de retirar a água de um canal de drenagem se não houver mais a possibilidade de escoamento por gravidade, transportando a mesma a outro canal mais alto ou receptor final do sistema de drenagem.

3.3.5. O planejamento da drenagem urbana

Para Tucci (2007) o Plano se baseia em princípios onde os principais são os seguintes:

- Não podem aumentar a vazão máxima de jusante nos novos desenvolvimentos;
- Para considerar a bacia como um todo, deve-se elaborar um planejamento e controle dos impactos existentes.
- O Plano Diretor da cidade deve ser integrado horizonte de planejamento
- Deve ser avaliado o controle dos efluentes de forma integrada com o esgotamento sanitário e os resíduos sólidos.

3.3.6. Plano diretor de drenagem urbana

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

Com enfoque na drenagem urbana, Tucci (1997) descreve as principais finalidades da implantação dos sistemas de drenagem urbana, através do plano diretor:

- Planejar a distribuição da água no tempo e no espaço, com base na tendência de ocupação urbana compatibilizando esse desenvolvimento e a infraestrutura para evitar prejuízos econômicos e ambientais;
- Controlar a ocupação de áreas de risco de inundação através de restrições;
- Convivência com as enchentes nas áreas de baixo risco.

Neto (2009) afirma que é altamente recomendável que um plano diretor de drenagem urbana evite medidas locais de caráter restritivo, através de um estudo da bacia hidrográfica como um todo e que o plano diretor deve possibilitar a identificação das áreas a serem preservadas e a seleção das que possam ser adquiridas pelo poder público antes que sejam ocupadas ou loteadas.

Dias e Antunes (2010), descrevem os principais dados necessários à elaboração de um projeto de rede pluvial de microdrenagem:

- Mapas:
 - ✓ Mapa de situação da localização da área dentro do município;
 - ✓ Planta geral da bacia contribuinte, juntamente com a localização da área de drenagem.
- Levantamento Topográfico do nivelamento geométrico;
- Cadastro de redes existentes de esgotos pluviais ou de outros serviços que possam vir a interferir na área de projeto.
- Urbanização:
 - ✓ Tipo de ocupação das áreas (residências, comércio, praças, etc);

- ✓ Porcentagem de área impermeável projetada de ocupação dos lotes;
- ✓ Ocupação e recobrimento do solo nas áreas não urbanizadas pertencentes à bacia.
- Dados relativos ao curso de água receptor.

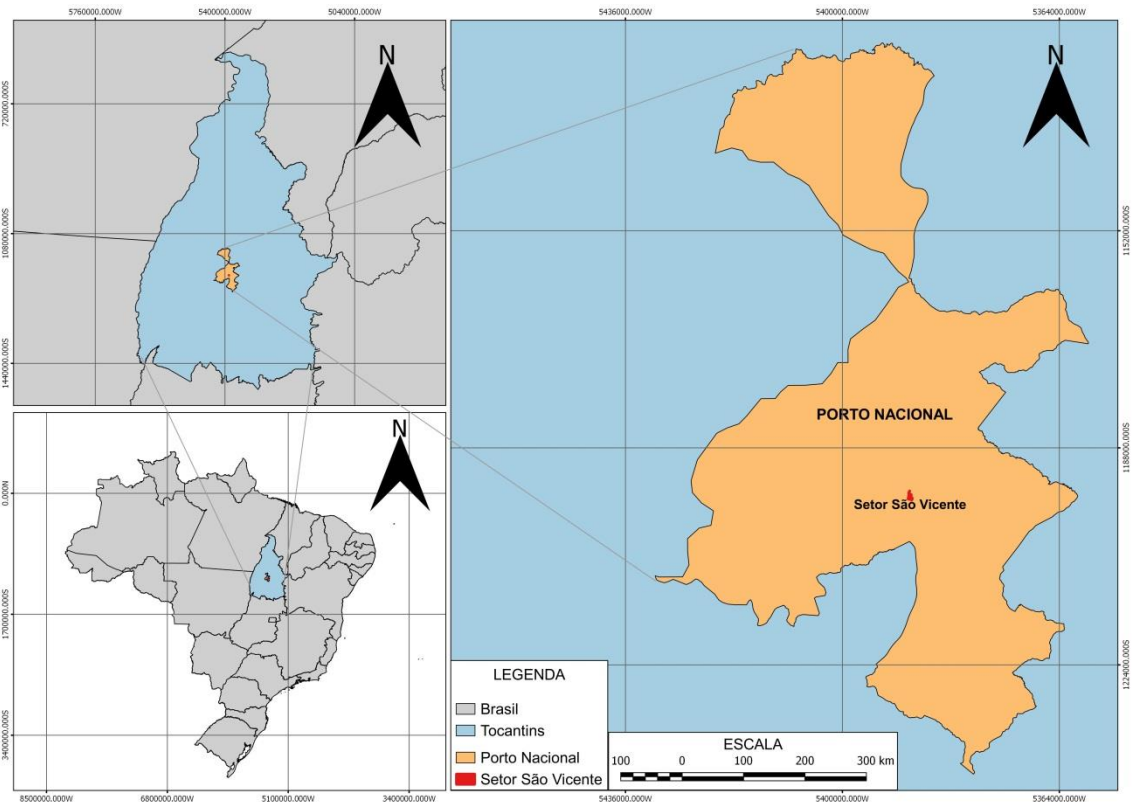
Com base na topografia disponível, na rede de drenagem e nos dados obtidos é possível planejar o melhor traçado da rede pluvial e as melhores técnicas construtivas a serem empregadas.

4. METODOLOGIA

4.1. ÁREA DE ESTUDO

O local que foi escolhido para o estudo da drenagem pluvial, esta localizado no município de Porto Nacional - TO no Bairro São Vicente, as margens do lago da UHE, possui uma área aproximada 547.504,51m², sendo predominantemente residencial, possuindo 32 quadras, 637 lotes, sete chácaras e cinco áreas institucionais. Na Fig. 3 identificamos o Bairro que será realizado o estudo, este mapa foi trabalho com o DATUM: SIRGAS 2000, Fuso: 22, em Projeção: Universal Transversa de Mercator - UTM.

Figura 3 - Loteamento São Vicente



Fonte: Corrêa, (2018).

4.2. CARACTERIZAÇÃO DE ESTUDO

O estudo proposto para este trabalho tem como enfoque o bairro São Vicente, para a realização de uma implantação adequada de drenagem pluvial para minimizar os problemas causados pela chuva, a partir de instalações adequadas e estruturais da engenharia e a viabilidade de implantações como boca de lobo e

tubulações. Onde realizará uma coleta nos pontos críticos e será feito um mapeamento do bairro para a identificação, pois os corpos hídricos que estão sendo bastante afetado pela água que é escoada de maneira desordenada, causando erosões e danos à vertente hidrográfica, pela falta de drenagem no bairro. Na Fig. 4 podemos visualizar a localização do estudo.

Figura 4 - Localização da área de estudo



Fonte: Prefeitura De Porto Nacional – To, (2012).

Quando chove na cidade de Porto Nacional estado do Tocantins, a maioria dos bairros ficam prejudicados com a falta de dispositivos de drenagem pluvial, e isso é comum em várias cidades do Brasil, que vem gerar grandes problemas nos períodos chuvosos, como exemplos: Transtornos estruturais, inundações e humidades tanto nas vias de acesso quanto nas residências. Conforme a fotografia tirada no dia 27/02/2018 (Fig. 5), pode ser observada a inexistência de drenagem tornando a Rua Contorno um dos pontos críticos, no Bairro São Vicente.

Figura 5 - Ponto Crítico no Bairro São Vicente



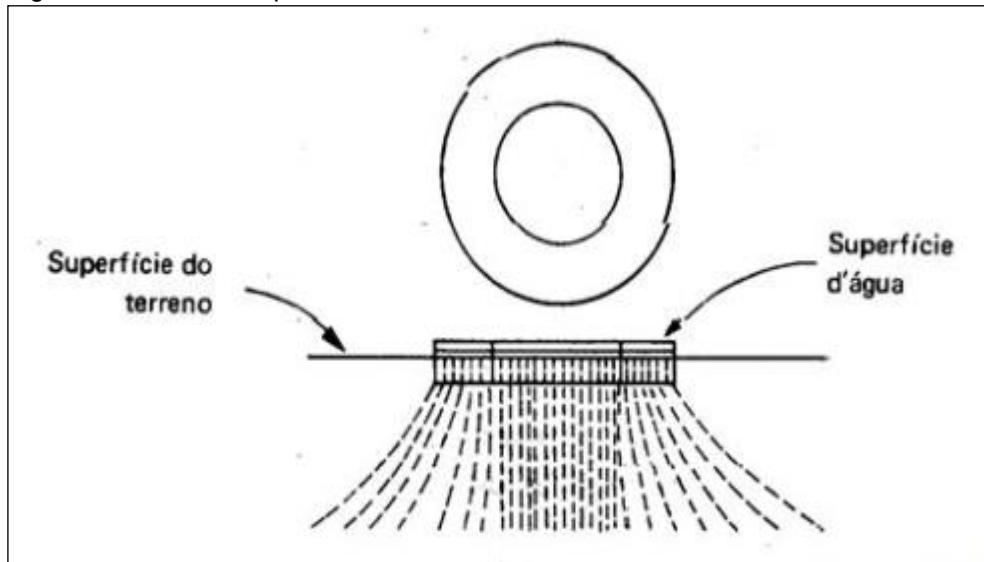
Fonte: Elaboração Própria, (2018).

4.3. ENSAIO DE INFILTRÔMETRO DE ANÉIS CONCÊNTRICOS

Este ensaio será empregado para dimensionamento de sistemas que utilizam o perfil do solo como superfície de infiltração é executados com a finalidade de determinar a capacidade de absorção de água em solos das áreas de interesse para a engenharia onde se pretende a implantação de determinado empreendimento.

O ensaio consiste em cravar dois anéis rígidos, com dimensões geralmente em torno de 30,0cm de diâmetro, anel interno, e de 60,0cm, anel externo, ambos com altura de 30,0cm. Para o ensaio os anéis devem ser instalados no solo com o auxílio de uma marreta, são cravados concêntricamente pelo menos 10,0cm no solo. Adiciona-se água, ao mesmo tempo nos dois anéis. O teste deve ser feito para diferentes cargas hidráulicas, as leituras são feitas de acordo com a redução da carga hidráulica, as leituras são feitas de acordo com a redução da carga hidráulica em relação ao tempo. Dependendo do tipo de solo, a frequência de leitura pode variar de 30s a 5min (CARVALHO et al, 2015). A Fig. 6 demonstra o desenho esquemático do infiltrômetro de anéis concêntricos.

Figura 6- Desenho esquemático do infiltrômetro de anéis concêntricos



Fonte: Carvalho e Batista, (2006).

Para execução desse ensaio é utilizado uma régua graduada acompanha-se a infiltração vertical no cilindro interno para os intervalos que obtém de um para o outro.

A capacidade de infiltração instantânea é calculada por:

$$I_t = \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

Onde:

- I_t é a capacidade de Infiltração instantânea (mm/h);
- Δh é a variação da lâmina d'água (mm);
- Δt é o intervalo de tempo (h);

Esses ensaios são serviços precedentes que vão ser elaborados para ser executado no bairro São Vicente, será realizado um estudo para analisar a possível malha de drenagem, para analisar os problemas expostos no bairro para propor uma execução para melhorias à população.

5. ORÇAMENTO

Quadro 1 – Orçamento para execução do trabalho

ITENS	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
Notebook	1	2800,00	2800,00
Impressão	150	1,00	150,00
Resma A4	1	23,5	23,5
Caneta	3	1,00	3,00
Encadernação	3	3,00	9,00
Combustível	18	16,00	288,00
Alimentação	60	15,00	900
Total			4137,50

Fonte: Elaboração Própria, (2018).



6. CRONOGRAMA

Quadro 2 - Cronograma de elaboração do projeto

ETAPAS	ANO 2018									
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Escolha do Tema	Parte concluída									
Pesquisa Bibliográfica	Parte concluída	Parte concluída	Parte concluída	Parte concluída						
Elaboração do Projeto	Parte concluída	Parte concluída	Parte concluída	Parte concluída						
Apresentação do Projeto					Parte concluída					
Revisão Bibliográfica	Parte concluída	Parte concluída	Parte concluída	Parte concluída	Parte concluída	Parte não concluída	Parte não concluída	Parte não concluída	Parte não concluída	Parte não concluída
Coletas de Amostra						Parte não concluída	Parte não concluída	Parte não concluída	Parte não concluída	
Ensaio de campo e Ensaio de laboratório							Parte não concluída	Parte não concluída	Parte não concluída	
Execução do projeto									Parte não concluída	Parte não concluída
Análise e discussão dos dados									Parte não concluída	Parte não concluída
Submissão da Monografia										Parte não concluída

Fonte: Elaboração Própria, (2018).

Legenda

	Parte concluída
	Parte não concluída

Fonte: Elaboração Própria, (2018).

7. RESULTADOS ESPERADOS

Com a finalização da presente pesquisa, espera – se uma elaboração adequada de um projeto de drenagem, com dados de ensaios de infiltrabilidade e caracterização do solo onde analisaremos o volume de água escoado e os efeitos causados pelas chuvas intensas no bairro São Vicente em Porto Nacional – TO, e se for necessário indicaremos alternativas de drenagem para que o bairro não sofra com alagamento, enchentes e ausência de redes pluviais.

8. 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.
- BRANDÃO, V.S.; SILVA, D.D.; RUIZ, H.A.; PRUSKI, F.F.; SCHAEFER, C.E.G.R.; M ARTINEZ, M.A; MENEZES, S.J.M.C. **Resistência hidráulica da crosta formada em solos submetidos a chuvas simuladas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.30, p.13-21, 2006.
- CANHOLI, Aluísio. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** Oficina de textos, 2015.
- CARVALHO, Daniel Fonseca; BATISTA, Leonardo Duarte de. **Escoamento Superficial.** Hidrologia Agosto/2006 Cap.7.
- CARVALHO, Eufrosino T. Leão, SALES, Mauricio Martins, CARVALHO, Sofia Leão, CARVALHO, Olívia Leão. **Cartilha Uso da Infiltração na Drenagem Urbana volume1 Expediente da Amma.** (Goiânia, março de 2015 p. 35).
- DA SILVEIRA, André Luiz Lopes. **Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais.** 2005.
- ELSHADAI CONSULTORIA. **Ensaio de Infiltração.** Disponível em: <http://www.elshadaiconsultoria.com.br/img/2.jpg>. Acessado em: 29/04/2018.
- FEDERAL, Interagency Stream Restorantion Working Group, **imagem do ciclo hidrológico** (1998).
- FUNASA. **Manual de saneamento.** 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
- GEBERT, Pâmela Bauman. DRENAGEM PLUVIAL NA CONSTRUÇÃO DA AVENIDA DO RIBEIRÃO PONTE GRANDE NO MUNICÍPIO DE LAGES-SC. **REPOSITÓRIO DE RELATÓRIOS-Engenharia Civil**, n. 2, 2014.
- 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.
- KIPPER, Alex **DRENAGEM URBANA: COMPARATIVO DE CUSTOS NO DIMENSIONAMENTO UTILIZANDO SISTEMAS DE DRENAGEM TRADICIONAL (HIGIENISTA), E COMPENSATÓRIA COM MICRORRESERVATÓRIOS** 07 de janeiro de 2015.
- LOURENÇO, Rossana Ramos de Abreu. **Sistemas urbanos de drenagem sustentáveis.** 2014. Tese de Doutorado.

MOURA, Priscilla Macedo. **Contribuição para a avaliação global de sistemas de drenagem urbana**. 2004. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, Belo Horizonte, Brasil.

NETO, Antonio Cardoso. Sistemas urbanos de drenagem. **FAU/USP. Apostila digital disponível em www.fau.usp.br/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0192/Aut192_2012-bibliografia__inund_dren.pdf**, 2009.

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

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

PORTO, R. L. L. Escoamento superficial direto. In: TUCCI, C.E.M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. (Org.). **Drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH; Porto Alegre: UFRGS, 1995. 428p

PREFEITURA, Porto Nacional Tocantins **dados do bairro São Vicente**, (2012).

RAWLS, W.J.; BRAKENSIEK, D.L.; SAVABI, M.R. Infiltration parameters for rangeland soils. **Journal of Range Management**, v.42, n.2,1996.

SANTIAGO, Cristiane Maria Cordeiro; SALES, Marta Celina Linhares; DA SILVA, Edson Vicente. CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLOGICA DA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO SÃO NICOLAU-PI. **REVISTA EQUADOR**, v. 6, n. 2, p. 150-164, 2018.

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

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

TOMAZ, Plinio. **Curso de Manejo de águas pluviais** Capítulo 02 - Método Racional 01//7/13.

TUCCI, Carlos EM **livro Hidrologia, Ciência e Aplicação**, QUARTA EDIÇÃO (p.35, 1993).

TUCCI, Carlos EM. Drenagem urbana. **Ciência e cultura**, v. 55, n. 4, p. 36-37, 2003.

TUCCI, Carlos EM. Inundações urbanas. **Porto Alegre: ABRH/RHAMA**, v. 11, 2007.

TUCCI, Carlos EM. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. **Revista brasileira de recursos hídricos**, v. 2, n. 2, p. 5-12, 1997.