



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR – CCTA
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL – UACTA

**SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DA ÁREA COMERCIAL DE MALTA-
PB: UM ESTUDO DE CASO**

WENDEN CHARLES RAMALHO SOARES

POMBAL-PB

2021

WENDEN CHARLES RAMALHO SOARES

**SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DA ÁREA COMERCIAL DE MALTA –
PB: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande, elaborado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz

POMBAL-PB

2021

S676s

Soares, Wenden Charles Ramalho.

Sistema de drenagem urbana da área comercial de Malta - PB: um estudo de caso / Wenden Charles Ramalho Soares. - Pombal, 2021.

52f. : il. Color

Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021.

"Orientação: Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz".

Referências.

1. Drenagem. 2. Microdrenagem. 3. Chuvas Intensas. 4. Águas Urbanas. I. Queiroz, Manoel Moisés Ferreira. II. Título.

CDU 696.12(043)

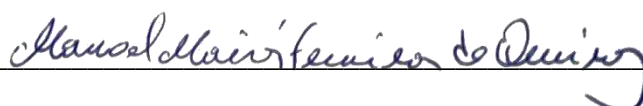
WENDEN CHARLES RAMALHO SOARES

**SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DA ÁREA COMERCIAL DE MALTA –
PB: UM ESTUDO DE CASO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado pelos examinadores para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em unanimidade pelos professores participantes da banca examinadora.

APROVADO EM: 18 / 10 / 2021

COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz

Orientador – UACTA/CCTA/UFCG



Prof.^a Dra. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira

Examinadora Interna – UACTA/CCTA/UFCG



Eng.^a Vitória Silva Martins de Oliveira

Examinadora Externa

POMBAL-PB

2021

Dedico este trabalho ao meu falecido pai que sempre acreditou em mim, a minha família e amigos, e a todos que de alguma forma tenham contribuído para quem sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo de bom que me tem proporcionado.

Agradeço também a minha mãe Lindrinalva Ramalho Soares e meu falecido pai Ailton Gomes Soares, por todo apoio e paciência que tiveram comigo durante toda minha vida e pela criação que me deram.

Agradeço ao meu irmão Wesley Bruno Ramalho Soares por todo apoio durante toda nossa vida.

Agradeço fortemente a Alana de Sousa Pinheiro e aos seus pais, Gerismar e Júlio César por todo o apoio e incentivo dado.

Agradeço ao meu orientador Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz por todo apoio e paciência durante o decorrer desse projeto.

Agradecer aos meus avós, Sr. Antônio, dona Alta e dona Anita, a todos os meus tios e tias, e a todos os meus primos, por todo apoio dado.

Agradeço aos amigos que conquistei durante essa jornada e que sempre estiveram na torcida por mim.

Agradeço aos meus amigos Kleber, Bianca, Emilly, Ruhama, Mariana, Jeffry, Maria Eduarda, Messias, Ítalo, e aos muitos outros mais antigos por todo apoio e incentivo durante a graduação e a vida.

Agradeço aos antigos e atuais gestores da minha querida cidade Malta-PB, por todo apoio dado para que pudesse chegar onde estou hoje.

“Com grandes poderes vêm grandes responsabilidades”

- Stan Lee

RESUMO

A mitigação dos impactos decorrentes dos episódios de inundações em áreas urbanizadas, buscando reduzir os riscos e prejuízos, é feita a partir da implantação de medidas e obras de infraestrutura de drenagem de águas pluviais. Este trabalho teve como objetivo fazer um estudo do sistema de drenagem urbana referente à área comercial da cidade de Malta-PB, tendo em vista o fato de que a cidade está crescendo cada vez mais em seu território urbano e ainda não dispõe de nenhum sistema eficiente de escoamento de águas pluviais. A principal finalidade de um sistema de microdrenagem é a coleta e destinação das águas oriundas das chuvas, retirando-as das ruas e direcionando-as para as galerias pluviais, que por sua vez irão direcioná-las, para os depósitos naturais de águas, prevenindo acúmulos indesejados, danos às estruturas, proliferação de doenças, promovendo segurança ao tráfego de veículos nas vias carroçáveis e aos transeuntes com o intuito de evitar ou diminuir riscos e danos. Para o desenvolvimento desse trabalho, foi feita a caracterização do sistema atual de drenagem de águas pluviais e a identificação da forma de ocupação, utilizando o QGIS 2.14.1, Google Earth Pro, imagem de satélite e dados obtidos do IBGE e arquivo de imagem de tipo TIF e ferramenta do QGIS chamada de TauDEN e o AutoCAD 2018. Para análise de chuvas de projeto foi utilizada a equação de chuvas intensas do município, obtida através da análise estatística de chuvas máximas diárias anuais ajustadas a distribuição de probabilidade Gumbel e da desagregação de valores de chuvas estimados para diferentes valores de Períodos de Retornos e de duração, que posteriormente constituíram um sistema de equações não lineares resultando na estimativa dos parâmetros da equação de chuva. A análise do sistema de drenagem foi feita usando o método Racional para estimativa da chuva de projeto e a hidráulica de canais para determinar a capacidade das sarjetas. Foram identificados dois pontos críticos na área comercial de Malta, necessitando da implementação de um sistema de microdrenagem.

Palavras-chave: Chuvas intensas; Microdrenagem; Águas urbanas.

ABSTRACT

The mitigation of the impacts resulting from the episodes of floods in urbanized areas, seeking to reduce risks and losses, is made from the implementation of measures and works of rainwater drainage infrastructure. This work aimed to make a study of the urban drainage system referring to the commercial area of the city of Malta-PB, in view of the fact that the city is growing more and more in its urban territory and still does not have any efficient system of rainwater flow. The main purpose of a microdrainage system is the collection and disposal of water from the rains, removing them from the streets and directing them to the rain galleries, which in turn will direct them to the natural deposits of waters, preventing unwanted accumulations, damage to structures, proliferation of diseases, promoting safety to the traffic of vehicles on the roads and passers-by in order to avoid or reduce risks and damage. For the development of this work, we characterized the current rainwater drainage system and the identification of the form of occupation, using QGIS 2.14.1, Google Earth Pro, satellite image and data obtained from IBGE and tif type image file and QGIS tool called TauDEN and AutoCAD 2018. For the analysis of project rainfall, the equation of intense rainfall of the municipality was used, obtained through the statistical analysis of annual daily maximum rainfall adjusted the gumbel probability distribution and the breakdown of rainfall values estimated for different values of Return periods and duration, which later constituted a system of nonlinear equations resulting in the estimation of the parameters of the rain equation. The analysis of the drainage system was made using the Rational method to estimate the project rain and the hydraulic scans to determine the capacity of the gutters. Two critical points were identified in Malta's commercial area, requiring the implementation of a microdrainage system.

Keywords: Heavy rains; Microdrainage; Urban waters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração da sarjeta.....	16
Figura 2: Relação fator de redução, declividade.	18
Figura 3: Principais tipos de bocas de lobo	20
Figura 4: Galeria pluvial.....	22
Figura 5: Localização do município de Malta - PB.....	24
Figura 6: Recorte preliminar da área de contribuição da bacia.	41
Figura 7: Área de contribuição preliminar, quadras e curvas de níveis.....	42
Figura 8: Uso e ocupação do solo.....	43
Figura 9: Área total modificada no AutoCad.	43
Figura 10: Áreas de contribuição já delimitadas.	44
Figura 11: Disposição das bocas de lobos	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição de chuva máxima por tempo.....	30
Gráfico 2: Precipitação, variável reduzida de Gumbel (y).	34
Gráfico 3: Precipitação em função do período.	35
Gráfico 4: Curvas IDF de 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75 e 100 anos juntas.....	37
Gráfico 5: Curvas IDF de 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75 e 100 anos separados.	37
Gráfico 6: Logaritmos de base 10 da duração e intensidade	39
Gráfico 7: $\text{Log}(T) \times \text{Log}(C)$	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coeficientes de rugosidade de Manning.....	17
Tabela 2: Fator de redução de escoamento das sarjetas.....	17
Tabela 3: Relação coeficientes de Runoff.	18
Tabela 4: Coeficiente de escoamento superficial de área impermeável	19
Tabela 5: Fator de redução de escoamento para bocas de lobo	21
Tabela 6: Período de retorno.....	22
Tabela 7: Dados máximos diários anuais	30
Tabela 8: Parâmetros estatísticos.....	31
Tabela 9: Parâmetros de precipitação, variável reduzida de Gumbel.....	31
Tabela 10: Precipitação em função do período.....	34
Tabela 11: Precipitação por período de retorno em função da duração.....	35
Tabela 12: Intensidade, duração e frequência.....	36
Tabela 13: Logaritmos da duração e frequência.....	38
Tabela 14: Logaritmo de base 10 do tempo.....	39
Tabela 15: Dados preliminares da área de estudo.....	44
Tabela 16: Tempo de concentração, precipitação e declividade longitudinal. ...	46
Tabela 17: Valores de vazão do trabalho.....	47
Tabela 18: Dados Gerais e dados da bacia	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA	Agencia Executiva de Gestão das Águas
ANA	Agencia Nacional das Águas
CCTA	centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DWG	DraWinG format
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDF	Intensidade-Duração-Frequência
RBRH	Revista Brasileira de Recursos Hídricos
SMDU	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano
TIF	Tagged Image File
UACTA	Unidade Acadêmica de Ciência e Tecnologia Ambiental
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral.....	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	JUSTIFICATIVA.....	15
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4.1	Sarjeta.....	16
4.2	Boca de lobo.....	19
4.3	Galerias	21
4.4	Intensidade de chuva	22
5	METODOLOGIA	24
6	RESULTADO	30
6.1	Obtenção da equação de chuva	30
6.2	Dados da bacia	40
6.3	Cálculos dos elementos de drenagem urbana.....	44
7	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

É perceptível a necessidade que as cidades demandam de um eficiente sistema de drenagem urbana. Isso se dá devido ao crescimento urbano em áreas onde antes só possuíam seus sistemas naturais de drenagens e de captação de água, aos quais, agora, foram substituídos por áreas com coberturas urbanas impermeáveis, juntamente com a falta de planejamento prévio, aumentando os riscos e agravamento dos problemas de drenagem das águas pluviais.

A falta de planejamento em conjunto com todas as alterações que o meio sofre através do uso inadequado de seu ambiente traz como resultado diversos problemas na sua urbanização, tais como os de drenagem, que por sua vez podem ser de difíceis soluções estruturais e bastante onerosas.

Apesar da obrigatoriedade de se ter um plano diretor para cada município, a maioria não o possui, e os que possuem, muitas vezes não dispõem de normas eficazes de fiscalização para a drenagem urbana, pois, segundo Tucci (2002), no plano diretor de cada município exige-se que seja levado em conta o uso do solo e as legislações ambientais, que dificilmente são abordadas na drenagem urbana.

Apesar do êxodo para cidades mais desenvolvidas, embora a atividade rural seja culturalmente bem enraizada no município de Malta – PB, o mesmo não sofre com crescentes elevações de habitantes nas áreas urbanas.

As chuvas intensas que ocorrem nos períodos de janeiro a abril, acarretam no acúmulo de água em alguns pontos da cidade, além de promover a erosão urbana e periurbana devido à falta de um sistema de drenagem adequada para a cidade. Portanto o presente trabalho tem como propósito verificar a viabilidade de se implantar um sistema de drenagem através dos cálculos utilizados para dimensionamentos de elementos de drenagem.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o sistema de drenagem urbana referente à área comercial da cidade de Malta-PB, considerando o crescimento do seu território urbano e a inexistência de sistema eficiente de escoamento de águas pluviais notadamente na sua área comercial, identificado pontos críticos necessitando de intervenção.

2.2 Objetivos específicos

- Proceder à caracterização do sistema atual de drenagem na bacia urbana que compõe a área comercial da cidade de Malta-PB;
- Identificar a forma de uso e ocupação da área urbana;
- Estabelecer os critérios de drenagem urbana da cidade;
- Obter a equação de chuvas intensas a partir da desagregação de chuvas máximas diárias anuais obtidas de dados pluviométricos diários,
- Estimar o escoamento superficial nas vias públicas da área comercial através de modelo chuva-vazão;
- Identificar pontos críticos necessitando de intervenção no sistema de microdrenagem para atender a situação atual e futura.

3 JUSTIFICATIVA

A mitigação dos impactos decorrentes dos episódios de inundações em áreas urbanizadas, buscando reduzir os riscos e prejuízos, é feita a partir da elaboração de medidas e obras de infraestrutura de drenagem que têm por objetivo compensar as modificações antrópicas feitas no ambiente e dar destinação adequada às águas pluviais. As atividades relacionadas à drenagem urbana são de responsabilidade do município, devendo ser executadas pela administração pública, com o objetivo de alcançar adequado desenvolvimento urbano e o bem-estar e segurança da população.

A situação atual dos sistemas tradicionais de drenagem já implantados, não está cumprindo o seu papel com eficiência, tendo em vista a quantidade de inundações que vem ocorrendo. A defasagem dos sistemas de drenagem urbana está relacionada à ocupação indevida de áreas de risco, resíduos não coletados, desmatamento, impermeabilização dos solos, entre outros. Com isto, mostra-se clara a necessidade de reformulação dos sistemas de drenagem pluvial, passando por técnicas compensatórias, que evitem o surgimento de problemas, em vez de consertá-los constantemente ou transferi-los para jusante.

Embora seja clara a necessidade de utilização de novos métodos de drenagem, a experiência na área é, ainda, bastante limitada. Deste modo, são necessários exemplos reais em que possam ser demonstradas as vantagens de sistemas sustentáveis de uma forma didática que permita a engenheiros e governantes optarem por tipo de estruturas de drenagem que levem em conta aspectos ambientais.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para melhor compreensão da necessidade de se ter um sistema de drenagem urbana que seja eficiente, faz-se necessário entender os problemas que a não aplicação do mesmo pode acarretar numa cidade. Portanto, a revisão bibliográfica presente terá o intuito de explicar o conceito básico dos elementos a serem empregados nessa monografia.

4.1 Sarjeta

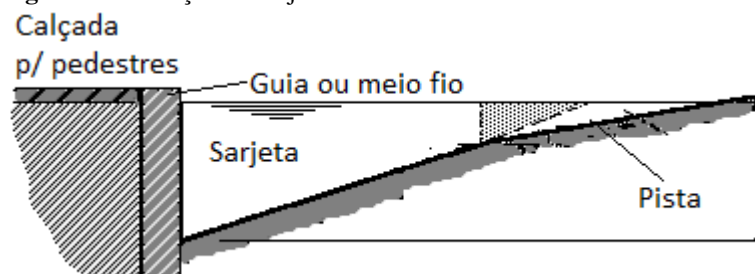
As sarjetas são elementos dispostos paralelamente ao meio-fio, e recebem os escoamentos incidentes na via pública, que segundo Tucci (1995), é o caminho feito pelas águas decorrentes das chuvas ou outros contribuintes em decorrência das declividades das ruas.

Localizada entre a união das vias e do meio feio, a mesma deve ser executado com cautela devido a possíveis dilatações causadas nas vias, o que acarretaria em infiltração de água e por sua vez em degradação das ruas (Botelho, 2013).

Existem diferentes métodos para se calcular a capacidade de uma sarjeta, o método adotado nesse projeto foi o da sarjeta composta. Adotou-se este método, pois se tem como padrão para a construção das ruas uma declividade para vias e uma para as sarjetas, como também pela inviabilidade de se sair verificando cada rua devido o momento de pandemia.

A figura 01 apresenta uma sessão transversal de uma sarjeta triangular composta, que é a mais usual.

Figura 1: Ilustração da sarjeta.



Fonte: Drenagem urbana (2013).

A sarjeta pode ser feita de diferentes tipos de materiais, com isso faz-se necessário o uso da tabela de rugosidade de Manning, para fins de cálculos das sarjetas e galerias.

A tabela 01 apresenta os valores de rugosidade de Manning, segundo Tucci (1995).

Tabela 1: Coeficientes de rugosidade de Manning.

Características	n
Canais retilíneos com grama de até 15cm de altura	0,30: 0,40
Canais retilíneos com capins de até 30cm de altura	0,30: 0,60
Galerias de concreto	
Pré-moldados com bom acabamento	0,011: 0,014
Moldado in loco com formas metálicas simples	0,012: 0,014
Moldado in loco com formas de madeira	0,015: 0,020
Sarjetas	
Asfalto suave	0,013
Asfalto rugoso	0,016
Concreto suave com pavimento de asfalto	0,014
Concreto rugoso com pavimento de asfalto	0,015
Pavimento de concreto	0,014: 0,016
Pedras	0,016

Fonte: Tucci (1995).

Para o projeto em si, foi adotada uma declividade transversal para a sarjeta de 5% e a rua de 2%, pois são as mais comuns.

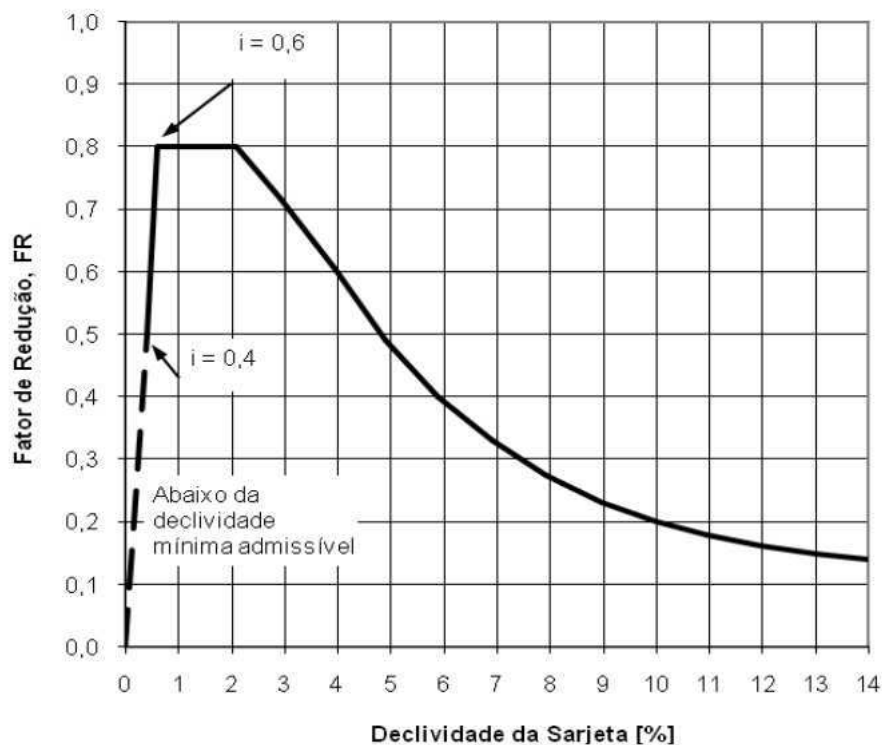
Existem algumas maneiras de se conseguir o fator de redução, os mais comuns são, a utilização do ábaco ou a tabela, essa ultima sendo necessário à utilização de interpolação para valores não tabelados.

Abaixo encontra-se a tabela 02 e o ábaco na figura 02, os quais servem para a obtenção do fator de redução.

Tabela 2: Fator de redução de escoamento das sarjetas.

Declividade da sarjeta (%)	Fator de redução
0,4	0,50
1 a 3	0,80
5,0	0,50
6,0	0,40
8,0	0,27
10	0,20

Fonte: DAEE/CETESB (1980).

Figura 2: Relação fator de redução, declividade.

Fonte: adaptado de DAEE/CETESB (1980).

Em áreas residenciais é comum se ter a mistura de áreas permeáveis com áreas impermeáveis, e tratando de áreas comerciais nas residências dos próprios donos a mesma analogia é feita. Portanto, para a utilização do coeficiente de escoamento foi feito um $C_{\text{médio}}$, no qual foi feito o somatório das áreas impermeáveis e multiplicado pelo coeficiente de escoamento superficial impermeável somado às áreas permeáveis que por sua vez foram multiplicadas pelo coeficiente de escoamento Runoff, no qual foram divididos pela área total.

A tabela 03 contém os valores do coeficiente de Runoff para as áreas permeáveis, que serão utilizados nos cálculos do método racional.

Tabela 3: Relação coeficientes de Runoff.

Ocupação do solo	C
EDIFICAÇÃO MUITO DENSA: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com rua e calçadas pavimentadas	0,70 a 0,95
EDIFICAÇÃO NÃO MUITO DENSA: Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 a 0,70
EDIFICAÇÃO COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas	0,50 a 0,60

Continuação da tabela 03.

Ocupação do solo	C
EDIFICAÇÃO COM MUITAS SUPERFÍCIES LIVRES: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes	0,25 a 0,50
SUBÚRBIOS COM ALGUMA EDIFICAÇÃO: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções	0,10 a 0,25
MATAS, PARQUES E CAMPOS DE ESPORTES: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação	0,05 a 0,20

Fonte: (SMDU/SP, 2012).

A tabela 04 contém os valores de coeficiente de escoamento superficial para alguns tipos de áreas impermeáveis, como os pavimentos.

Tabela 4: Coeficiente de escoamento superficial de área impermeável

Tipos de superfície	Coeficiente de escoamento superficial para área impermeável C_i	
	Valor médio	Faixa de valores
Cimento e asfalto	0,95	0,90 a 0,95
Paralelepípedo	0,60	0,58 a 0,81
Blockets	0,78	0,70 a 0,89
Concreto e asfalto poroso	0,03	0,05
Solo compactado	0,66	0,59 a 0,79

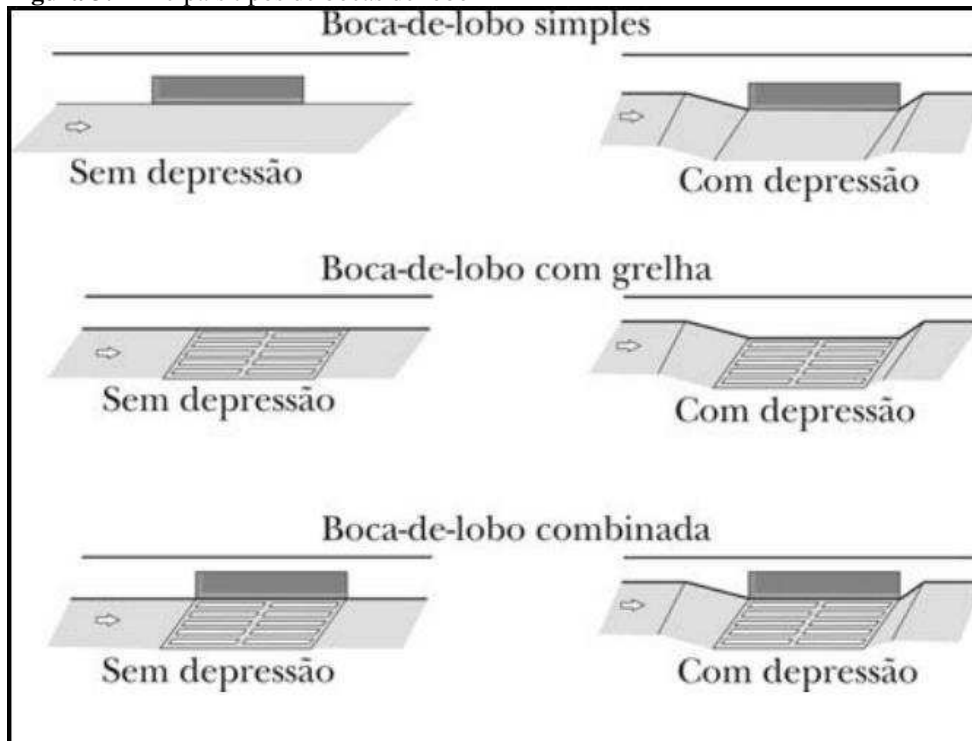
Fonte: Tucci, RBRH janeiro/março do ano 2000, *apud* Tomaz (2011), pág. 116.

4.2 Boca de lobo

Uma vez dimensionado as sarjetas de forma adequada, quando necessário, faz-se a presença das bocas de lobo. Segundo Tucci (2001), bocas de lobo são dispositivos localizados em pontos convenientes nas sarjetas para captação de águas pluviais. Quanto a sua localização, elas devem ficar a um recuo de 2 m (dois metros), da quina da calçada, e em caso de se ter faixa de pedestre a boca de lobo deve ser colocada antes do início da faixa.

As bocas de lobos têm como classificação três grupos principais: são elas as bocas de lobo do tipo guia (simples), as grelhas e as combinados. A figura 03 mostra os três tipos de boca de lobo:

Figura 3: Principais tipos de bocas de lobo



Fonte: Adaptado de DAEE/CETESB (1980).

A boca de lobo do tipo guia (simples), nada mais é do que uma abertura no meio fio, com uma laje sob a calçada, e a mesma pode ter uma pequena variante com depressão que aumente sua eficiência. É produzida em pré-moldado e comumente chamada de guia chapéu.

Boca de lobo do tipo grelha é uma abertura feita na sarjeta. Esse tipo de boca de lobo tem a capacidade de absorver uma maior quantidade de água se comparada com a do tipo guia, podendo também ter depressão que aumenta ainda mais sua eficiência. É feita de aço, podendo ser feita de encaixe (removíveis) ou chumbada ao local, com dobradiças para facilitar sua abertura,

Já a boca de lobo do tipo combinada, como o próprio nome já diz, é a combinação dos dois tipos anteriormente citados, a do tipo guia com a do tipo grelha. Essa boca de lobo só é indicada para situações extremas, onde nenhuma das duas anteriores consegue absorver de forma adequada a quantidade de água, nem pode deixar para a próxima boca de lobo absorver, como por exemplo, quando há um cruzamento de

vias expressas. Ela como as anteriores também pode contar com uma depressão para aumentar sua eficiência.

Tendo em vista que a padronização de comprimento para boca de lobo é mais aceitável que calcular um comprimento para cada uma, será adotado um valor de 0,9m (90 cm), para este projeto, já que esse valor é bem comum para dimensionamentos de boca de lobo.

O fator de escoamento da boca de lobo, assim como o da sarjeta, também é tabelado, conforme mostrado na tabela 05.

Tabela 5: Fator de redução de escoamento para bocas de lobo

Localização na sarjeta	Tipo de Boca de Lobo	% permitida sobre o valor teórico
Ponto Baixo	De guia	80
	Com grelha	50
	Combinada	65
Ponto intermediário	Guia	80
	Grelha longitudinal	60
	Grelha transversal ou longitudinal com barras transversais combinadas	60
		110% dos valores indicados para a grelha correspondente

Fonte: Adaptado de DAEE/CETESB (1980).

4.3 Galerias

Galeria é a tubulação onde são transportadas as águas pluviais. SUETONIO (2012) afirma que galerias de águas pluviais são tubulações receptoras das águas pluviais recebidas nas bocas de lobo, realizando a condução das mesmas para canais, cursos de água, lagoas, mar, etc.

BOTELHO (2011) determina para os parâmetros de cálculo que o diâmetro mínimo da canalização essencial seja de 400 mm privando-se assim a obstrução e entupimentos oriundos de resíduos jogados a boca de lobo. A ilustração seguinte mostra uma tubulação de galeria sobre uma rua.

Figura 4: Galeria pluvial.

Fonte: Procedimentos Técnicos De Dimensionamento da Microdrenagem do Município de Santo André. MORAES (2015).

A tabela 06 apresenta o período de retorno, que é o intervalo estimado para ocorrências de magnitudes parecidas entre fenômenos naturais. O período de retorno está em anos de acordo com o tipo de obra e o tipo de ocupação da área.

Tabela 6: Período de retorno

Retorno Tipo de Obra	Tipo de Ocupação da Área	T (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
Microdrenagem	Comercial	5
Microdrenagem	Áreas com edifícios de serviços públicos	5
Microdrenagem	Aeroportos	2 a 5
Microdrenagem	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5 a 10
Microdrenagem	Áreas comerciais e residenciais	50 a 100
Microdrenagem	Áreas de importância específica	500

Fonte: Tucci (1995).

4.4 Intensidade de chuva

Intensidade de chuva é a relação da precipitação das águas da chuva por unidade de tempo e é dada em mm por hora. O seu cálculo depende do período de retorno (TR) dado em anos, do tempo de concentração (t_c) em minutos e dos parâmetros regionais.

Diversos locais já se dispõem da equação de chuva, mas quando a mesmo não existe, se pega os dados históricos de intensidade dos anos disponíveis nas agências responsáveis pela captação desses dados, traçando a partir deles a equação de intensidade de chuva pelo modelo IDF.

O tempo de concentração representa o tempo em que a chuva leva pra sair do divisor mais distante e chegar até a boca de lobo desejada. Segundo Tucci (1995), em

geral, adota-se, para a chuva crítica de uma pequena bacia hidrográfica, uma duração igual ao tempo de concentração da bacia. O tempo de concentração depende basicamente da porcentagem de cobertura vegetal, declividade e tempo de escoamento.

Deve-se verificar também se a velocidade de escoamento esta entre os intervalos 4m/s e 0,75m/s, que são o máximo e mínimo consecutivamente.

5 METODOLOGIA

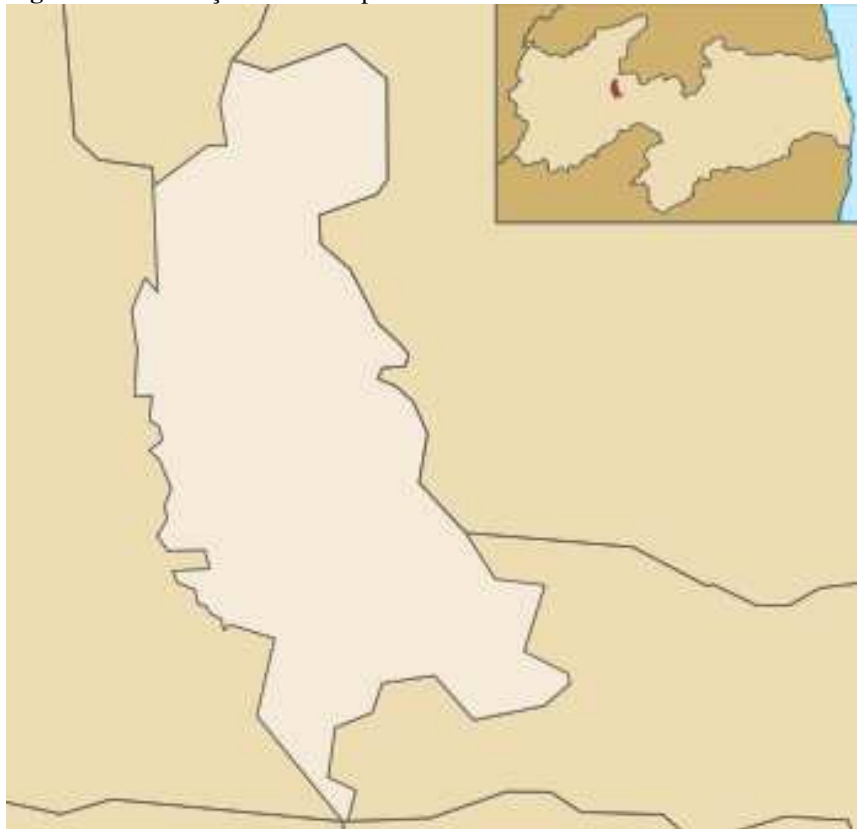
O estudo foi realizado na área comercial, na cidade de Malta – PB, que possui uma área municipal de aproximadamente 173,377 km². Por se tratar de uma cidade pequena localizada no interior do estado, a mesma não possui nenhum tipo de sistema de drenagem urbana, possui apenas sua declividade natural, o que acarreta na necessidade de um estudo para verificar se a mesma necessita de um sistema mais eficiente.

Quanto a sua densidade populacional, tem que, conforme o IBGE, no último censo em 2010, a população registrada foi de 5.613 pessoas, da qual 12,6% residem na zona rural. Contudo, conforme o IBGE, a população estimada para o ano de 2021, 11 anos depois, é de 5.745 pessoas.

O município apresenta um clima tropical quente seco, com chuvas no verão e outono, com uma média pluviométrica anual de 715 mm, os quais 81,3% de seu total são concentrados apenas em quatro meses (Janeiro – Abril).

A figura 05 mostra a localização do município de Malta no estado da Paraíba.

Figura 5: Localização do município de Malta - PB



Fonte: Wikipédia, modificada pelo autor (2021).

Para o desenvolvimento desse trabalho foram feitas pesquisas em artigos científicos, revistas, materiais bibliográficos, site e conhecimentos adquiridos durante o processo de formação acadêmica, como também o uso de programas na execução visual e de cálculos.

O estudo foi composto por identificação e caracterização do sistema atual de drenagem de águas pluviais nas bacias urbanas que compõe a cidade de Malta, utilizando *softwares* de geoprocessamento, como o QGIS 2.14.1 e o Google Earth Pro, imagem de satélite e dados obtidos do IBGE, que possibilitou a subdivisão da bacia de acordo com a descrição do local estudado, ou seja, a designação das áreas pertencentes aos lotes habitacionais, comerciais, áreas verdes e pavimentadas.

Primeiramente, foi realizada a obtenção das quadras do município de Malta, através do site do IBGE, seguindo então na obtenção do arquivo de imagem de tipo TIF, que contém os valores de altitudes da área, através do site Topodata. Para encontrar a área de estudo fora empregado o Google Earth, onde se localizou o município de Malta-PB, sendo enviada para o QGIS, onde fora georreferenciado, para se adequar ao mapa das quadras do mesmo.

Foi utilizado uma ferramenta do QGIS chamada de TauDEN, a qual tem a função de encontrar e delimitar bacias hidrográficas, utilizando-a então para encontrar uma bacia que atendesse a área de estudo em questão. Tendo feito a delimitação da área fora feito os recortes e ajustes adequando às imagens TIF, gerando assim as curvas de níveis (de metro em metro) e recortando a imagem de satélite do município. Foi gerado também a partir dos limites da bacia o recorte das quadras adequando aos demais arquivos. Com auxílio do QGIS e do Google Earth, foi feito o levantamento das áreas permeáveis e impermeáveis dentro da área de estudo. Vale lembrar que devido a enorme dimensão do arquivo TIF o TauDEN gera apenas contornos quadriculados, o que acaba acarretando em pequenos erros que ultrapassam os limites, mas os mesmos foram corrigidos manualmente nos processos feito no AutoCAD 2018.

Tendo agora os dados de limite da área, as curvas de níveis e os quarteirões, foram então feitas as transposições de arquivos para formatos do tipo DWG, que é um dos tipos de leituras aceita pelo AutoCAD, no qual foram identificadas as direções das águas, conforme as curvas de níveis e quarteirões. Também foram pegas as cotas em cada cruzamento, traçadas as linhas das ruas e feitas as áreas de contribuição de cada ponto pelo método da bissetriz.

Para o tempo de concentração das sarjetas fora utilizado a equação de Kirpich, sendo 10 minutos o mínimo aceitável para início de fluxo, onde será somado com o tempo

de concentração da próxima área de contribuição, gerando assim o tempo de concentração acumulado.

$$tc = 57. \left(\frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0,385}$$

(Equação 01)

No qual:

tc: é tempo de concentração, em min;

L: comprimento, em m;

Δh : variação de altura, em m.

Para esse projeto adotou-se o TR = 3 anos, por se tratar de uma região comercial que fica nas residências dos proprietários, e com influência de pontos residenciais em maior escala, elevando então de 2 para 3 anos, conforme tabela 06.

Para se conseguir calcular a intensidade de chuva, primeiro foram obtidos os dados de chuvas máximas diárias anuais nos sites da AESA e da ANA, utilizando procedimentos de hidrologia urbana e rotinas computacionais em ambiente Matlab e manipulados no Excel, até a obtenção da equação de chuva, equação 03, a qual fora utilizada para calcular todas as intensidades.

Para isso, é necessária a manipulação dos dados obtidos atrás das curvas IDF na equação genérica:

$$i = \frac{K \cdot T_R^m}{(tc + t_0)^n}$$

(Equação 02)

No qual:

I: é a intensidade máxima média de precipitação, em mm/h;

T_R : representa o tempo de retorno da chuva, em anos;

K, m, t_0 , n: são parâmetros locais obtidos por regressão não linear, com base nas informações extraídas de pluviogramas;

tc: é o tempo de concentração, em min.

Ao manipular os dados obtidos chegamos a seguinte equação:

$$i = \frac{996,782 \cdot T_R^{0,2101}}{(tc + 12)^{0,7658}}$$

(Equação 03)

Para calcular as declividades longitudinais usou-se a equação:

$$S = \frac{Z_m - Z_j}{L}$$

(Equação 04)

No qual:

S: declividade longitudinal, em m/m;

Z_m e Z_j: são a cota montante e jusante respectivamente, em m;

L: comprimento do trecho, em m.

Seguindo então utilizando a tabela 01 para achar o coeficiente de rugosidade adequado, calculou-se a vazão da sarjeta, utilizando a equação 06.

Deve se levar em conta que, a vazão final será resultante do calculo de três vazões, que levam como base a seguinte fórmula:

$$Q = 0,375 \cdot \frac{Z}{n} \cdot \sqrt{S} \cdot y^{\frac{8}{3}}$$

(Equação 05)

No qual:

Q: Q máx. suportada Sarjeta, em m³/s;

Z: declividade transversal, em m/m;

y: lamina de água, em m;

S: declividade longitudinal, em m/m;

n: coeficiente de rugosidade de Manning.

Com isso, sendo feita todas as modificações necessárias, usando os valores de projetos desse trabalho e tendo como base o manual, Drenagem Urbana, Manual de Projeto, CETESB (1980), chega-se por fim a equação final:

$$Q = K \cdot S^{0,5} \cdot FR$$

(Equação 06)

No qual:

Q: vazão, em m³/s;

K: constante resultante dos ajustes com os dados de Z, y e n;

S: declividade longitudinal, em m/m;

FR: Fator de redução de escoamento da sarjeta.

Para o cálculo da vazão teórica de projeto foi utilizada a equação do método racional:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A$$

(Equação 07)

No qual:

Q: vazão, em m³/s;

C: coeficiente de escoamento;

i: intensidade de chuva, em mm/h;

A: área, m².

Onde o C passará a ser C_{med}, que foi obtido pela equação:

$$C_{med} = \frac{\sum A_i \cdot C_i + \sum A_p \cdot C_p}{A_t}$$

(Equação 08)

Para verificar se a velocidade de escoamento está entre os parâmetros admissíveis, utiliza-se a equação:

$$V = \frac{R_h^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

(Equação 09)

No qual:

V: é tempo velocidade, em m/s;

R_h: raio hidráulico, em m;

S: declividade longitudinal, em m;

n: coeficiente de rugosidade de Manning.

Após isso, fez-se a verificação para saber se será preciso instalar a boca de lobo, conferindo se a vazão teórica excede a vazão da sarjeta, caso exceda será necessário o uso da boca de lobo neste local, que por sua vez será utilizada um comprimento padrão de 90 cm, calculando assim a vazão suportada pela boca de lobo através da equação 10.

Para se calcular a vazão que a boca de lobo pode suportar é utilizada a seguinte equação:

$$Q_{bl} = 1,7 \cdot L_{bl} \cdot y^{3/2} \cdot FR$$

(Equação 10)

No qual:

Q_{bl} : vazão na boca de lobo, em m³/s;

L_{bl} : Largura da boca de lobo, em m;

y : lamina de água, em m.

FR : Fator de redução de escoamento da boca de lobo.

Caso a vazão da boca de lobo não seja suficiente para receber a vazão teórica, deve-se verificar se a vazão que excede é muito grande ou irá passar para uma via expressa, caso isso aconteça, adota-se a instalação de uma segunda boca de lobo neste local para a absorção total da vazão, caso não seja nenhuma dessas opções, pode-se deixar passar para a próxima boca de lobo, sendo somada a da mesma.

Após a verificação dos dados obtidos pelos cálculos anteriores citados, foi avaliada a necessidade se implantar ou não um sistema eficiente de drenagem urbana.

6 RESULTADO

6.1 Obtenção da equação de chuva

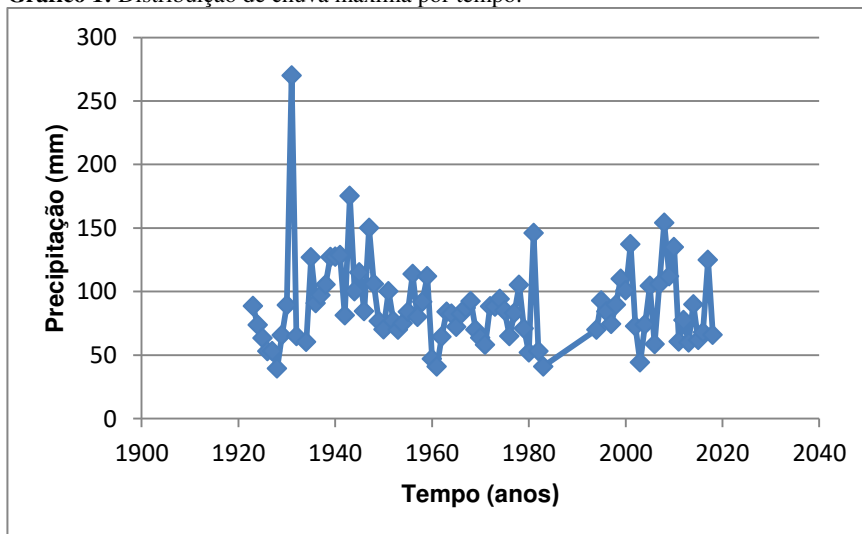
Com a obtenção dos dados de série histórica de chuvas máximas diárias anuais, foi feita a separação do mesmo obtendo apenas os valores máximos. Conforme a tabela 07 e montado um gráfico de dispersão, conforme o gráfico 01.

Tabela 7: Dados máximos diários anuais

Dados históricos		Dados históricos		Dados históricos		Dados históricos		Dados históricos	
1923	88,7	1945	115	1966	82,3	1997	74,5	2018	66
1924	73,8	1946	84,6	1967	87,2	1998	89,6		
1925	63,5	1947	150	1968	92,5	1999	110		
1926	53	1948	106	1969	70,1	2000	101		
1927	53	1949	76,8	1970	63,7	2001	137,3		
1928	39,6	1950	70,3	1971	58,1	2002	72,7		
1929	65,8	1951	100,3	1972	88,4	2003	44,2		
1930	89,5	1952	77	1973	88,1	2004	74		
1931	270	1953	70	1974	94,1	2005	104,4		
1932	65	1954	75	1975	85,2	2006	58,6		
1934	60,5	1955	84	1976	65	2007	106		
1935	126,8	1956	113,8	1977	83	2008	154,2		
1936	90,8	1957	80	1978	105,2	2009	112		
1937	97,3	1958	92	1979	71	2010	135		
1938	105,5	1959	112	1980	52	2011	60,7		
1939	127,3	1960	47	1981	146,1	2012	77,5		
1940	127,4	1961	41,1	1982	53,1	2013	60		
1941	128,8	1962	64,5	1983	41,1	2014	90		
1942	81,3	1963	84	1994	70	2015	62		
1943	175,2	1964	82,6	1995	93	2016	68		
1944	100,2	1965	72,3	1996	84,4	2017	125		

Fonte: Autor (2021).

Gráfico 1: Distribuição de chuva máxima por tempo.



Fonte: Autor (2021).

Uma pequena observação a ser feita é que durante os dados da ANA, de 1923 a 1983, não se tem os dados do ano de 1933. Quanto aos dados da AESA só há registros a partir do ano de 1994, os quais foram coletados até o ano de 2018, totalizando em 85 anos de dados para a elaboração do projeto.

Através dos cálculos estatísticos do Excel foram obtidos os valores conforme a tabela 08.

Tabela 8: Parâmetros estatísticos.

Média	Desvio Padrão	n	alfa	gl	$\sum \text{chi}^2 \text{cal}$	$\text{chi}^2 \text{teo}$
88,7	34,0531	85	0,05	84	42,43244225	63,87626

Fonte: Autor (2021).

No qual:

n: numero de valores.

alfa: nível de significância, 0,05;

gl: grau de liberdade n-1;

$\sum \text{chi}^2 \text{cal}$: somatório de $\text{chi}^2 \text{cal}$;

$\text{chi}^2 \text{teo}$: distribuição de qui-quadrado.

A média e o desvio padrão foram calculados através das funções, Média e DESVPAD. A, no próprio Excel.

Reorganizando os dados de chuva máxima em ordem decrescente, foram obtidos os valores um gráfico de ajustes de dados, conforme a tabela 09 e o gráfico 02.

Tabela 9: Parâmetros de precipitação, variável reduzida de Gumbel.

H (mm)	m (ordem)	P	T	y	y _{teo}	H _{teo}	$\text{chi}^2 \text{cal}$
270	1	0,011627907	86	4,448504976	7,406296583	191,467	32,2115
175,2	2	0,023255814	43	3,749457937	3,835840132	172,9064	0,03042
154,2	3	0,034883721	28,66666667	3,338034193	3,044916235	161,9826	0,37393
150	4	0,046511628	21,5	3,044333427	2,886731455	154,1845	0,11357
146,1	5	0,058139535	17,2	2,8151098	2,739845588	148,0984	0,02696
137,3	6	0,069767442	14,33333333	2,626645415	2,408410812	143,0944	0,23464
135	7	0,081395349	12,28571429	2,466287737	2,321785814	138,8367	0,10603
128,8	8	0,093023256	10,75	2,326483708	2,088274949	135,1247	0,29604
127,4	9	0,104651163	9,555555556	2,202360876	2,035546689	131,8291	0,14881
127,3	10	0,11627907	8,6	2,090591828	2,031780385	128,8615	0,01892
126,8	11	0,127906977	7,818181818	1,988802745	2,012948864	126,1589	0,00326
125	12	0,139534884	7,166666667	1,895240399	1,945155387	123,6747	0,0142
115	13	0,151162791	6,615384615	1,808572895	1,568524959	121,3736	0,33469
113,8	14	0,162790698	6,142857143	1,727764474	1,523329308	119,228	0,24712
112	15	0,174418605	5,733333333	1,651993601	1,455535831	117,2162	0,23212

Continuação da tabela 09.

H (mm)	m (ordem)	P	T	y	yteo	Hteo	chi ² cal
112	16	0,186046512	5,375	1,580597552	1,455535831	115,3205	0,09561
110	17	0,197674419	5,058823529	1,513033824	1,380209746	113,5266	0,10955
106	18	0,209302326	4,777777778	1,448852589	1,229557575	111,8226	0,30318
106	19	0,220930233	4,526315789	1,387676609	1,229557575	110,1983	0,15994
105,5	20	0,23255814	4,3	1,329186299	1,210726053	108,6453	0,09105
105,2	21	0,244186047	4,095238095	1,273108449	1,199427141	107,1563	0,03572
104,4	22	0,255813953	3,909090909	1,219207556	1,169296706	105,7252	0,01661
101	23	0,26744186	3,739130435	1,167279096	1,041242361	104,3464	0,10732
100,3	24	0,279069767	3,583333333	1,117144215	1,014878231	103,0153	0,07157
100,2	25	0,290697674	3,44	1,068645515	1,011111927	101,7276	0,02294
97,3	26	0,302325581	3,307692308	1,021643653	0,901889103	100,4796	0,10062
94,1	27	0,313953488	3,185185185	0,976014589	0,781367366	99,26812	0,26906
93	28	0,325581395	3,071428571	0,931647329	0,739938019	98,09012	0,26414
92,5	29	0,337209302	2,965517241	0,88844206	0,721106498	96,94296	0,20362
92	30	0,348837209	2,866666667	0,846308604	0,702274977	95,82427	0,15262
90,8	31	0,360465116	2,774193548	0,805165117	0,657079325	94,73186	0,16319
90	32	0,372093023	2,6875	0,764936996	0,626948891	93,66375	0,14331
89,6	33	0,38372093	2,606060606	0,725555952	0,611883674	92,61814	0,09835
89,5	34	0,395348837	2,529411765	0,68695921	0,60811737	91,59335	0,04784
88,7	35	0,406976744	2,457142857	0,649088835	0,577986936	90,58784	0,03934
88,4	36	0,418604651	2,388888889	0,611891134	0,566688023	89,6002	0,01608
88,1	37	0,430232558	2,324324324	0,575316149	0,55538911	88,62909	0,00316
87,2	38	0,441860465	2,263157895	0,539317206	0,521492371	87,67327	0,00255
85,2	39	0,453488372	2,205128205	0,503850516	0,446166286	86,73159	0,02705
84,6	40	0,465116279	2,15	0,468874827	0,42356846	85,80294	0,01686
84,4	41	0,476744186	2,097560976	0,434351111	0,416035852	84,88629	0,00279
84	42	0,488372093	2,047619048	0,400242277	0,400970635	83,98066	4,5E-06
84	43	0,5	2	0,366512921	0,400970635	83,08511	0,01007
83	44	0,511627907	1,954545455	0,333129082	0,363307592	82,19872	0,00781
82,6	45	0,523255814	1,911111111	0,300058034	0,348242375	81,32065	0,02013
82,3	46	0,534883721	1,869565217	0,267268074	0,336943462	80,45003	0,04254
81,3	47	0,546511628	1,829787234	0,234728334	0,299280419	79,58606	0,03691
80	48	0,558139535	1,791666667	0,202408593	0,250318464	78,72793	0,02055
77,5	49	0,569767442	1,755102041	0,170279099	0,156160857	77,87486	0,0018
77	50	0,581395349	1,72	0,138310385	0,137329336	77,02605	8,8E-06
76,8	51	0,593023256	1,68627451	0,106473096	0,129796727	76,18073	0,00503
75	52	0,604651163	1,653846154	0,074737801	0,06200325	75,33812	0,00152
74,5	53	0,61627907	1,622641509	0,043074806	0,043171729	74,49743	8,9E-08
74	54	0,627906977	1,592592593	0,011453953	0,024340207	73,65785	0,00159
73,8	55	0,639534884	1,563636364	-0,020155596	0,016807599	72,81858	0,01323
72,7	56	0,651162791	1,535714286	-0,051785592	-0,024621748	71,97877	0,00723

Continuação da tabela 09.

H (mm)	m (ordem)	P	T	y	yteo	Hteo	chi ² cal
72,3	57	0,662790698	1,50877193	-0,083468954	-0,039686965	71,13753	0,019
71	58	0,674418605	1,482758621	-0,115240059	-0,088648921	70,29397	0,00709
70,3	59	0,686046512	1,457627119	-0,147135068	-0,115013051	69,44712	0,01047
70,1	60	0,697674419	1,433333333	-0,179192298	-0,122545659	68,59596	0,03298
70	61	0,709302326	1,409836066	-0,211452655	-0,126311964	67,73941	0,07544
70	62	0,720930233	1,387096774	-0,243960147	-0,126311964	66,8763	0,1459
68	63	0,73255814	1,365079365	-0,27676248	-0,201638049	66,00535	0,06028
66	64	0,744186047	1,34375	-0,309911784	-0,276964134	65,1252	0,01175
65,8	65	0,755813953	1,323076923	-0,343465483	-0,284496743	64,23431	0,03816
65	66	0,76744186	1,303030303	-0,377487371	-0,314627177	63,33098	0,04398
65	67	0,779069767	1,28358209	-0,412048932	-0,314627177	62,41333	0,1072
64,5	68	0,790697674	1,264705882	-0,447231002	-0,333458699	61,47921	0,14843
63,7	69	0,802325581	1,246376812	-0,483125875	-0,363589133	60,52615	0,16643
63,5	70	0,813953488	1,228571429	-0,519840016	-0,371121741	59,55135	0,26182
62	71	0,825581395	1,211267606	-0,557497601	-0,427616305	58,55149	0,20311
60,7	72	0,837209302	1,194444444	-0,596245216	-0,476578261	57,5227	0,1755
60,5	73	0,848837209	1,178082192	-0,636258227	-0,48411087	56,4603	0,28904
60	74	0,860465116	1,162162162	-0,677749567	-0,502942391	55,35865	0,38914
58,6	75	0,872093023	1,146666667	-0,720982179	-0,555670651	54,21078	0,35538
58,1	76	0,88372093	1,131578947	-0,766287136	-0,574502172	53,00787	0,48917
53,1	77	0,895348837	1,116883117	-0,814090869	-0,762817386	51,73863	0,03582
53	78	0,906976744	1,102564103	-0,864957754	-0,76658369	50,38805	0,1354
53	79	0,918604651	1,088607595	-0,919659909	-0,76658369	48,93564	0,33757
52	80	0,930232558	1,075	-0,979298517	-0,804246733	47,35216	0,45621
47	81	0,941860465	1,061728395	-1,045531216	-0,992561946	45,5936	0,04338
44,2	82	0,953488372	1,048780488	-1,121043137	-1,098018466	43,58867	0,00857
41,1	83	0,965116279	1,036144578	-1,210670825	-1,214773899	41,20894	0,00029
41,1	84	0,976744186	1,023809524	-1,324738086	-1,214773899	38,18032	0,22327
39,6	85	0,988372093	1,011764706	-1,49388054	-1,271268463	33,68938	1,03699

Fonte: Autor (2021).

No qual:

H: precipitação em ordem decrescente, em mm;

m: posição correspondente a cada valor da precipitação em ordem crescente;

P: Probabilidade empírica;

T: período de retorno, em ano;

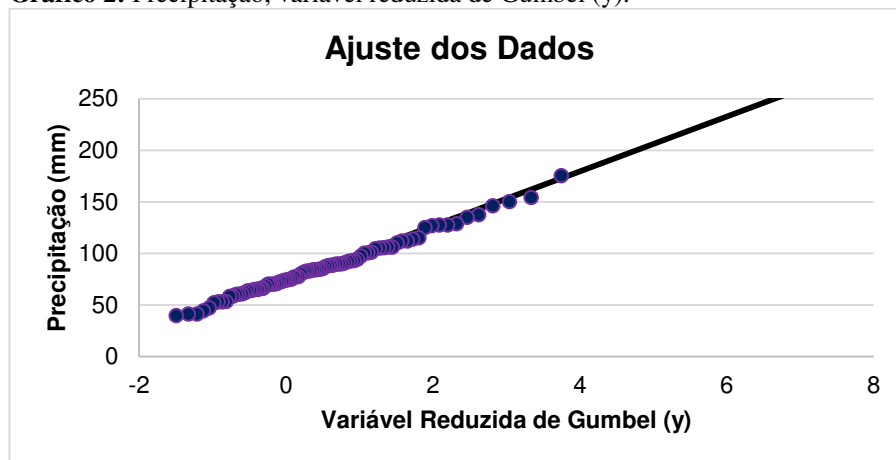
y: variável reduzida de Gumbel empírica;

yteo: variável reduzida de Gumbel teórica;

Hteo: precipitação teórica, em mm;

χ^2 cal: distribuição de qui-quadrado.

Gráfico 2: Precipitação, variável reduzida de Gumbel (y).



Fonte: Autor (2021).

Foi então feito o gráfico 03 de chuvas máximas, que demonstra a interação da precipitação com o período, como demonstrados na tabela 10.

Tabela 10: Precipitação em função do período.

T (anos)	y	Kt	Xt
2	0,36651	-0,2	83,0851054
5	1,49994	0,72	113,178985
10	2,25037	1,3	133,103752
15	2,67375	1,63	144,345137
20	2,9702	1,87	152,216066
30	3,38429	2,19	163,210909
40	3,67625	2,42	170,962613
50	3,90194	2,59	176,954997
75	4,31078	2,91	187,810345
100	4,60015	3,14	195,493344

Fonte: Autor (2021).

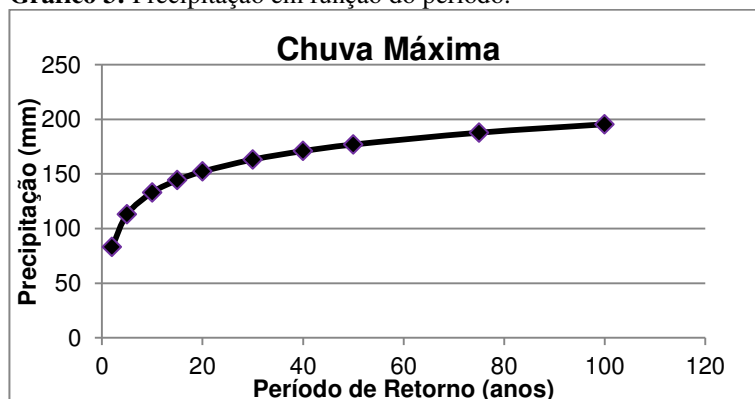
No qual:

T: período de retorno, em ano;

y: variável reduzida de Gumbel empírica;

Kt: fator de frequência;

Xt: Precipitação, em mm.

Gráfico 3: Precipitação em função do período.

Fonte: Autor (2021).

Aqui se encontra os valores de precipitação por período de retorno, em função da duração de chuva, mostrados na tabela 11.

Tabela 11: Precipitação por período de retorno em função da duração.

Duração (min)	Precipitação (mm) / Período de Retorno (anos)										Coeficiente de Desagregação
	2	5	10	15	20	30	40	50	75	100	
5	9,81	13,36	15,71	17,03	17,96	19,26	20,18	20,88	22,16	23,07	0,103520664
10	16,78	22,86	26,88	29,15	30,74	32,96	34,53	35,74	37,93	39,48	0,177149219
15	21,40	29,15	34,28	37,18	39,21	42,04	44,04	45,58	48,38	50,35	0,225943981
20	24,90	33,92	39,89	43,26	45,62	48,91	51,24	53,03	56,29	58,59	0,262887664
25	27,73	37,78	44,43	48,18	50,81	54,48	57,07	59,07	62,69	65,25	0,292800655
30	30,12	41,03	48,26	52,33	55,19	59,17	61,98	64,16	68,09	70,88	0,318026613
60	39,79	54,20	63,74	69,12	72,89	78,15	81,87	84,73	89,93	93,61	0,420041588
90	45,84	62,44	73,43	79,64	83,98	90,05	94,32	97,63	103,62	107,86	0,483957168
120	50,30	68,52	80,59	87,39	92,16	98,82	103,51	107,14	113,71	118,36	0,531101792
150	53,86	73,37	86,29	93,58	98,68	105,81	110,83	114,72	121,75	126,73	0,568662905
180	56,83	77,41	91,04	98,73	104,11	111,63	116,93	121,03	128,46	133,71	0,599981391
210	59,38	80,88	95,12	103,16	108,78	116,64	122,18	126,46	134,22	139,71	0,626893962
240	61,62	83,93	98,71	107,05	112,88	121,04	126,79	131,23	139,28	144,98	0,65052276
300	65,42	89,11	104,80	113,65	119,85	128,50	134,61	139,32	147,87	153,92	0,69065338
360	68,58	93,42	109,86	119,14	125,64	134,71	141,11	146,06	155,02	161,36	0,724031748
420	71,29	97,11	114,21	123,85	130,61	140,04	146,69	151,83	161,15	167,74	0,752659572
480	73,67	100,35	118,02	127,98	134,96	144,71	151,58	156,90	166,52	173,33	0,777755477
540	75,78	103,23	121,41	131,66	138,84	148,87	155,94	161,41	171,31	178,32	0,800118238
600	77,70	105,84	124,47	134,98	142,34	152,63	159,87	165,48	175,63	182,81	0,820300681
720	81,04	110,40	129,83	140,80	148,47	159,20	166,76	172,60	183,19	190,69	0,855618987
900	85,20	116,06	136,49	148,02	156,09	167,36	175,31	181,46	192,59	200,47	0,899515098
1200	90,66	123,50	145,24	157,51	166,10	178,09	186,55	193,09	204,94	213,32	0,957176709
1440	94,72	129,02	151,74	164,55	173,53	186,06	194,90	201,73	214,10	222,86	1,14
1 dia/ 24hrs	83,09	113,18	133,10	144,35	152,22	163,21	170,96	176,95	187,81	195,49	

Fonte: Autor (2021).

As curvas IDF contêm a intensidade, duração e frequência, que é de onde se origina o nome da mesma. Elas foram geradas a partir dos dados da tabela 12.

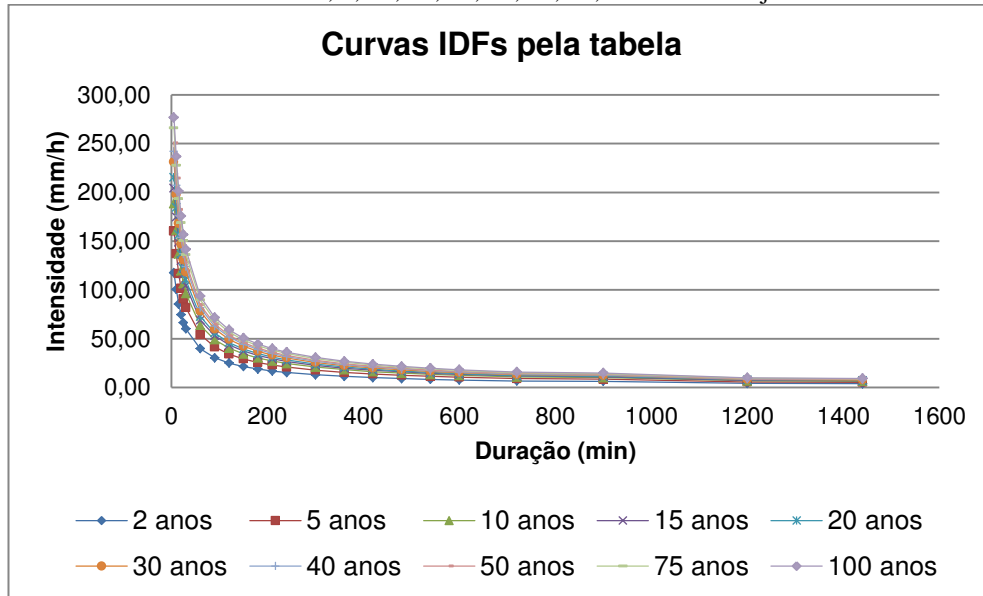
Tabela 12: Intensidade, duração e frequência.

Duração (min)	Intensidade (mm/h) / Período de Retorno (anos)									
	2	5	10	15	20	30	40	50	75	100
5	117,66	160,28	188,50	204,42	215,56	231,13	242,11	250,60	265,97	276,85
10	100,67	137,14	161,28	174,90	184,44	197,76	207,16	214,42	227,57	236,88
15	85,60	116,61	137,14	148,72	156,83	168,16	176,14	182,32	193,50	201,42
20	74,70	101,76	119,67	129,78	136,85	146,74	153,71	159,10	168,86	175,76
25	66,56	90,67	106,63	115,64	121,94	130,75	136,96	141,76	150,46	156,61
30	60,25	82,07	96,51	104,66	110,37	118,34	123,97	128,31	136,18	141,75
60	39,79	54,20	63,74	69,12	72,89	78,15	81,87	84,73	89,93	93,61
90	30,56	41,63	48,96	53,09	55,99	60,03	62,88	65,09	69,08	71,90
120	25,15	34,26	40,29	43,70	46,08	49,41	51,76	53,57	56,86	59,18
150	21,54	29,35	34,52	37,43	39,47	42,32	44,33	45,89	48,70	50,69
180	18,94	25,80	30,35	32,91	34,70	37,21	38,98	40,34	42,82	44,57
210	16,97	23,11	27,18	29,47	31,08	33,33	34,91	36,13	38,35	39,92
240	15,40	20,98	24,68	26,76	28,22	30,26	31,70	32,81	34,82	36,24
300	13,08	17,82	20,96	22,73	23,97	25,70	26,92	27,86	29,57	30,78
360	11,43	15,57	18,31	19,86	20,94	22,45	23,52	24,34	25,84	26,89
420	10,18	13,87	16,32	17,69	18,66	20,01	20,96	21,69	23,02	23,96
480	9,21	12,54	14,75	16,00	16,87	18,09	18,95	19,61	20,82	21,67
540	8,42	11,47	13,49	14,63	15,43	16,54	17,33	17,93	19,03	19,81
600	7,77	10,58	12,45	13,50	14,23	15,26	15,99	16,55	17,56	18,28
720	6,75	9,20	10,82	11,73	12,37	13,27	13,90	14,38	15,27	15,89
900	6,31	8,60	10,12	10,97	11,57	12,40	12,99	13,45	14,27	14,86
1200	4,26	5,80	6,82	7,40	7,80	8,37	8,77	9,07	9,63	10,02
1440	3,95	5,38	6,32	6,86	7,23	7,75	8,12	8,41	8,92	9,29

Fonte: Autor (2021).

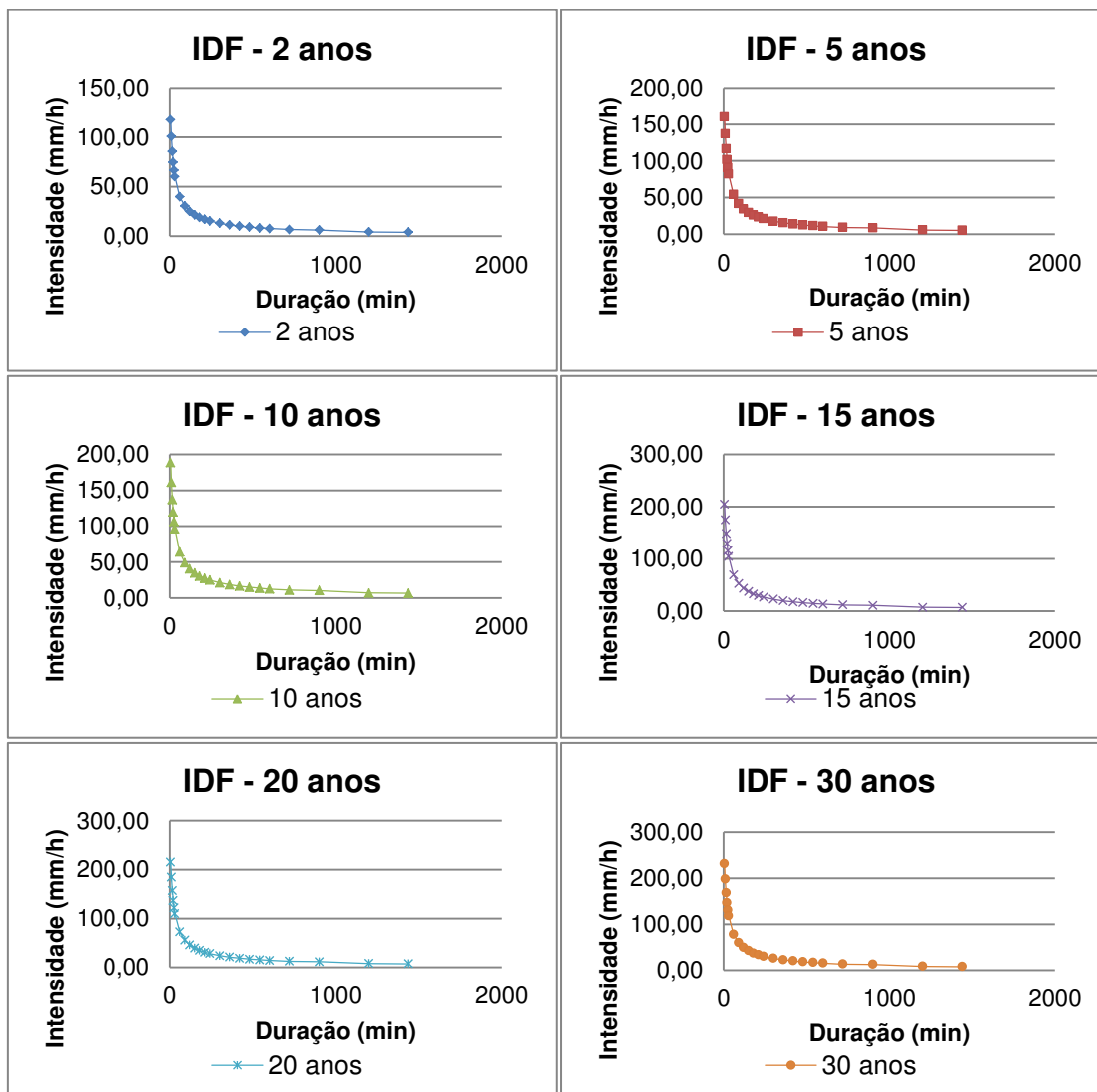
A partir da tabela 12 foram gerados os gráficos para cada duração e intensidade, como também um único gráfico, contendo todos os outros, conforme mostrado abaixo no gráfico 04 e 05.

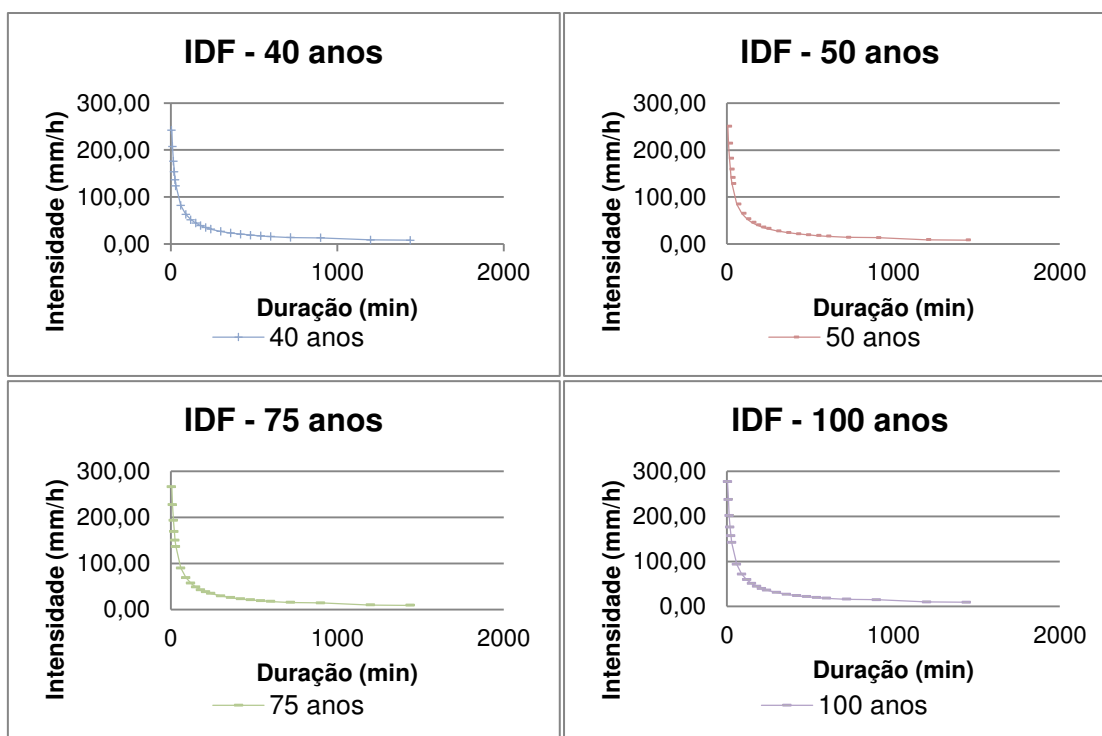
Gráfico 4: Curvas IDF de 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75 e 100 anos juntas.



Fonte: Autor (2021).

Gráfico 5: Curvas IDF de 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75 e 100 anos separados.





Fonte: Autor (2021).

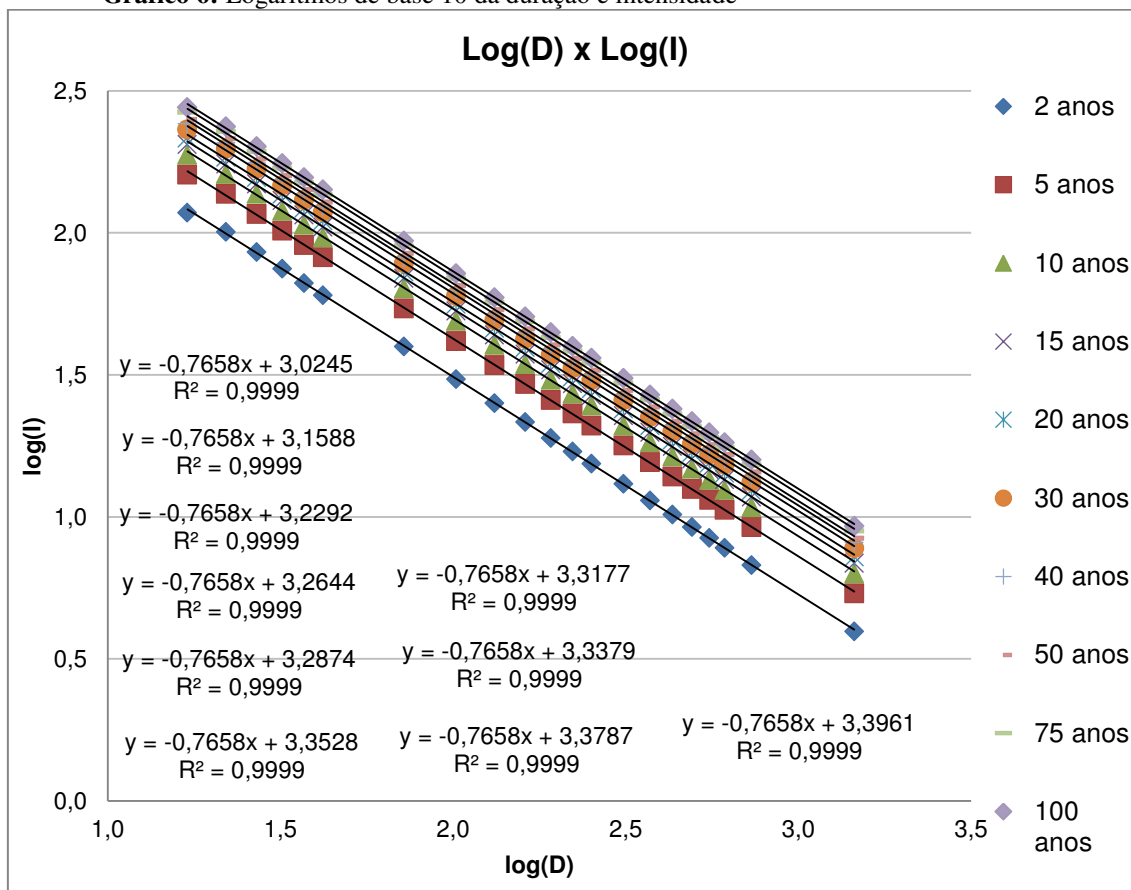
O cálculo do Logaritmo de base 10 tanto da duração somada ao $t_0=12$, quanto da intensidade, está sendo apresentado na tabela 13.

Tabela 13: Logaritmos da duração e frequência

Log (D)	Log (I) / Período de Retorno (anos)									
	2	5	10	15	20	30	40	50	75	100
1,2304	2,0706	2,2049	2,2753	2,3105	2,3336	2,3639	2,3840	2,3990	2,4248	2,4422
1,3424	2,0029	2,1372	2,2076	2,2428	2,2659	2,2961	2,3163	2,3313	2,3571	2,3745
1,4314	1,9325	2,0667	2,1372	2,1724	2,1954	2,2257	2,2459	2,2608	2,2867	2,3041
1,5051	1,8733	2,0076	2,0780	2,1132	2,1363	2,1665	2,1867	2,2017	2,2275	2,2449
1,5682	1,8232	1,9575	2,0279	2,0631	2,0861	2,1164	2,1366	2,1516	2,1774	2,1948
1,6232	1,7799	1,9142	1,9846	2,0198	2,0429	2,0731	2,0933	2,1083	2,1341	2,1515
1,8573	1,5997	1,7340	1,8044	1,8396	1,8627	1,8929	1,9131	1,9281	1,9539	1,9713
2,0086	1,4851	1,6194	1,6898	1,7250	1,7481	1,7784	1,7985	1,8135	1,8393	1,8568
2,1206	1,4006	1,5348	1,6052	1,6405	1,6635	1,6938	1,7140	1,7289	1,7548	1,7722
2,2095	1,3333	1,4676	1,5380	1,5732	1,5963	1,6266	1,6467	1,6617	1,6875	1,7050
2,2833	1,2774	1,4117	1,4821	1,5173	1,5404	1,5707	1,5908	1,6058	1,6316	1,6491
2,3464	1,2296	1,3638	1,4342	1,4694	1,4925	1,5228	1,5429	1,5579	1,5838	1,6012
2,4014	1,1876	1,3219	1,3923	1,4275	1,4506	1,4809	1,5010	1,5160	1,5418	1,5592
2,4942	1,1167	1,2510	1,3214	1,3566	1,3797	1,4099	1,4301	1,4451	1,4709	1,4883
2,5705	1,0580	1,1923	1,2627	1,2979	1,3210	1,3513	1,3714	1,3864	1,4122	1,4296
2,6355	1,0079	1,1422	1,2126	1,2478	1,2709	1,3012	1,3213	1,3363	1,3621	1,3795
2,6920	0,9642	1,0984	1,1688	1,2041	1,2271	1,2574	1,2776	1,2925	1,3184	1,3358
2,7419	0,9253	1,0596	1,1300	1,1652	1,1883	1,2186	1,2387	1,2537	1,2795	1,2969
2,7868	0,8904	1,0246	1,0951	1,1303	1,1533	1,1836	1,2038	1,2187	1,2446	1,2620
2,8645	0,8295	0,9638	1,0342	1,0694	1,0925	1,1228	1,1429	1,1579	1,1837	1,2011
3,1620	0,5962	0,7305	0,8009	0,8361	0,8592	0,8894	0,9096	0,9246	0,9504	0,9678

Fonte: Autor (2021).

Sendo assim gerado o gráfico 06 com os dados da tabela acima.

Gráfico 6: Logaritmos de base 10 da duração e intensidade

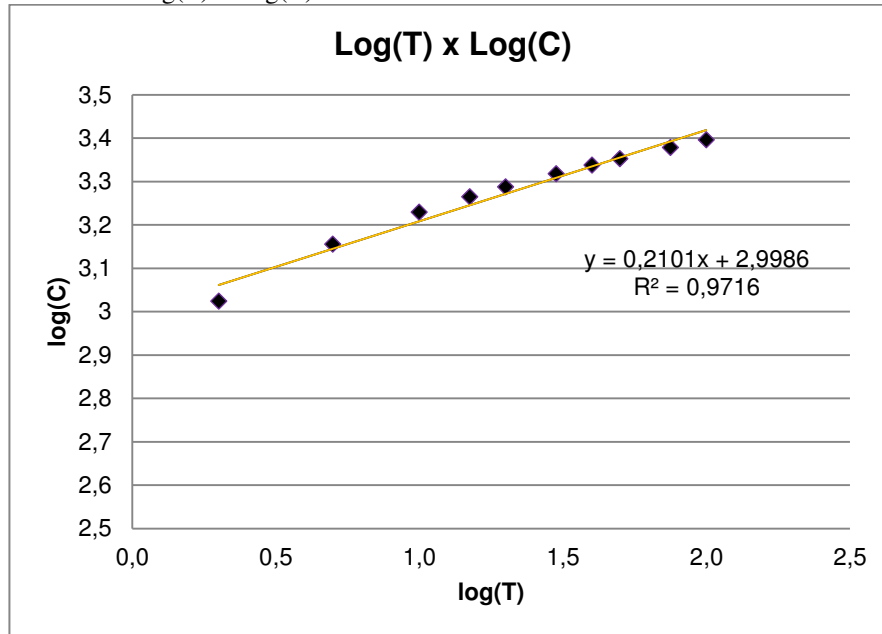
Fonte: Autor (2021).

Fazendo o logaritmo de base 10 do tempo temos a tabela 14, que apresenta também os Log [C] (coeficientes lineares) do gráfico anterior, o qual será gerado o gráfico 07.

Tabela 14: Logaritmo de base 10 do tempo

T (anos)	Log (T)	Log [C]
2	0,3010	3,0245
5	0,6990	3,1588
10	1,0000	3,2292
15	1,1761	3,2644
20	1,3010	3,2874
30	1,4771	3,3177
40	1,6021	3,3379
50	1,6990	3,3528
75	1,8751	3,3787
100	2,0000	3,3961

Fonte: Autor (2021).

Gráfico 7: Log(T) x Log(C).

Fonte: Autor (2021).

A equação 13, mostra como é obtido o valor de parâmetro K sendo elevado ao coeficiente linear da reta Log(T) x Log(C), que é o inverso logaritmo de base 10.

$$K = 10^{2,9986} = 996,782$$

(Equação 11)

Descobrimos assim os últimos parâmetros necessários para a composição da equação de chuva.

O parâmetro $n = 0,7658$, sendo esse o valor de coeficiente angular Log (D) x Log (I).

O parâmetro $m = 0,2101$, sendo esse o valor de coeficiente angular Log (T) x Log (C).

O parâmetro $K = 996,782$, resultante da equação 13.

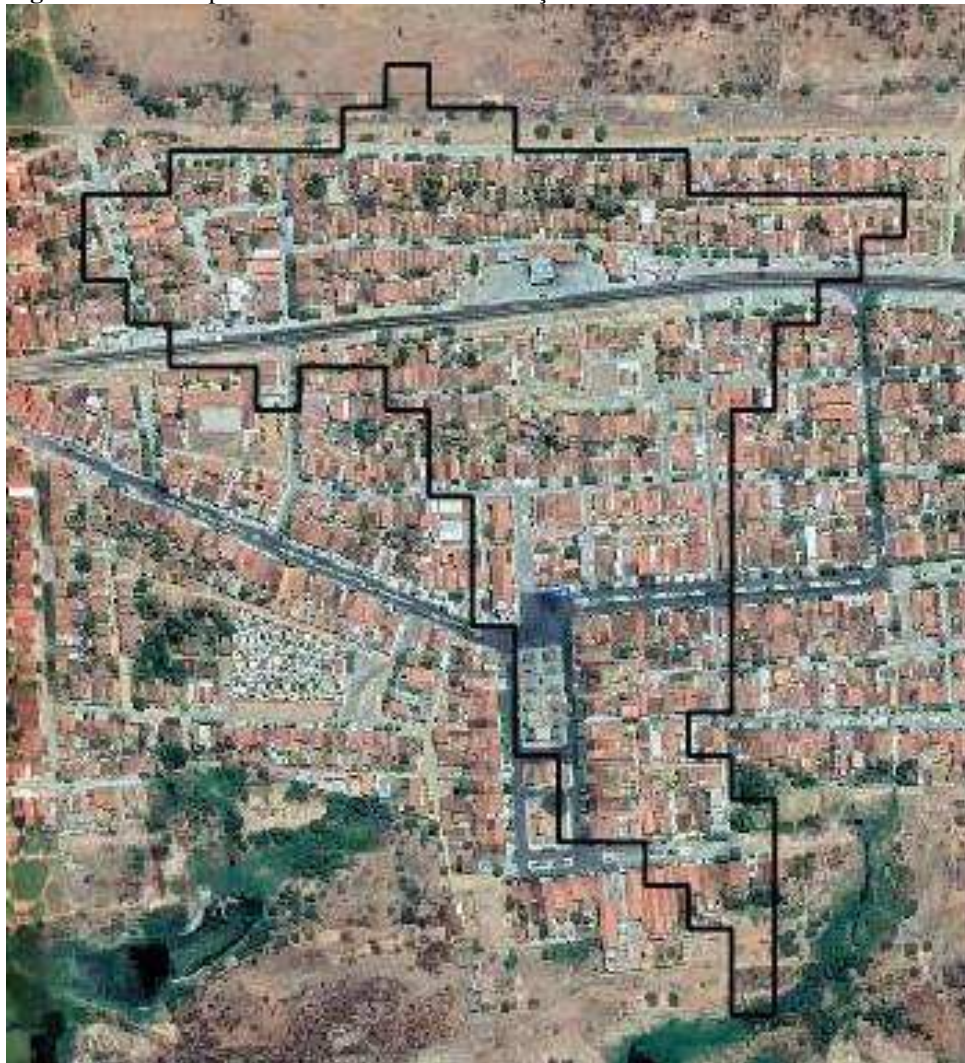
O parâmetro $t_0 = 12$, encontrado por tentativas.

Com isso temos a equação 07, que ao substituir os valores encontrados, obtivemos a equação de chuva da cidade de Malta-PB, ficando conforme a equação 08.

6.2 Dados da bacia

A cidade de Malta-PB tem uma área de contemplação de aproximadamente 173,377 km², no qual para a elaboração desse projeto foi feito um recorte onde seria a zona a ser estudada com um total de 46.030,96 m² conforme figura 06.

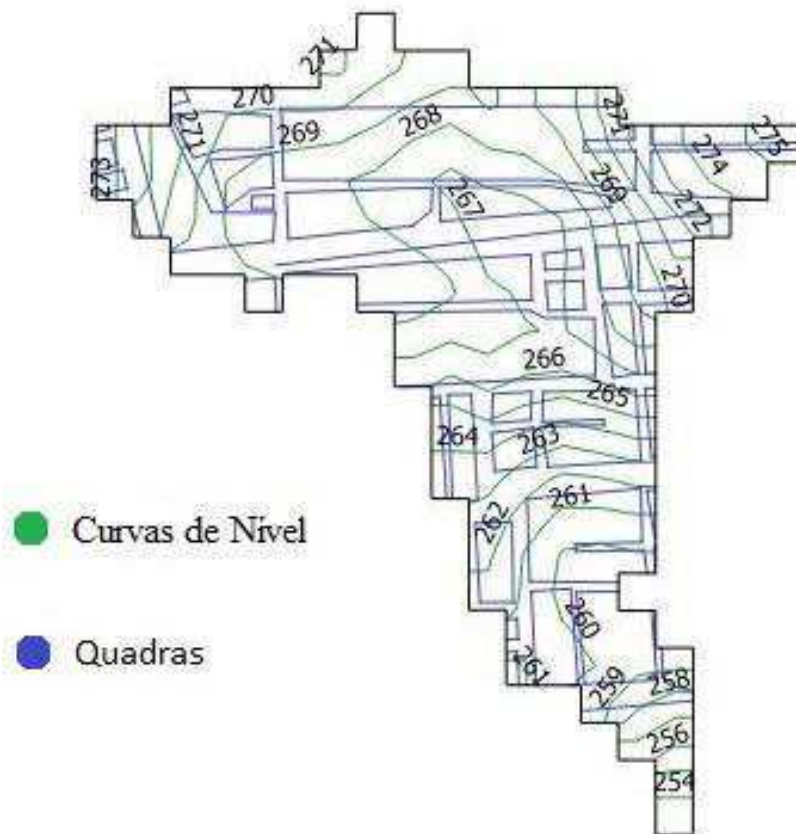
Figura 6: Recorte preliminar da área de contribuição da bacia.



Fonte: Google Earth, modificada pelo autor (2021).

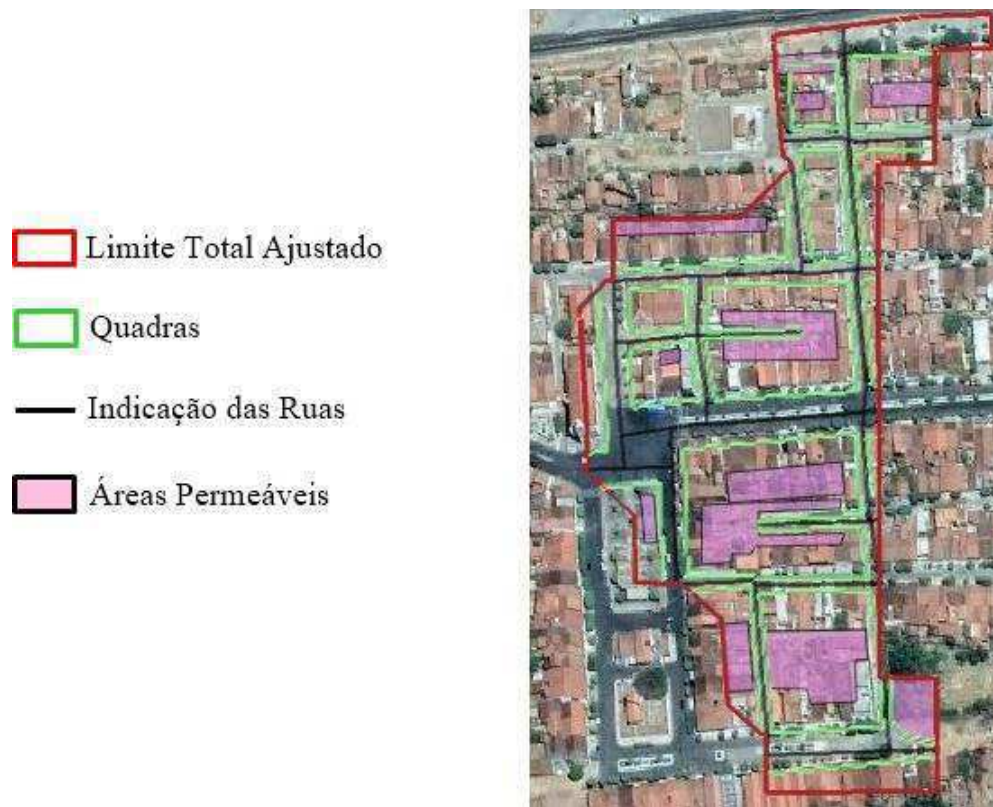
A seguir temos a imagem das quadras que foram obtidas no site do IBGE devidamente manipuladas junto às curvas de nível e a área de contribuição da bacia imagem 07.

Figura 7: Área de contribuição preliminar, quadras e curvas de níveis.

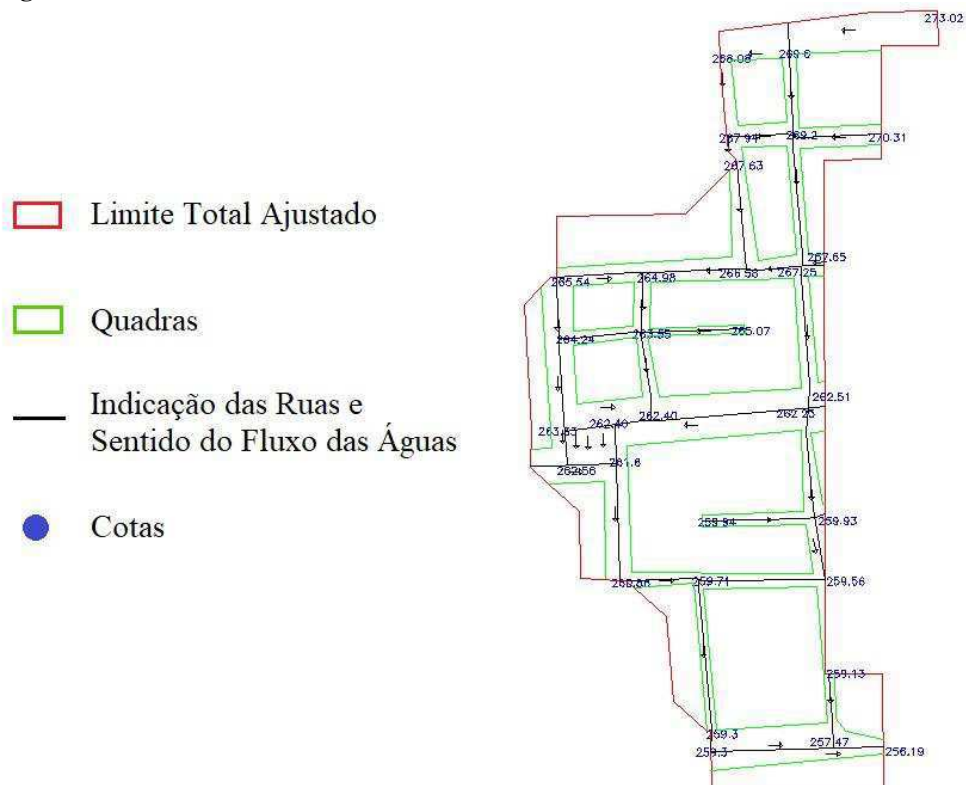


Fonte: Autor (2021).

Transformando então esse arquivo em DWG, para serem feitas as modificações no AutoCAD. Foi feita as cotas em cada ponto, o reajuste da imagem retirando áreas que não contribuam de fato e reajustando outras para o processo dos cálculos necessários para o andamento do projeto. Ficando como na figura 08, 09 e 10.

Figura 8: Uso e ocupação do solo

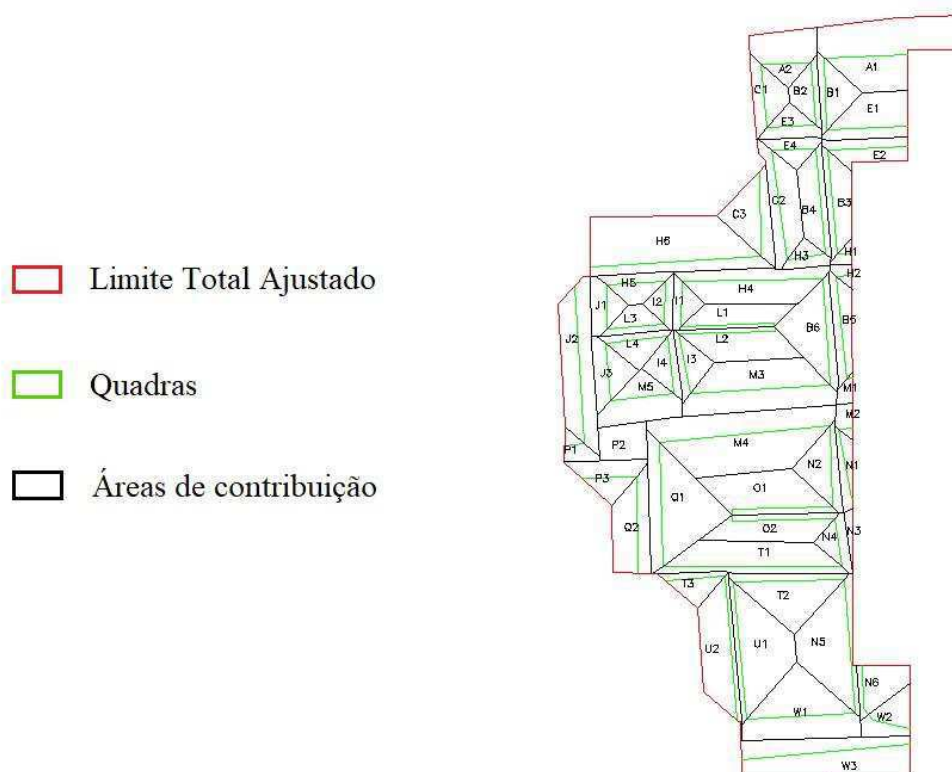
Fonte: Autor (2021).

Figura 9: Área total modificada no AutoCad.

Fonte: Autor (2021).

A figura 10 contém a divisão das áreas de contribuição às quais serão usadas para os cálculos do projeto.

Figura 10: Áreas de contribuição já delimitadas.



Fonte: Autor (2021).

6.3 Cálculos dos elementos de drenagem urbana

A tabela 15 contém todos os dados que foram obtidos através da manipulação dos softwares QGIS e AutoCAD os quais foram usados dados de entrada preliminares.

Tabela 15: Dados preliminares da área de estudo.

Rua	Trecho	Cotas (m)		L (m)	Área Contribuintes (m ²)
		M	J		
A	1	273,02	269,60	80,73	2184,56
A	2	269,60	268,08	37,18	796,87
B	1	269,60	269,20	61,04	535,20
B	2	269,60	269,20	61,04	412,69
B	3	269,20	267,25	69,82	689,80
B	4	269,20	267,25	69,82	730,85
B	5	267,25	262,23	76,39	556,93
B	6	267,25	262,23	76,39	1084,53
C	1	268,08	267,94	56,70	542,85
C	2	267,63	266,58	63,84	946,77
C	3	267,63	266,58	57,21	851,66

Continuação da tabela 15.

Rua	Trecho	Cotas (m)		L (m)	Área Contribuintes (m ²)
		M	J		
E	1	270,31	269,20	47,15	940,93
E	2	270,31	269,20	47,15	564,02
E	3	269,20	267,94	35,42	375,84
E	4	269,20	267,94	35,42	325,42
H	1	267,65	267,25	11,93	99,80
H	2	267,65	267,25	11,93	101,66
H	3	267,25	266,58	29,95	257,51
H	4	267,25	264,98	85,46	1309,82
H	5	265,54	264,98	45,80	435,91
H	6	266,58	264,99	101,35	2617,39
I	1	264,98	263,55	31,91	284,48
I	2	264,98	263,55	31,91	269,78
I	3	263,55	262,40	47,98	424,14
I	4	263,55	262,40	47,98	394,78
J	1	265,54	264,24	32,90	401,04
J	2	265,54	262,56	101,13	1504,30
J	3	264,24	263,33	50,37	553,24
L	1	265,07	263,55	55,30	700,34
L	2	265,07	263,55	55,30	927,87
L	3	264,24	263,55	44,52	361,59
L	4	264,24	263,55	44,52	431,86
M	1	262,51	262,23	8,89	107,42
M	2	262,51	262,23	8,89	149,04
M	3	262,40	262,23	84,68	1988,51
M	4	262,40	262,23	104,11	2789,40
M	5	263,33	262,40	46,25	866,97
N	1	262,23	259,93	59,02	324,67
N	2	262,23	259,93	59,02	658,14
N	3	259,93	259,74	33,77	94,90
N	4	259,93	259,74	33,77	346,19
N	5	259,74	257,47	90,38	1547,48
N	6	259,13	257,47	39,67	576,33
O	1	259,94	259,93	60,49	1293,54
O	2	259,94	259,93	60,49	932,46
P	1	263,47	262,56	26,76	209,07
P	2	262,56	261,60	25,99	511,70
P	3	262,56	261,60	52,73	600,36
Q	1	262,40	260,86	83,63	1795,12
Q	2	261,60	260,84	82,37	1005,50
T	1	260,86	259,56	109,95	1468,25

Continuação da tabela 15.

Rua	Trecho	Cotas (m)		L (m)	Área Contribuintes (m ²)
		M	J		
T	2	259,71	259,56	67,53	1143,18
T	3	260,86	259,71	42,42	388,10
U	1	259,71	259,30	92,24	1555,36
U	2	259,71	259,30	92,24	1235,85
W	1	259,30	257,47	65,72	1694,89
W	2	257,47	256,19	26,52	513,52
W	3	259,30	256,19	92,20	1960,77

Fonte: autor (2021).

Reorganizando os dados preliminares para sequência de fluxo, calculando as áreas acumuladas e utilizando as formulas 01, 03 e 04 foram calculados respectivamente o tempo de concentração calculado e acumulado, a intensidade de precipitação e a declividade longitudinal de cada trecho, os quais os valores estão expostos na tabela 16.

Tabela 16: Tempo de concentração, precipitação e declividade longitudinal.

Rua	Fluxo	Cotas (m)		L (m)	Área Contri. (m ²)	Área Acum. (m ²)	TC (min)	TC Acum (min)	i (mm/h)	Declividade Longitudinal (m/m)
		M	J							
A1	1	273,02	269,60	80,73	2184,56	2184,56	1,94	10,00	117,71	0,042
B1 e B2	1	269,60	269,20	61,04	947,89	3132,45	3,21	13,21	106,05	0,007
E1 e E2	1	270,31	269,20	47,15	1504,95	1504,95	1,61	10,00	117,71	0,024
B3 e B4	1	269,20	267,25	69,82	1420,65	6058,05	2,04	15,25	99,93	0,028
H1 e H2	1	267,65	267,25	11,93	201,46	201,46	0,49	10,00	117,71	0,034
B5 e B6	1	267,25	262,23	76,39	1641,46	7900,97	1,57	16,82	95,73	0,066
M1 e M2	1	262,51	262,23	8,89	256,46	256,46	0,40	10,00	117,71	0,031
N1 e N2	1	262,23	259,93	59,02	982,81	9140,24	1,57	18,39	91,91	0,039
N3 e N4	1	259,93	259,74	33,77	441,09	9581,33	2,16	20,55	87,20	0,006
A2	1	269,60	268,08	37,18	796,87	796,87	1,08	10,00	117,71	0,041
C1	1	268,08	267,94	56,70	542,85	1339,72	4,42	14,42	102,32	0,002
E3 e E4	1	269,20	267,94	35,42	701,26	701,26	1,10	10,00	117,71	0,036
C4 e C5	1	267,63	266,58	63,84	1798,43	3839,41	2,33	16,75	95,91	0,016
H3 e H4	1	267,25	266,58	29,95	694,12	694,12	1,16	10,00	117,71	0,022
H4 e H6	1	267,25	264,98	55,52	2051,03	6584,56	1,47	18,22	92,30	0,041
H5 e H6	1	265,54	264,98	45,83	1884,32	1884,32	2,03	10,00	117,71	0,012
I1 e I2	1	264,98	263,55	31,91	554,26	9023,14	0,93	19,15	90,19	0,045
L1 e L2	1	265,07	263,55	55,30	1628,21	1628,21	1,71	10,00	117,71	0,027
L3 e L4	1	264,24	263,55	44,52	793,45	793,45	1,81	10,00	117,71	0,015
I3 e I4	1	263,55	262,40	47,98	818,92	12263,72	1,62	20,77	86,76	0,024
M3 e M4	1	262,40	262,23	84,68	4777,91	4777,91	6,51	10,00	117,71	0,002
J1, J2 e J3	1	265,54	262,56	101,13	2458,58	2458,58	2,65	10,00	117,71	0,029

Continuação da tabela 16.

Rua	Fluxo	Cotas (m)		L (m)	Área Contri. (m ²)	Área Acum. (m ²)	TC (min)	TC Acum (min)	i (mm/h)	Declividade Longitudinal (m/m)
		M	J							
M5	1	263,33	262,40	26,82	866,97	17908,60	0,90	21,67	84,98	0,035
P1, P2 e P3	1	262,56	261,60	52,73	1325,72	3784,30	1,93	10,00	117,71	0,018
Q1 e Q2	1	262,40	260,86	83,63	2802,78	24495,68	2,75	24,41	80,02	0,018
T1, T2 e T3	1	260,86	259,56	109,95	2999,53	27495,21	4,02	28,44	73,85	0,012
N5 e N6	1	259,74	257,47	90,38	2123,81	39200,35	2,59	31,03	70,43	0,025
U1 e U2	1	259,71	259,30	92,24	2791,21	2791,21	5,12	10,00	117,71	0,004
W1 e W3	1	259,30	257,47	65,72	3088,69	5879,90	1,95	11,95	110,31	0,028
W2 e W3	1	257,47	256,19	26,52	950,71	46030,96	0,78	31,81	69,46	0,048

Fonte: autor (2021).

Foi feito em seguida os cálculos para os valores de vazão suportados na sarjeta através da equação 06, juntamente com os valores do fator de redução da sarjeta disponível na tabela 02. Vale salientar que foi necessário o uso de interpolação para se utilizar os valores corretamente estipulados. Também foi feito os cálculos da vazão teórica da chuva através do método racional pela equação 07, ao quais todos os valores estão dispostos na tabela 17.

Tabela 17: Valores de vazão do trabalho.

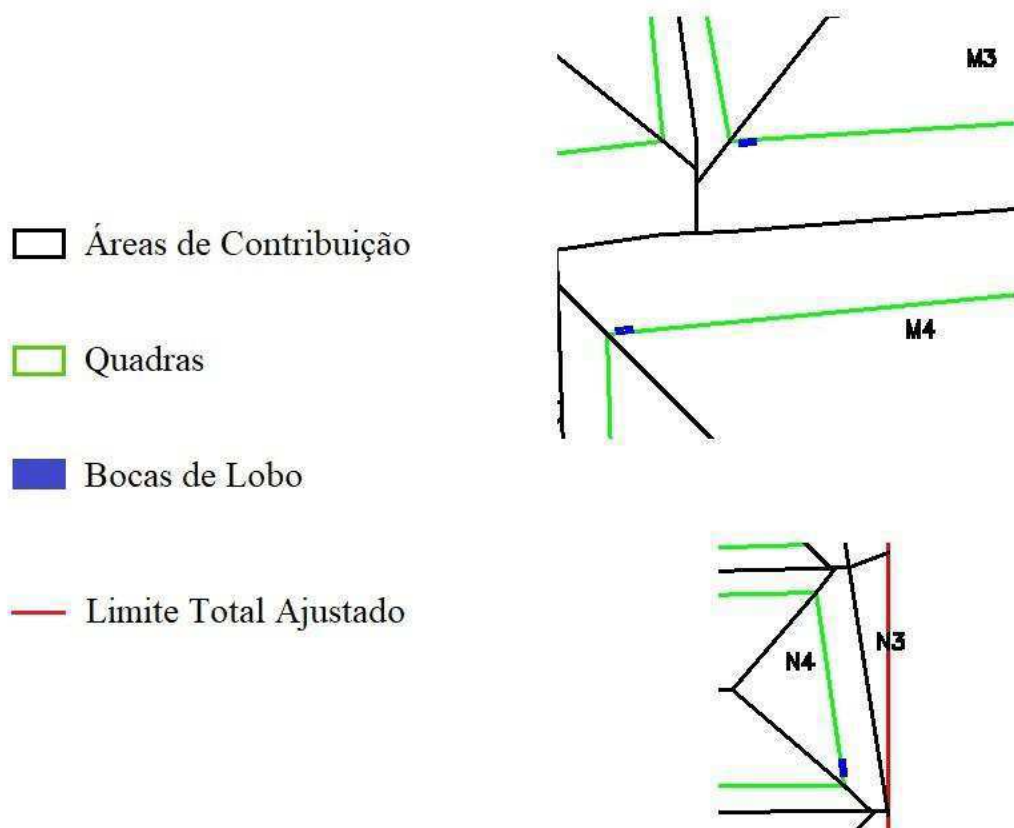
Rua	Fluxo	Q máx. suportada Sarjeta (m ³ /s)	Q máx. Teórico na rua (m ³ /s)	Velocidade Escoamento (m/s)		Precisa de BL?
A1	1	0,5572	0,0617	2,22	Atende	Não
B1 e B2	1	0,2298	0,0797	0,87	Atende	Não
E1 e E2	1	0,5360	0,0425	1,65	Atende	Não
B3 e B4	1	0,5838	0,1453	1,80	Atende	Não
H1 e H2	1	0,3998	0,0057	1,97	Atende	Não
B5 e B6	1	0,4030	0,1815	2,76	Atende	Não
M1 e M2	1	0,3875	0,0072	1,91	Atende	Não
N1 e N2	1	0,5775	0,2016	2,13	Atende	Não
N3 e N4	1	0,1965	0,2005	0,81	Atende	Sim
A2	1	0,5650	0,0225	2,18	Atende	Não
C1	1	0,1085	0,0133	0,54	Não atende	Não
E3 e E4	1	0,5847	0,0198	2,03	Atende	Não
C4 e C5	1	0,4480	0,0414	1,38	Atende	Não
H3 e H4	1	0,5225	0,0196	1,61	Atende	Não
H4 e H6	1	0,5651	0,0454	2,18	Atende	Não
H5 e H6	1	0,3861	0,0532	1,19	Atende	Não
I1 e I2	1	0,5454	0,0120	2,28	Atende	Não
L1 e L2	1	0,5791	0,0460	1,79	Atende	Não

Continuação da tabela 17.

Rua	Fluxo	Q máx. suportada Sarjeta (m ³ /s)	Q máx. Teórico na rua (m ³ /s)	Velocidade Escoamento (m/s)		Precisa de BL?
L3 e L4	1	0,4349	0,0224	1,34	Atende	Não
I3 e I4	1	0,5408	0,0171	1,67	Atende	Não
M3 e M4	1	0,0978	0,1350	0,48	Não atende	Sim
J1, J2 e J3	1	0,5996	0,0695	1,85	Atende	Não
M5	1	0,5936	0,0177	2,01	Atende	Não
P1, P2 e P3	1	0,4713	0,0375	1,45	Atende	Não
Q1 e Q2	1	0,4740	0,0538	1,46	Atende	Não
T1, T2 e T3	1	0,3798	0,0532	1,17	Atende	Não
N5 e N6	1	0,5536	0,0359	1,71	Atende	Não
U1 e U2	1	0,1456	0,0789	0,72	Não atende	Não
W1 e W3	1	0,5829	0,0818	1,80	Atende	Não
W2 e W3	1	0,4796	0,0158	2,37	Atende	Não

Fonte: Autor (2021).

Como mostrado na tabela 17, foi feito uma programação pra detectar se haveria a necessidade de se instalar a boca de lobo, na qual se a vazão teórica na rua, ou seja, a vazão teórica causada pela chuva fosse maior que a vazão suportada pela sarjeta, seria de fato preciso à instalação de uma boca de lobo, no qual quase todos os resultados deram negativos, com exceção apenas nas ruas M3-M4 e N3-N4, as quais ficarão localizadas conforme figura 11.

Figura 11: Disposição das bocas de lobos

Fonte: Autor (2021).

A tabela 18 possui os valores adotados para a execução dos cálculos que foram desenvolvidos durante todas as etapas acima.

Tabela 18: Dados Gerais e dados da bacia

Dados Gerais		Dados da Bacia	
n da Sarjeta	0,013	Cp	0,6
n da Galeria	0,013	Ci	0,95
L Inundada (m)	0,6	Cmed	0,86
Declividade Transversal ruas (m/m)	0,02	K	6,85
Declividade Transversal sarjeta (m/m)	0,05	i (mm/h)	121,67
y Lâmina de água máx (m)	0,13	TR (anos)	3
Área Molhada (m ²)	0,04		
Perímetro Molhado (m)	0,744		
Raio Hidráulico (m)	0,052		
Velocidade Máxima (m/s)	4,00		
Velocidade Mínima (m/s)	0,75		

Fonte: Autor (2021).

7 CONCLUSÃO

Conforme foi analisado nesse trabalho, conclui-se que se faz necessário a implantação de um sistema de drenagem urbana mais elaborado, tendo em vista que quase todas as sarjetas suportam a vazão proveniente das chuvas, com exceção das ruas M3, M4, N3 e N4, as quais excedem a quantidade de vazão suportada, sendo então, necessária a implantação de boca de lobo nessas ruas e o dimensionamento de um sistema de galerias e poços de visita, os quais direcionarão adequadamente as águas ao seu destino final. Também vale salientar que por se tratar de uma cidade pequena do interior, a mesma não dispõe de vias muito movimentadas sendo as M3 e M4 as que têm o maior fluxo de veículos e pedestres, mas ainda assim não se qualificando como vias principais, o que também seria um dos pontos a serem levados em conta para a implantação de um sistema de drenagem urbana mais elaborado.

Vale lembrar que todas as cidades estão em constante crescimento e que a viabilidade de se implantar um sistema de drenagem mais adequado agora, se fez necessário, mas isso não impede de que futuramente o mesmo volte a ser ampliado.

Por fim, foi possível obter a caracterização necessária para o sistema atual de drenagem na bacia urbana que compõe a área comercial da cidade de Malta-PB, sendo possível também identificar a forma de uso e ocupação do solo da mesma, como estabelecer os critérios de drenagem urbana da cidade, através das manipulações dos softwares e com o conhecimento obtido durante a graduação.

Conclui-se então com satisfatórios resultados que os objetivos propostos de se obter os dados e estimar o escoamento superficial através de modelo chuva-vazão nas áreas contribuintes para os pontos críticos de alagamento, como também a obtenção dos dados pluviométricos necessários para se formular uma equação de chuva eficiente foram cumpridos, e que com o conhecimento adquirido durante a vida acadêmica e com bases nas referências teóricas, tornou-se possível verificar, analisar e chegar aos resultados desejados.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **METEOROLOGIA – CHUVAS**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>. Acesso em: 19 ago. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Hidroweb**. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf>. Acesso em: 19 ago. 2019.
- BOTELHO, Manoel. **Águas de chuva: Engenharia das águas pluviais nas cidades**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- DAEE / CETESB - **Drenagem Urbana - Manual de Projeto**. 2ª ed. Corrigida. São Paulo - SP. 1980.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Base de Faces de Logradouros do Brasil**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/28971-base-de-faces-de-logradouros-do-brasil.html?=&t=downloads>. Acesso em: 26 jul. 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/malta/panorama>. Acesso em: 23 SET. 2021.
- MORAES, A. P. D. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DE DIMENSIONAMENTO DA MICRODRENAGEM DO MUNICÍPIO DE SANTO ANDRÉ. **XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento**, Santo André - SP, p. 4-5, mai./2015. Disponível em: <http://www.trabalhosasemae.com.br/sistema/repositorio/2015/1/trabalhos/99/18/t118t4e1a2015.pdf>. Acesso em: 29 set. 2021.
- PREFEITURA DE MALTA. **História**. Disponível em: http://malta.pb.gov.br/a_cidade/historia. Acesso em: 01 nov. 2019.
- SMDU/SP - **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: Gerenciamento do sistema de drenagem urbana vol.3**. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. São Paulo - SP. 2012.
- SUETÔNIO, M. **Introdução à engenharia ambiental**. 5. ed. Rio de Janeiro: Abes, 2012. 524 p. ISBN 9788575639504.
- TOMAZ, P. **Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos Para Obras Municipais**. Editora Navegar. 2ª edição. São Paulo. 2011.
- TOPODATA. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 6 nov. 2019.
- TUCCI, C. E. M. (org). **Drenagem Urbana**. Editora da Universidade UFRGS. Porto Alegre - RS. 1995.

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**- Revista Brasileira de Recursos Hídricos- RBRH- Vol. 7 n.1 Jan/Mar 2002, 5-27.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia** Ciência e Aplicação. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade(UFRGS),2001.