



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Redeenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Gustavo Bonfim Afonso

ESTUDO DO IMPACTO GERADO PELA VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO DE
EDIFICAÇÕES NO DIMENSIONAMENTO DE MICRODRENAGEM DO CAMPUS DO
CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS (CEULP/ULBRA)

Palmas - TO

2018/02

Gustavo Bonfim Afonso

ESTUDO DO IMPACTO GERADO PELA VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO DE
EDIFICAÇÕES NO DIMENSIONAMENTO DE MICRODRENAGEM DO CAMPUS DO
CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS (CEULP/ULBRA)

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e
apresentado como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Me Dênis Cardoso Parente.

Palmas – TO

2018

Gustavo Bonfim Afonso

ESTUDO DO IMPACTO GERADO PELA VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO DE
EDIFICAÇÕES NO DIMENSIONAMENTO DE MICRODRENAGEM DO CAMPUS DO
CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS (CEULP/ULBRA)

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e
apresentado como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Me Dênis Cardoso Parente.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.e Dênis Cardoso Parente

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. Dr. José Geraldo Delvaux Silva

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. Hider Cordeiro de Moraes

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2018

Dedico este trabalho à minha mãe Eronilda Guimarães Bonfim Afonso, ao meu pai Aparecido Darci Dias Afonso, meus amigos e irmãos em Cristo por todo companheirismo, apoio e incentivo sempre me animando para continuar

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a meu Deus que sempre me conduz em todas situações mostrando-me que sempre esteve comigo sustentando com tua força e me dando saúde para perseverar.

Agradeço também a meu pai Aparecido e minha mãe Eronilda, que mesmo de longe sempre me apoiaram em todas as minhas decisões e me deram a melhor educação possível, pelo exemplo de caráter, humildade, perseverança e muitas outras qualidades que me transmitiram. Agradeço minha irmã Lidiane pelo exemplo de dedicação e por sempre dar o melhor de si em todas as situações.

Aos irmãos da Igreja em Palmas, por me acolherem de forma tão familiar suprimo a saudade da família. Ao irmão Ronaldo por ser um pai nesses anos, me aconselhando e mostrando os melhores caminhos a seguir, muito obrigado.

Ao meu orientador Dênis Parente, por toda dedicação, incentivo, cobrança e paciência para que esse trabalho pudesse ser concluído. Aos meus colegas e mestres acadêmicos por toda ajuda e troca de conhecimento. E a todos que de certa forma, me acompanharam e incentivaram-me por toda essa jornada de estudos e que sempre acreditaram em mim.

RESUMO

AFONSO, Gustavo Bonfim. **Estudo do impacto gerado pela vazão de contribuição de edificações no dimensionamento de microdrenagem do campus do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA)**. 2018. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2018.

O presente trabalho discute o impacto causado pelas áreas de contribuição das edificações no sistema de microdrenagem do campus universitário CEULP/ULBRA. Para tanto utilizou-se de imagens aéreas obtidas através de sobrevoos com o VANT eBee, o qual também pode fornecer levantamento das áreas das edificações. Com as imagens aéreas, determinou-se os Coeficientes de escoamento por cada tipo de solo e fez-se uma média ponderada para usar um único Coeficiente. Através do método Racional, foi elaborado o projeto de microdrenagem para o campus, determinando o traçado da rede, posições de poços de visitas e bocas de lobos. O próximo passo foi a retirada das áreas dos edifícios no dimensionamento da rede para a elaboração de um novo projeto. Em seguida foi elaborado um orçamento em cima de cada projeto, podendo assim ter o real impacto financeiro causado na rede de microdrenagem. Observou-se que a contribuição das edificações na rede de microdrenagem foram significantes, sendo que a maior diferença entre os diâmetros das tubulações de um projeto para o outro foi de apenas 100 mm, ou seja, uma bitola a menos entre os diâmetros nominais encontrados no mercado. Em relação aos custos, a não consideração das edificações nas áreas causará uma economia de aproximadamente 15%.

Palavras-chave: Microdrenagem. Área de Contribuição. Coeficiente de Escoamento

ABSTRACT

AFONSO, Gustavo Bonfim. **Study of the impact of the contribution of buildings on the microdrain size of the Lutheran University Center of Palmas, (CEULP / ULBRA)**. 2018. 50 f. Final Paper (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas / TO, 2018

The present work discusses the impact caused by the contribution areas of the buildings in the microdrainage system of the university campus CEULP / ULBRA. For this purpose, aerial images obtained through overflight were used with the UAV eBee, which can also provide survey of the areas of the buildings. With aerial images, the Coefficients of flow for each type of soil were determined and a weighted average was made to use a single Coefficient. Through the Rational method, the microdrain project for the campus was elaborated, determining the network layout, visitor well positions and lobes of wolves. The next step was the removal of building areas in the design of the network for the preparation of a new project. Next, a budget was drawn up on top of each project, which could have the real financial impact on the micro drainage network. It was observed that the contribution of the buildings in the micro drainage network were significant, with the largest difference between the piping diameters from one project to the other being only 100 mm, ie a gauge less than the nominal diameters found in the Marketplace. Regarding the costs, the non-consideration of the buildings in the areas will cause an economy of approximately 15%.

Palavras-chave: Microdrainage. Contribution Area. Flow Coefficient

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Galeria Retangular	19
Figura 02 – Modelo Convencional de poço de visitas	19
Figura 03 – Tipos de boca de lobo	20
Figura 04 – Modelo Convencional de Meio Fio	21
Figura 05 – Comparativo entre plataformas aéreas	24
Figura 06 – Câmeras: (a) digitais; (b) vídeo; (c) térmicas	26
Figura 07 – Plano de Vôo	27
Figura 08 – VANT modelo eBee	28
Figura 09 – Sobreposição Lateral e Longitudinal de imagens	30
Figura 10 – Mapeamento CEULP/ULBRA	32
Figura 11 – Áreas de contribuição.....	35
Figura 12 – Áreas de contribuição das edificações.....	36
Figura 13 - Planta do campus CEULP/ULBRA com traçado do projeto de microdrenagem	38
Figura 14 - Planta do campus CEULP/ULBRA com traçado do projeto de microdrenagem sem a contribuição das edificações.....	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Especificações de altitude para uma câmara de 10 Mpixel.....	27
Quadro 02 – Período de retorno para diferentes ocupações.....	30
Quadro 03 – Valores de Coeficiente C com base em superfícies	31
Quadro 4: Planilha de Cálculo de Rede de Drenagem com a contribuição das edificações.....	34
Quadro 5: Áreas referentes à Figura 12	35
Quadro 6: Planilha de Cálculo de Rede de Drenagem com a contribuição das edificações.....	39
Quadro 7: Planilha de Cálculo de Rede de Drenagem sem a contribuição das edificações.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTC	Associação Brasileira de Tubos de Concreto
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CPA	Aeronave Convencionalmente Pilotada
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
CINDACTA	Centros Integrados de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
GPS	Global Positioning System
IMPUP	Instituto Municipal de Planejamento Urbano Palmas
PDDPA	Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental
RAB	Registro Aeronáutico Brasileiro
RPAS	Aeronaves Remotamente Pilotadas
SISANT	Sistema de Aeronaves não Tripuladas
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado

LISTA DE SÍMBOLOS

g	Gramas
ha	Hectares
kg	Quilos
m	Metros
km ²	Quilometro cuadrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2	HIPÓTESE.....	14
1.3	OBJETIVOS	14
1.3.1	Objetivo Geral.....	14
1.3.2	Objetivos Específicos	14
1.4	JUSTIFICATIVA	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	IMPACTOS HIDROLÓGICOS DA URBANIZAÇÃO	16
2.2	MEDIDAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES	16
2.2.1	Medidas Estruturais	17
2.2.2	Medidas Não Estruturais	17
2.3	SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA	18
2.3.1	Elementos de um sistema de microdrenagem	18
2.3.2	Elaboração de projeto de Microdrenagem	21
2.3.3	Método racional	21
2.3.4	Tempo de Retorno	22
2.3.5	Coeficiente de escoamento superficial.....	22
2.4	VEÍCULO ÁEREO NÃO TRIPULADO (VANT)	23
2.4.1	Classificação do VANT.....	24
2.4.2	Planejamento de voo.....	26
3	METODOLOGIA	28
3.1	ÁREA DE ESTUDO	28
3.2	MATERIAIS.....	28
3.2.1	VANT eBee softwares para voo e processamento de imagens	28
3.2.2	Câmera.....	29
3.3	MÉTODOS	29
3.3.1	Planejamento de voo e aquisição das imagens	29
3.3.2	Montagem do ortomosaico	29
3.4	DIMENSIONAMENTO DE VAZÃO COM E SEM AS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÕES DAS EDIFICAÇÕES	30

3.4.1	Delimitação da área de contribuição e determinação do coeficiente de escoamento	30
3.4.2	Dimensionamento Hidráulico	33
3.5	PROJETO DE MICRODRENAGEM	37
3.6	ANÁLISE COMPARATIVA	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
5	CONCLUSÕES.....	42
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	43
	APÊNDICE A	45
	APÊNDICE B.....	46
	APÊNDICE C	47
	APÊNDICE D	49
	49

1 INTRODUÇÃO

Por muito tempo, no Brasil e nos demais países, a drenagem urbana de grandes cidades foi tratada de maneira secundária, no enredo da divisão do solo para usos urbanos. Nessas cidades, raramente a drenagem urbana é considerada um item de relevância e aliada com um rápido crescimento o planejamento expansivo fica comprometido com a falta desse importante item (CANHOLI, ALUÍSIO PARDO, 2014).

Com o aumento da população a procura por água cresce, gerando um problema hidrológico, que se incide em um progresso proporcional aos recursos hídricos. Tal fato proporciona também mudanças na rede drenagem natural, substituídas por estruturas artificiais, aumento nas áreas impermeáveis e alterações no microclima local. Tais modificações ocasiona um volume maior de água pluvial com escoamento superficial mais rápido ocasionado um outro problema hidrológico: o controle de enchentes. O aumento de áreas impermeáveis diminui a quantidade de água que penetra no solo, minorando assim a vazão de rios no período chuvoso, pois nesta época o suprimento vem pelo aquífero, o qual é menos recarregado. Aliado a isso, tem-se o aumento do descarte de dejetos e substâncias lançados aos mananciais, tornando a água de menor qualidade, gerando assim o terceiro problema hidrológico: O controle da poluição (TUCCI, CARLOS E.M; MARQUES, DAVID DE MOTTA, 2000).

Segundo Cardoso Neto (2008), o planejamento e gestão urbana tem relação direta com a drenagem urbana, tornando-se um dos grandes obstáculos enfrentados pelos gestores de solo. Sua falta ocasiona um crescimento urbano desorganizado nas áreas de bacias e de pontos de várzea, podendo gerar um aumento do volume de vazão, velocidade do escoamento superficial, o aumento do tempo de concentração, causados também pelo desmatamento e erosão do solo.

De acordo com Bertoni e Tucci (2003) a microdrenagem urbana é caracterizada pelo conjunto de condutos pluviais a grau de loteamento ou rede primária urbana. Ela é concebida em situações de precipitações moderadas, suprindo o escoamento produzido em ruas, lotes e canais coletores de rede pluvial.

Diante desse cenário, este estudo tem como proposta analisar o impacto causado pela vazão de contribuição de edificações no sistema de microdrenagem do campus do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA), analisando a qual bacia hidrográfica o campus pertence, suas áreas impermeáveis, o coeficiente de deflúvio da microrregião obtido através da razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado.

Para se atingir tais objetivos, utilizar-se-á nesse trabalho um veículo aéreo não tripulado (VANT), que é caracterizado como toda aeronave projetada para operar sem piloto a bordo, de caráter não recreativo e possuir carga útil embarcada (FAB,2018). Com tal equipamento será possível obter um mapeamento da área do campus através de suas câmeras acopladas e software integrado, permitindo os processos de geração de Modelo Digital de Superfície (MDS) e de ortoimagens (BENTO,2008).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Qual a influência causada pela vazão de contribuição dos edifícios do Campus do Centro Universitário Luterano de Palmas no cálculo do dimensionamento do sistema de microdrenagem?

1.2 HIPÓTESE

Considerando que sem a vazão proveniente das edificações, o sistema de microdrenagem teria uma significativa redução em seu dimensionamento, gerando assim um ganho econômico na obra.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Verificar o impacto causado pela vazão de contribuição das edificações no projeto de microdrenagem do campus do Centro Universitário Luterano de Palmas

1.3.2 Objetivos Específicos

- Elaborar, por meio de método mais apropriados, projeto de microdrenagem para se implantar no Campus do CEULP/ULBRA
- Comparar o sistema de microdrenagem com e sem a vazão de contribuição das edificações;
- Comparar custos de implantação para os dois sistemas propostos.

1.4 JUSTIFICATIVA

Quando se observa Palmas no período chuvoso, é fácil encontrar vários pontos de alagamentos o que pode gerar doenças, risco de acidentes entre outros perigos para a sociedade.

Estudar meios que previnam e combatam possíveis alagamentos, portanto é de suma importância para a sociedade.

Em um país onde ainda há muitas cidades sem sistema de drenagem ou com necessidade de reforma e ampliação do mesmo, o conhecimento profundo sobre o tema faz com que o profissional saia na frente no mercado de trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPACTOS HIDROLÓGICOS DA URBANIZAÇÃO

Os impactos ambientais que ocorrem nos grandes centros urbanos surge como um dos principais problemas a serem enfrentados. Tanto em uma escala nacional como global, houve um crescimento desordenado dos núcleos urbanos causado pelo êxodo rural, onde tais centros inchavam mais rapidamente do que conseguiam se estruturar. (RIBEIRO E OLIVEIRA, 2011).

De acordo com Venturini (2002, apud TASSI, 2015) as novas ocupações do solo, devido ao crescimento das cidades, são os principais agentes causadores de mudança do ciclo hidrológico. O solo que antes era em sua maioria permeável passa a ser constituído por calçadas, ruas asfaltadas, edifícios e outros elementos que tornam o terreno com uma maior taxa de impermeabilidade.

Tal crescimento desordenado ocasiona um aumento no escoamento superficial, devido ao solo se tornar impermeável, transformando completamente a estrutura de escoamento e infiltração. Agrega-se a isso os sedimentos, oriundos do carreamento dos solos desmatados nas encostas, que serão transportados para os fundos de vale, modificando a forma de condução do fluxo, ocasionando diversas ordens de impactos. Um importante indicio de áreas críticas de inundações urbanas são as áreas de grande impermeabilidade (RIBEIRO E OLIVEIRA, 2011).

De igual modo, mesmo que haja planejamento urbano, a expansão acelerada e desordenada provoca um processo de desequilíbrio ambiental, causando por exemplo, o desequilíbrio no sistema hidrológico, uma vez que tal subsistema concentra a relação entre diversos sistemas naturais. Para tanto, diversos meios foram abordados com proposito de lidar com os impasses de drenagem urbana. A princípio, o objetivo das obras de drenagem era escoar rapidamente as águas acumuladas em lugares importantes, mudando o problema para um local de menor importância. Devido a tal fator, as planícies de inundações começaram a ser estudadas e planejadas sendo restringidas quanto à ocupação e tipo de obras, assegurando a área da seção de escoamento e diminuindo as perdas de carga hidráulica (VENTURINI, 2015).

2.2 MEDIDAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES

Segundo Canholi (2014) as medidas de correção e/ou prevenção que tem por objetivo minimizar os danos das inundações são separadas, conforme sua natureza, em medidas estruturais e medidas não estruturais.

2.2.1 Medidas Estruturais

Compreende as obras de engenharia que se caracterizam em medidas intensivas e medidas extensivas.

- i) Medidas Intensivas: de acordo com seu objetivo pode ser de quatro tipos:
 - Aceleração de escoamento: canalização e obras correlatas;
 - Retardamento de Fluxo: reservatórios, restauração de calhas naturais;
 - Desvio do escoamento: túneis de derivação e canais de desvios;
 - Ações individuais que visam tornar as edificações à prova de enchentes.
- ii) Medidas Extensivas: Pequenos armazenamentos disseminados na bacia, à recomposição de cobertura vegetal e ao controle de erosão do solo.

Conforme Tucci e Genz (1995) as disposições estruturais do escoamento podem ser ordenadas conforme a área de atuação, em:

- Ações distribuídas ou na fonte: gerência que atua sobre o lote, praça e passeios;
- Medidas na microdrenagem: gerência que age sobre o hidrograma resultante de um ou mais loteamentos;
- Medidas na macrodrenagem: medida de controle que altera riachos urbanos.

Outra classificação é conforme o tipo de ação sobre o hidrograma:

- Infiltração e percolação: concepção de áreas para que a água acondicionada tenha maior infiltração e percolação no solo, atrasando a defluência superficial utilizando a reserva e o fluxo subterrâneo. Têm-se como exemplo pavimento permeável, trincheira de infiltração e bacias de infiltração;
- Armazenamento: emprego de reservatório apropriados para o uso em casas, até porte para macrodrenagem urbana. O propósito desta ação é conservar uma parcela do escoamento superficial, diminuindo o pico de cheia e dividindo a vazão no tempo. São estruturas deste tipo bacias de restrição e microrreservatórios;
- Diques e estações de bombeamento: solução tradicional em centros urbanos que não tem espaço para diminuição do impacto da inundação;
- Melhora da competência do escoamento: por meio de canais para drenar as áreas alagadas e implantação de condutos.

2.2.2 Medidas Não Estruturais

Ainda conforme Cunholi (2014, apud TUCCI, 2002), as ações não estruturais podem ser eficientes a menores custos e com horizontes mais longos de atuação, ao contrário das

medidas estruturais, que podem gerar uma impressão de falsa segurança e até induzir à ampliação da ocupação das áreas inundáveis. Dentre as mais adotadas podemos citar:

- i) Ações de regulamentação do uso e ocupação do solo
- ii) Educação ambiental voltada ao controle da poluição difusa, erosão e lixo
- iii) Seguro enchente
- iv) Sistemas de alerta e prevenção de inundação

2.3 SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA

Drenagem é o nome dado as instalações destinadas a escoar o excesso de água pluvial, seja em rodovias, zona rural ou malha urbana por calhas de vias públicas, evitando assim empoçamento e até inundações. O percurso da água da chuva sobre um terreno pode ser topograficamente bem definido. (2008, NETO)

Segundo Tucci (2003), a drenagem na origem é determinada pelo escoamento que acontece nos parques, passeios, área comercial, estacionamento, empreendimento individualizado ou condomínio e lotes, tais sistemas agem diretamente na gênese do problema e visam controlar o remanescente de escoamento superficial onde é gerada.

Os escoamentos superficiais vindo da chuva direta sobre as vias públicas desembocam nos bueiros situados nas sarjetas. Essas torrentes são escoadas pelas tubulações que alimentam os condutos secundários, por meio da qual atingem o fundo do vale, onde o escoamento é topograficamente bem definido, mesmo que não haja um curso d'água perene. O escoamento no fundo do vale é o que determina o chamado sistema de Macrodrenagem. O sistema responsável pela captação da água pluvial e sua condução até o sistema de macrodrenagem é denominado Sistema de Microdrenagem. (2008, NETO).

Ainda segundo o Manual de Manejo de águas Pluviais de São Paulo (2012), os sistemas de macrodrenagem possuem os elementos de condução principais da bacia, e originam-se normalmente nos elementos de drenagem de rios e córregos naturais e suas ampliações e canalizações. Para se enquadrar como macrodrenagem, a bacia deve possuir uma área mínima de 2 km², sendo a área estudada nesse projeto menor que 2km², por tanto será dimensionado como redes de microdrenagem.

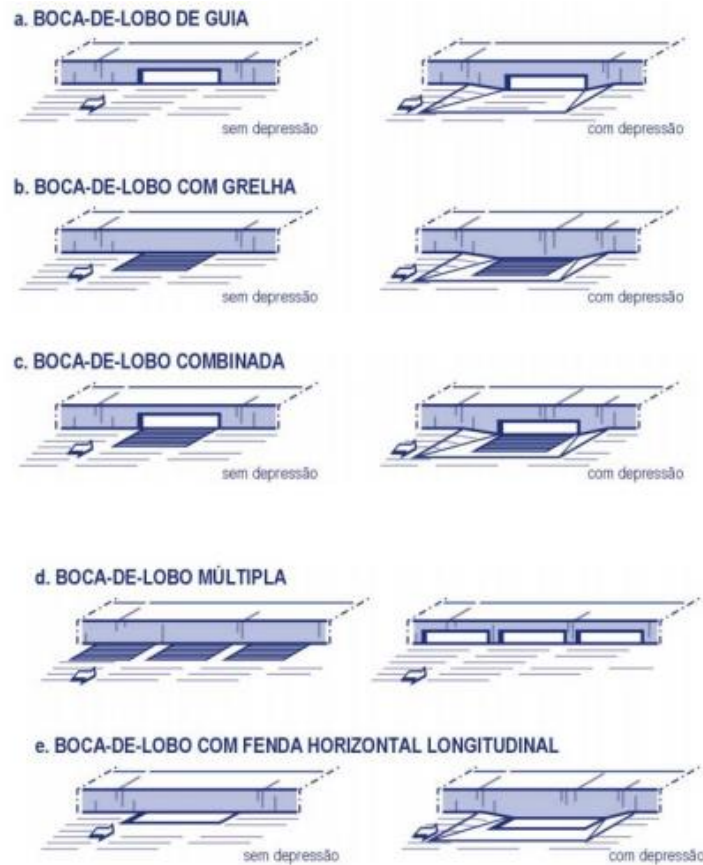
G

2.3.1 Elementos de um sistema de microdrenagem

Conforme Venturi (2015), o sistema de microdrenagem é composto pelos seguintes elementos: galerias, poços de visitas, bocas de lobo, tubos de ligação, meio-fio, sarjetas,

de lobo de guia, com grelha, combinada, múltipla, com fenda horizontal e longitudinal.

Figura 3 – Tipos de bocas de lobo

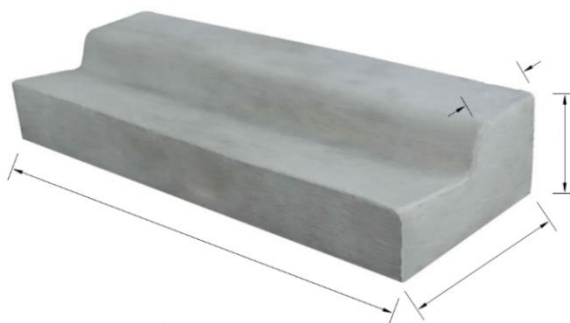


Fonte: Plano Diretor De Drenagem Para A Bacia Do Rio Iguaçu Na Região Metropolitana De Curitiba (2002)

- d) Tubos de ligação: canalização que conduz as águas provenientes das chuvas captadas nas bocas de lobo para as galerias ou poços de visita;
- e) Meio-fio: Constituído de blocos de pedra ou concreto, localizada entre o passeio e a via pública, tendo a face superior nivelada com o passeio, formando assim uma faixa paralela ao eixo da via pública, como se observa na Figura 04;
- f) Sarjetões: São formadas pela própria pavimentação nos cruzamentos das vias públicas, formando calhas que servem para orientar o fluxo das águas que escoam pelas guias;
- g) Conduitos Forçados e Estação de Bombeamento: Quando não reúne condições de escoamento por gravidade para a retirada da água de um canal de drenagem para outro, utiliza-se conduitos fechados, transportando assim as águas aparentes captadas

de maneira segura e efetivo, com preenchimento pleno da seção transversal dos dutos;

Figura 04 – Modelo convencional de meio fio



Fonte: <http://lajesemcuritiba.com.br> (2018)

2.3.2 Elaboração de projeto de Microdrenagem

Segundo o Manual de Drenagem e de Manejo de Águas Pluviais de São Paulo (2012), na concepção de um projeto de rede pluvial de microdrenagem os dados elementares a serem analisados são:

- a) Mapas: planta de situação e localização, planialtimétrica planta global da bacia contribuinte;
- b) Levantamento topográfico: nivelamento geométrico em todas as arestas, alteração de sentido e alteração de greides nas vias públicas;
- c) Urbanização: modelo de uso das áreas, relação de ocupação dos lotes e ocupação e recobrimento do solo nas áreas rurais que pertencem à bacia;
- d) informações relativas ao percurso de água receptor: Dados sobre o máximo nível de água do curso d'água que irá receber a vazão final e levantamento topográfico do lugar de descarga final.

2.3.3 Método racional

O método racional é recomendável para sistemas de microdrenagem em bacias com área de até 2km² onde se determina as vazões de pico. Quando se respeita suas circunstância de validez, esse método apresenta resultados satisfatórios, pois se trata de um método simples, devido a isso também ele tem uma grande aceitação (2015, VENTURINI).

O Plano Diretor de drenagem Urbana de Porto Alegre (2005), enumera alguns princípios básicos do método racional, entre eles:

- a) O tempo de concentração da bacia é semelhante a duração da precipitação máxima de projeto;
- b) Um único coeficiente de perdas, chamado C , é estimado conforme as características da bacia;
- c) Não pode ser utilizado para dimensionar reservatórios de amortecimento, pois não considera o volume da cheia e o ordenamento temporal das vazões.

Para Atila (2011), algumas particularidades sendo essencialmente verdadeiras, esses procedimentos para estimar a vazão máxima no enxutório da bacia é válido:

- a) Os impactos do acúmulo superficial na bacia não influenciam no processo da propagação da cheia, tornando-se uniforme a partir do tempo de concentração;
- b) O ímpeto da chuva permanece constante até que a duração da chuva atinja o tempo de concentração da bacia. A partir daí, com toda a área da bacia contribuindo, estabelece-se o regime permanente.
- c) A intensidade da chuva diminui conforme o tempo de precipitação aumenta, entretanto para chuvas de duração menores que o tempo de concentração, a concentração da bacia é parcial tal que, a maior vazão ocorre para chuvas de duração igual ao tempo de concentração; porém, esta situação pode não ser verdadeiras em duas situações: quando diferentes coeficientes C na bacia ou quando a mesma é alongada.
- d) A contribuição subterrânea é desprezível.

2.3.4 Tempo de Retorno

As chuvas e em função dessas o escoamento superficial, usadas para o dimensionamento de obras hidráulicas, são definidas estatisticamente em função da sua probabilidade de ocorrer, a isso dá-se o nome de tempo de retorno. Para defini-lo, utiliza-se o valor esperado (média) do intervalo entre dois eventos críticos que excedam a capacidade da obra, ou seja, uma chuva ou valor superior ao pré-estabelecido (2011, ATILA).

2.3.5 Coeficiente de escoamento superficial

Quando à taxa de infiltração do terreno é inferior a intensidade de precipitação ocorre o que é conhecido como escoamento superficial, que é denominada como precipitação efetiva, toda aquela que escoar na superfície. Portanto para se obter o coeficiente de escoamento superficial utiliza-se a razão entre o volume escoado superficialmente e o volume total da

precipitação. Tais valores podem ser observados em campo, ou retirados de valores recomendados na literatura em função das características físicas da bacia (HORN et al., 2011).

Para se determinar o coeficiente de escoamento superficial, há de se considerar vários fatores, entre eles o tipo de solo, ocupação da área de estudo (bacia), a umidade do solo que antecede a chuva, intensidade da precipitação, entre outros fatores determinantes. Entretanto, é consenso na utilização do método racional adotar um valor constante de coeficiente, o qual deve ser feito com muito cuidado analisando detalhadamente as características do terreno (VENTURINI, 2002, apud TASSI, 2015).

Pesquisas realizadas por Horn et al. (2011), comparou os coeficientes de escoamento superficial calculados por meio de dados colhidos em campo e valores sugeridos em bibliografia, encontrando uma diferença considerável para o dimensionamento do sistema de microdrenagem. Devido a tal fato, o uso de veículos aéreos não tripulados apresenta grande eficiência para aquisição de dados de uso do solo para projetos hidráulicos.

2.4 VEÍCULO ÁEREO NÃO TRIPULADO (VANT)

Veículos aéreos não tripulados (VANTs) foram concebidos a princípio apenas para aplicações militares, atualmente porém, seu uso se expande nas mais diversas áreas como por exemplo mapeamento geológico, levantamentos ambientais, mineração e em diversas outras áreas. Isso tudo, devido às suas diversas características vantajosas, como a capacidade de percorrer uma distância relevante com segurança, tempo reduzido e menor custo, comparado, por exemplo, a aquisição de imagens de satélites ou ao uso de helicóptero tripulado, além da possibilidade de se obter as imagens em dias nublados. Através dessas imagens, pode-se verificar falhas na vegetação, áreas impermeáveis e e fazer o reconhecimento de várias tipologias do uso da terra em uma região (SILVA, et al., 2015).

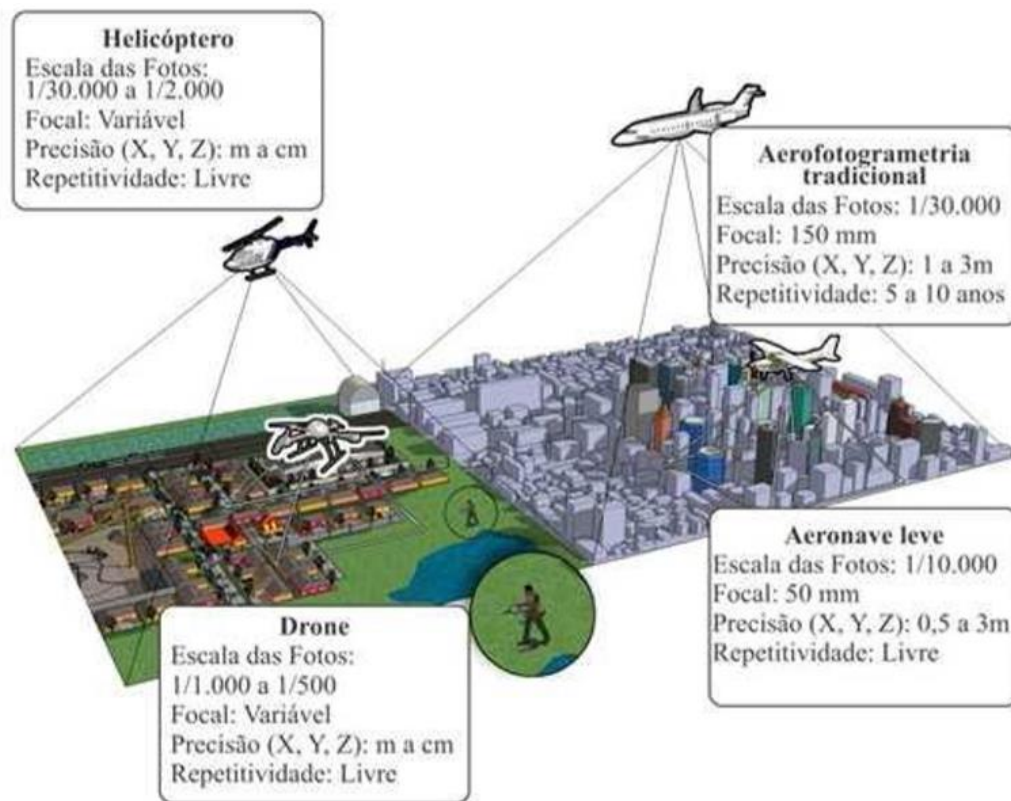
Segundo Vidal (2013), um veículo aéreo não tripulado (VANT) é uma terminologia genérica para identificar aeronaves, pois poderão ter várias dimensões e características distintas. Por ser uma ótima ferramenta para captura de imagens de alta resolução e baixo custo, o VANT tem sido utilizado nas mais diversas aplicações. Por meio das imagens aéreas, é possível determinar curvas de nível, gerar um modelo digital de superfície (DSM) e realizar cálculos volumétricos.

Comparando o uso do VANT em relação ao avião tripulado, o primeiro leva vantagens em vários pontos, como voar em altitudes menores, maior qualidade do pixel viabilizando a aplicação onde se exige qualidade na imagem. Quando se compara com os satélites, também se

obtem um nível de detalhamento superior e economicamente também é mais acessível (CASSEMIRO; PINTO, 2014)

Conforme apresentado na Figura 5, percebe-se as diferenças na área coberta, altura do voo, escala de precisão, distância focal e repetitividade que algumas plataformas aéreas possuem na captura de imagens.

Figura 5 - Comparativo entre plataformas aéreas.



Fonte: Almeida (2014)

2.4.1 Classificação do VANT

Existem diversas formas, configurações, características e tamanhos de VANTs. Outra forma de classificar é quanto as formas que eles são controlados pois alguns podem ser controlados de um local apartado a distancias quilométricas e outros que voam de forma independente com base de voo pré-programados usando sistemas de automação dinâmica. A maioria possui a opção manual, onde pilotos podem assumir o controle conforme a necessidade (PEGORARO et al., 2013).

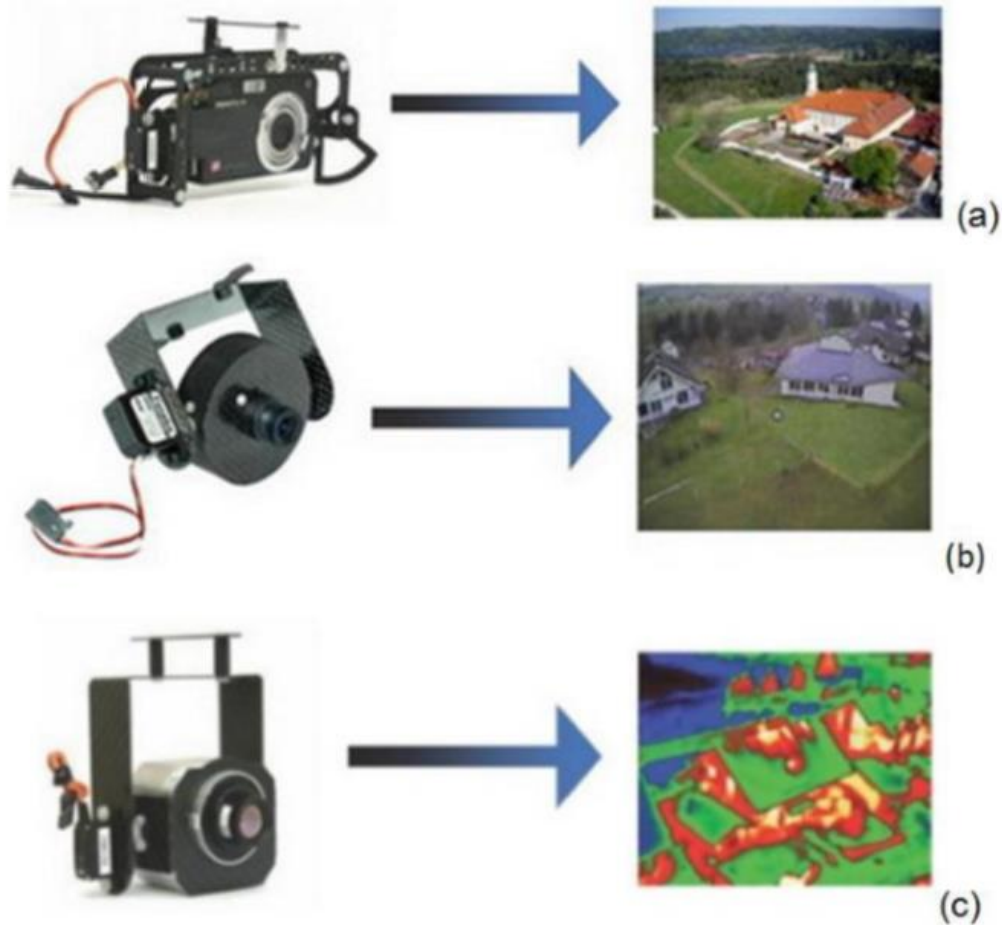
Segundo ANAC (2017), no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial – nº 94, os VANTs de uso comercial, corporativo ou experimental foram separados em três classes, de acordo com o peso máximo de decolagem do equipamento.

- **Classe 1 (acima de 150 kg)** – para pilotar tais classes, é necessária certificação similar a existente para aeronaves tripuladas. Devem ser registrados no Registro Aeronáutico Brasileiro e identificados com suas marcas de nacionalidade e matrícula.
- **Classe 2 (25 kg até 150 kg)** – Requisitos técnicos que necessitam ser observados pelos fabricantes e determina que a aprovação de projeto acontecerá uma vez. Devem ser registrados no Registro Aeronáutico Brasileiro e identificados com suas marcas de nacionalidade e matrícula.
- **Classe 3 (até 25 kg)** - Para aqueles que operem além da linha de visada visual ou acima de 120m deverão ser de um projeto autorizado pela ANAC, sendo necessário registro e identificação nas marcas e matrículas. Os que operarem até 120m não precisarão ter projeto autorizado, mas operador e equipamento deverão ser cadastrados na ANAC. Os que possuírem menos de 250g independentemente de sua finalidade (recreativo ou não), não precisará ser cadastrado ou registrado.

Conforme Vidal (2013), os VANTs são compostos por veículo com sistema de georreferenciamento composto por uma câmera fotográfica, GPS e um sistema inercial, sensores climáticos ou laser de varreduras, e por uma estação base com software próprio e um controle remoto.

- Estação Base: Software de controle capaz de enviar os dados para o controle do VANT. A altitude do voo, a cobertura longitudinal e transversal assim como também as coordenadas para todas as exposições são definidas na estação. Através de roteiros feitos em arquivos .txt, vários comandos podem ser passados para a aeronave (VIDAL, 2013).
- Sistema de navegação: normalmente é formado por um GPS e uma unidade de navegação inercial. O GPS tem a função de informar a posição continuamente, enquanto o sistema inercial fornece continuamente informações das rotações da câmera em torno do sistema de coordenadas de navegação.
- Câmeras: a obtenção dos dados é feita através de câmeras que podem ser digitais, térmicas ou câmeras de vídeo conforme Figura 6.
- Sensores climáticos e laser de varreduras: Determina a altura de pontos na superfície usando pulsos laser que são disparados na direção da mesma;
- Controle Remoto: Responsável por controlar o equipamento à distância quando necessário, usando determinada faixa de frequência ou por uma interface bluetooth.

Figura 6 - câmeras: (a) digitais; (b) vídeo; (c) térmicas.



Fonte: Vida

2.4.2 Planejamento de voo

Inicia-se o planejamento de voo com a seleção das condições de voo como a altitude, velocidade, resolução das imagens e resolução do pixel e também as normas e regulamentos do voo. Para determinar a altitude do voo, considera-se a resolução desejada em solo e a resolução da câmera, conforme Quadro 1 observa-se um exemplo de resolução para uma câmera de 10Mpixel

Quadro 1 – especificações de altitude para uma câmera de 10Mpixel.

Altitude (m)	Resolução (cm/pixel)	Cobertura no solo (m)
100	3.5	129
122	4.3	157
140	5	180
200	7.1	257
280	10	360
420	15	540
560	20	720

Fonte: Jorge, Inamusu (2014), adaptado pelo autor

Após o planejamento e as condições de voo definidos, utiliza-se tais parâmetros nos planejadores de missões de cada VANT para traçar o plano de voo, como é visto na Figura 7 o traçado de voo (VENTURINI, 2014).

Figura 7 - Plano de voo.



Fonte: <http://doctordrone.com.br>

3 METODOLOGIA

A seguir foram expostos os métodos e materiais que se utilizaram neste trabalho, bem como sua área de estudo. Foram apresentado ainda as características e especificidades dos equipamentos utilizados na formação das imagens, descrição dos softwares utilizados e suas funções em cada parte da pesquisa, planejamento de voo das áreas sobrevoadas, os parâmetros e as técnicas utilizadas para aquisição das fotos e processamento e análise do resultado final.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo da pesquisa compreende o Campus Universitário Luterano de Palmas limitando-se até ao final do Prédio 6, com uma extensão total de 0,06 km², e a área estudada foi de acordo com a taxa de ocupação, dentro dela foi levantado as áreas de contribuição de telhados, asfaltos, grama e piso cimentado, itens necessários para o cálculo da microdrenagem.

3.2 MATERIAIS

3.2.1 VANT eBee softwares para voo e processamento de imagens

Para a obtenção das imagens utilizou-se o veículo não tripulado do modelo eBee (Figura 8). A aeronave é equipada por uma plataforma com sensores específicos acoplados que permite a captura de imagens fotográficas. Agrega-se a aeronave sensores que possibilitam a estabilidade do equipamento em missão, assim como a transmissão de dados que asseguram o acompanhamento direto da execução do voo.

Figura 8. VANT modelo eBee



Fonte: getadrone.com.au

A elaboração do planejamento de voo se deu por meio da estação base com o seguinte conjunto: o software eMotion 2, responsável pela programação do voo e execução do trajeto da aeronave, e rádio transmissor, que permite o acompanhamento em tempo real do sobrevoo, bem como o envio de comando de pouso, alteração de direção ou captura de imagens. A interface do programa auxilia com informações importantes sobre o nível de bateria, temperatura ambiente, posição, altitude, velocidade e duração do voo, velocidade do vento, resolução e sobreposição longitudinal e latitudinal da área a ser sobrevoada e link do rádio.

Com o auxílio de software específico Terra 3D, obteve-se a geração dos mosaicos ortorretificados. Através desse processo os pontos capturados pelo GPS da aeronave foram associados a cada uma das imagens geradas

3.2.2 Câmera

O modelo utilizado para a captura de imagens foi S110 RGB, adaptadas de modo a ser controlado pelo piloto automático da aeronave, pois ambas possuem características adequadas e compatíveis com o sistema eBee e o aplicativo de formação de ortomosaico. A câmera RGB obtém dados de imagem no espectro visível que consiste na possibilidade de reproduzir qualquer cor, a partir de uma mistura de somente três cores primárias juntamente com a luz azul, verde e vermelho.

3.3 MÉTODOS

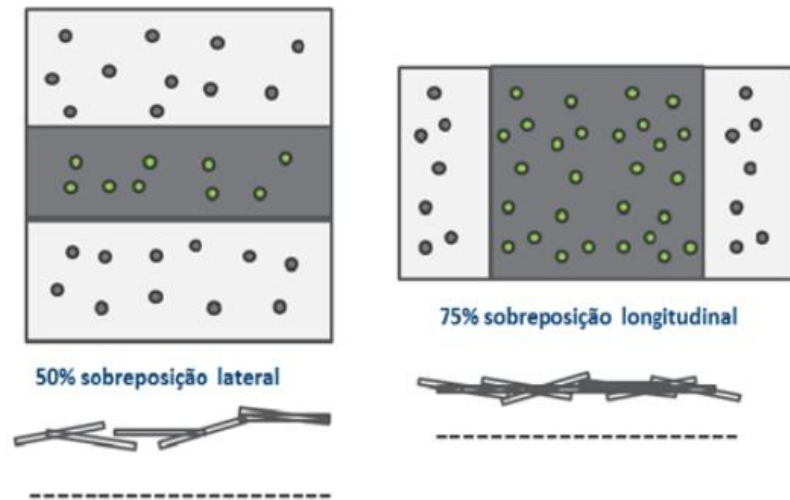
3.3.1 Planejamento de voo e aquisição das imagens

A partir da rota de voo definida e o tamanho do pixel em solo, o software fornece automaticamente a área, tempo estimado de voo, altitude, espaçamento entre linhas de trajeto e distância a ser percorrida. A estratégia estabelecida para a pesquisa é de diferenciar as superfícies de concentração em todo o campus da ULBRA, possibilitando assim o cálculo da rede de microdrenagem com eficiência, por meio de um único arranjo de sobreposições de voo e utilização de dois tipos de sensores.

3.3.2 Montagem do ortomosaico

Para se obter o mosaico propriamente georreferenciado foram necessárias várias etapas, entre elas a retirada de erros e distorções causadas pelo processo de aquisição das imagens e visar orientar as imagens relacionadas umas às outras e com relação à cena completa, conforme Figura 9.

Figura 9: Sobreposição Lateral e longitudinal de imagens



Fonte: revistaalconpat

Por possuir GPS de navegação acoplado a aeronave o software utilizado para georreferenciar as imagens, eram compatíveis com o modelo de sensor da mesma. Através das coordenadas obtidas, todas as imagens na composição do mosaico georreferenciado foram orientadas. Com tais dados, foi possível mensurar área e volume, facilitando a identificação de pontos imaginados.

3.4 DIMENSIONAMENTO DE VAZÃO COM E SEM AS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÕES DAS EDIFICAÇÕES

3.4.1 Delimitação da área de contribuição e determinação do coeficiente de escoamento

Conforme o Quadro 2, o projeto de microdrenagem a ser elaborado em questão, se enquadra em uma ocupação de área comercial, portanto o tempo de retorno utilizado será de 3 anos.

Quadro 2: Período de retorno para diferentes ocupações (DAFE/CETESB, 1980)

Tipo de obra	Tipo de ocupação da área	Tempo de retorno
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	3
	Áreas com edifícios de serviço público	3
	Aerportos	2 - 5
Macro-drenagem	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5 - 10
	Áreas comerciais e residenciais	50 - 100
	áreas de importâncias específicas	500

Fonte: BIDONE E TUCCI (1995)

Foi delimitado um número de áreas de contribuição de acordo com o seu tipo de coeficiente e suas áreas, que pode ser extraído a partir da Figura 10, na qual se pode observar os tipos de contribuição e de acordo com a Quadro 3 foi usado os coeficientes C para os itens:

- Asfalto C= 0,83;
- Calçadas C= 0,80;
- Telhado C= 0,85;
- Grama C= 0,08.

Quadro 3: Valores de Coeficiente C com base em superfícies

Superfície	C	
	Intervalos	Valores esperados
Pavimento		
Asfalto	0,70 -- 0,95	0,83
Concreto	0,80 -- 0,95	0,88
Calçada	0,75 -- 0,85	0,80
Telhado	0,75 -- 0,95	0,85
Cobertura: grama, arenoso		
Plano (2%)	0,05 -- 0,10	0,08
Médio (2% a 7%)	0,10 -- 0,15	0,13
Alta (7%)	0,15 -- 0,20	0,18
Grama, solo pesado		
Plano (2%)	0,13 -- 0,17	0,15
Médio (2% a 7%)	0,18 -- 0,22	0,20
Alta (7%)	0,25 -- 0,35	0,30

Fonte: BIDONE E TUCCI (1995)

Usamos a equação 1 para calcular o coeficiente de cada área de contribuição, onde o quociente entre o somatório das áreas de cada superfície de contribuição (A_{sup}) multiplicado pelo seu respectivo C tabelado (C_{sup}), e a área de contribuição ($A_{contribuição}$).

$$C = \frac{\sum A_{sup} \times C_{sup}}{A_{contribuição}} \quad eq (1)$$

A equação 2 foi utilizada para encontrar o coeficiente médio ponderado, calculando anteriormente o coeficiente de cada área e será feito uma média simples. Resumindo, somar todos os Coeficientes (C) encontrados e dividir pela quantidade de áreas para o campus do CEULP/ULBRA

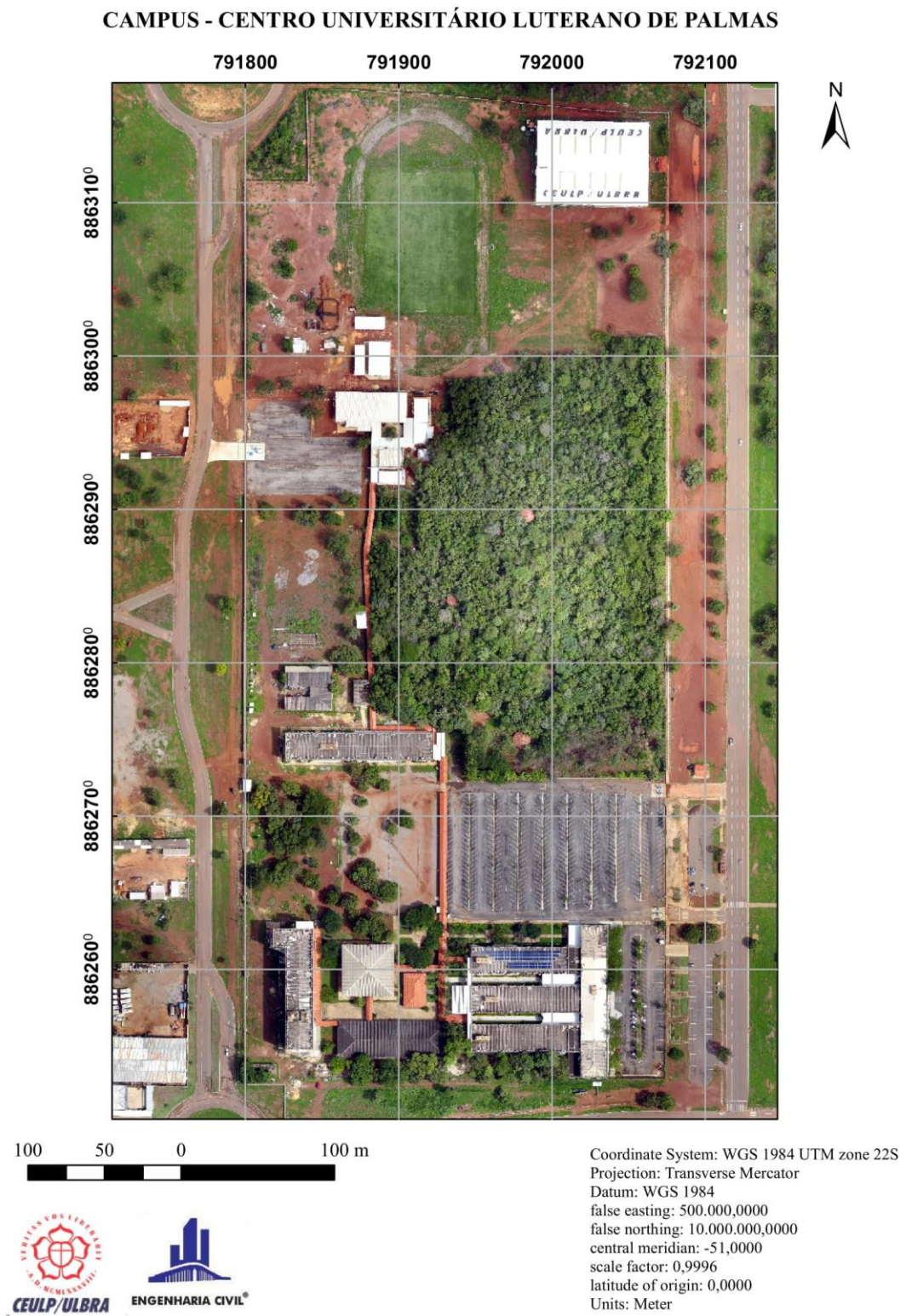
$$C_{médio\ ponderado} = \frac{\sum(A \times C)}{\sum de\ área} \quad eq (2)$$

Onde:

$\sum C$ = Somatória das Áreas vezes os Coeficientes de escoamento

$\sum de\ área$ = Somatória de áreas de contribuição

Figura 10: Mapeamento CEULP/ULBRA



Fonte:Autor (2018)

3.4.2 Dimensionamento Hidráulico

O método utilizado para o dimensionamento da rede de microdrenagem foi o Racional, no qual o sistema foi dimensionado a partir da vazão máxima estimada, equação 3. Para escolher tal método levou-se em conta o fato de a bacia ser menor do que 2km², ter adotado somente um coeficiente de escoamento (C) e que a duração máxima da precipitação de projeto será igual ao tempo de concentração da bacia.

$$Q = 2,78xCxIx A \quad eq (3)$$

Onde:

Q: Vazão máxima do escoamento excedente sobre a superfície do solo, em m³/s;

C: Coeficiente de escoamento;

I: Intensidade da precipitação em litro ou metros cúbicos por hectare por segundo;

A: Área de contribuição da bacia da chuva em hectares.

A equação (4) IDF obtida para Palmas-TO nos estudos do PDDPA, com coeficiente de correlação em 99,97%, foi a seguinte:

$$I = \frac{749,97 \times Tr^{0,104}}{(Td+9)^{0,702}} \quad eq (4)$$

Onde:

I = Intensidade de precipitação (mm/h)

Tr = Tempo de Retorno Adotado (anos)

Td = Tempo de duração da chuva de projeto (min)

A fórmula de Mannig foi utilizada no dimensionamento hidráulico isolando-se o diâmetro (equação 5)

$$D = 1,55 \times \left(\frac{Qxn}{S} \right)^{\frac{3}{8}} \quad eq (5)$$

Onde:

Q = Vazão (m³/s)

n = Coeficiente de rugosidade de Manning

S = Declividade do trecho (m/m)

Para determinação do coeficiente de rugosidade igual a 0,013 foi utilizado as características de pré-moldado com bom acabamento conforme Quadro 4

Quadro 4 – coeficientes de rugosidade de Manning

Características	n
Canais	
canais retilíneos com grama de até 15 cm de altura	0,300 - 0,400
canais retilíneos com capins de até 30 cm de altura	0,300 - 0,060
Galerias de concreto	
pré-moldado com bom acabamento	0,011 - 0,014
moldado no local com formas metálicas simples	0,012 - 0,014
moldado no local 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

Fonte: Bidone e Tucci (1995), adaptado pelo autor

Em seguida, obteve-se a declividade de cada trecho, para tanto calculou-se a declividade do terreno, que é igual a cota de montante (CT_m) menos a cota da jusante (CT_j), dividida pelo comprimento do trecho (L) (equação 4)

$$I_L = \frac{CT_m - CT_j}{L} \quad eq (6)$$

Onde:

CT_m = Cota da Montante (m)

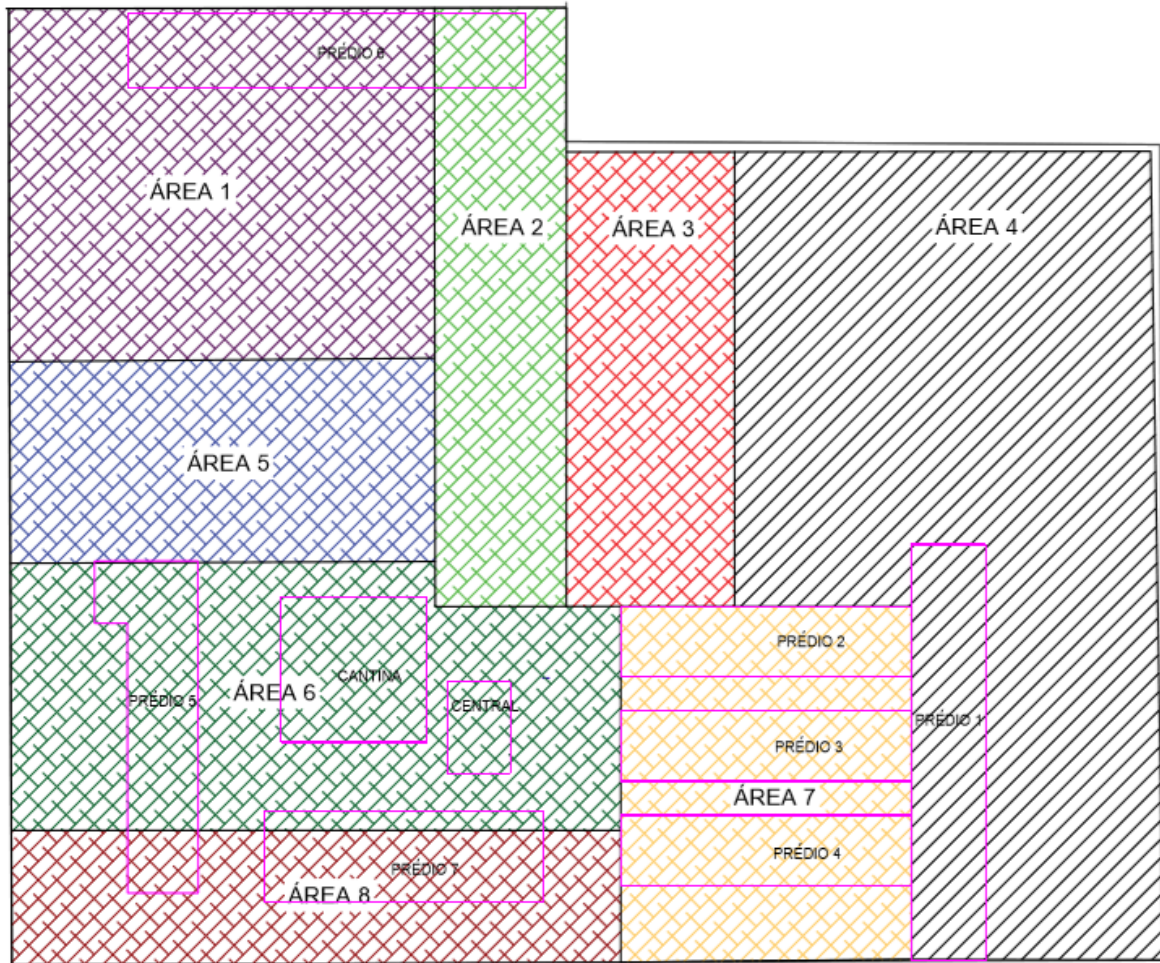
CT_j = Cota da Jusante (m)

L = Comprimento do trecho (m)

Com os dados de vazão, declividade e rugosidade de Manning, calculou-se o diâmetro para o trecho correspondente, em cada trecho foi adotado um diâmetro comercial, sendo que o valor mínimo para diâmetro das galerias de seção circular deve ser de 0,30 metros.

Esse processo foi executado duas vezes, sendo a primeira vez considerando toda a área do campus, inclusive as áreas das edificações. O campus foi dividido em oito áreas conforme Figura 11, sendo que cada em área sua contribuição de água foi direcionada para um trecho específico da rede de microdrenagem

Figura 11: Áreas de contribuição



Fonte: Autor (2018)

O segundo processo foi idêntico ao primeiro, tendo como diferença a retirada das áreas das edificações, conforme Figura 12, no cálculo da rede de microdrenagem. As áreas de contribuição encontram-se na Quadro 5, e foram obtidas através do sobrevoo realizado pelo VANT eBee.

Quadro 5: Áreas referentes à Figura 12.

LOCAL	ÁREA (m ²)
CANTINA	1145,56
PRÉDIO 1	1744,07
PRÉDIO 2	1215,14
PRÉDIO 3	1226,46
PRÉDIO 4	1247
PRÉDIO 5	1484,58
PRÉDIO 6	1690,63
PRÉDIO 7	1638,65
Total	11392,09

Fonte: Autor (2018)

Figura 12: Áreas de contribuição das edificações.

Áreas de Contribuição - CEULP/ULBRA



Fonte: Autor (2018)

3.5 PROJETO DE MICRODRENAGEM

Avaliar os pontos escolhidos por meio do ortomosaico foi o primeiro item para se iniciar o projeto, tais pontos foram escolhidos preferencialmente próximos as áreas de passeio da ULBRA e onde ocorre os maiores índices de alagamento. Posteriormente, conforme a topografia será traçada o percurso das tubulações, que serão realizadas próximas as calçadas de passeio e interligadas às bocas de lobo que será conduzido a um reservatório, os poços de visitas serão instalados em locais com mudança de direção.

3.6 ANÁLISE COMPARATIVA

Com o dimensionamento do sistema de microdrenagem feito para ambas situações (com e sem contribuição das edificações), foi analisado os impactos nos componentes do sistema de microdrenagem que a vazão de contribuição das edificações causou no mesmo, como por exemplo quão maior ficou o diâmetro da tubulação do sistema considerando as vazões das edificações.

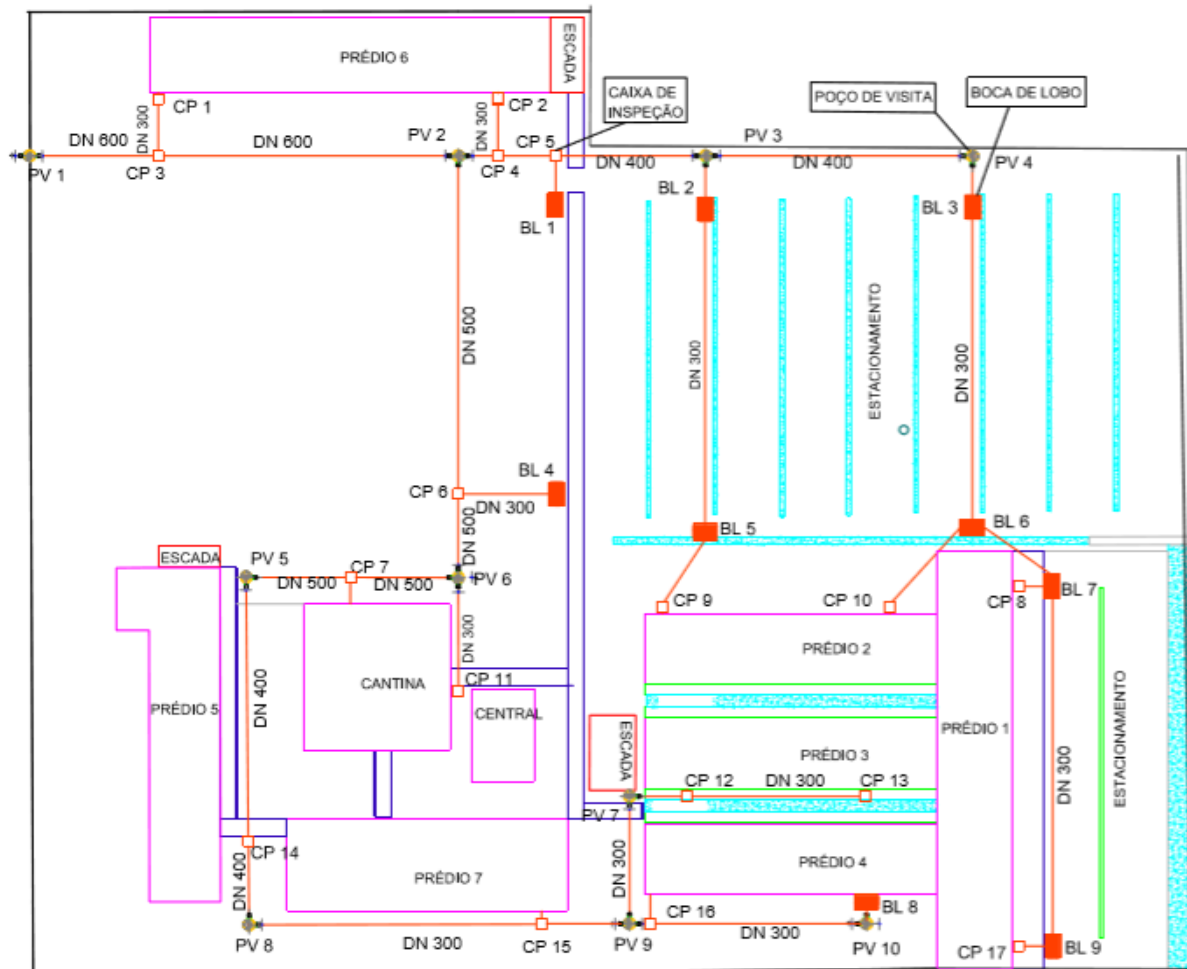
Foi elaborado um orçamento com o auxílio da tabela SINAPI para cada projeto dimensionado, podendo assim ter em números os impactos financeiros que a inclusão ou exclusão das contribuições das vazões das edificações tem em um preço global para a instalação do projeto de microdrenagem

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado do Coeficiente de escoamento do campus foi obtido através das equações 1 e 2 citadas anteriormente, foi de 0,56. Para obter a vazão máxima encontramos um valor de IDF para Palmas igual a 83,4 mm.h⁻¹, para uma duração de 20 minutos e período de recorrência de 3 anos.

Com o auxílio das imagens obtidas pelo VANT, elaborou-se a planta do campus, e foi posicionado os componentes do projeto de microdrenagem, como boca de lobo e poços de visita, e traçado o caminhamento dos tubos do sistema conforme Figura 13. Dividiu-se o campus em oito áreas conforme Figura 11, que contribuíam com a sua vazão para as bocas de lobo e poços de visita

Figura 13: Planta do campus CEULP/ULBRA com traçado do projeto de microdrenagem



Fonte: Autor (2018).

Através do software ARCGIS, com o auxílio do ortomosaico gerado por imagens fotográficas tiradas pelo VANT foram obtidas as áreas de contribuição de cada prédio, delimitadas conforme Figura 12 e suas respectivas áreas conforme Quadro 5, para elaboração do projeto de microdrenagem.

Após finalizadas todas as análises referentes ao dimensionamento das redes de drenagem, pôde-se chegar aos valores finais das vazões máximas e também dos diâmetros comerciais adotados para cada trecho da rede, em ambos os projetos, com e sem a contribuição das áreas das edificações conforme são observados na Quadro 6 e Quadro 7

Quadro 6: Planilha de Cálculo de Rede de Drenagem com a contribuição das edificações

trecho (PV)	l (m)	areas (há)		Q (l/s)	D (m)	D(mm) adotado
		trecho	acum.			
4-3	91	1,61	1,61	209,04	0,370	400
3-2	34,2	0,44	2,05	266,17	0,359	400
9-8	90	0,6	0,6	77,90	0,225	300
8-5	78,2	0,4	1	129,84	0,313	400
5-6	46	0,9	1,9	246,69	0,422	500
6-2	98	0,51	2,41	312,91	0,471	500
2-1	96,3	0,84	5,3	688,14	0,524	600

Fonte: Autor (2018)

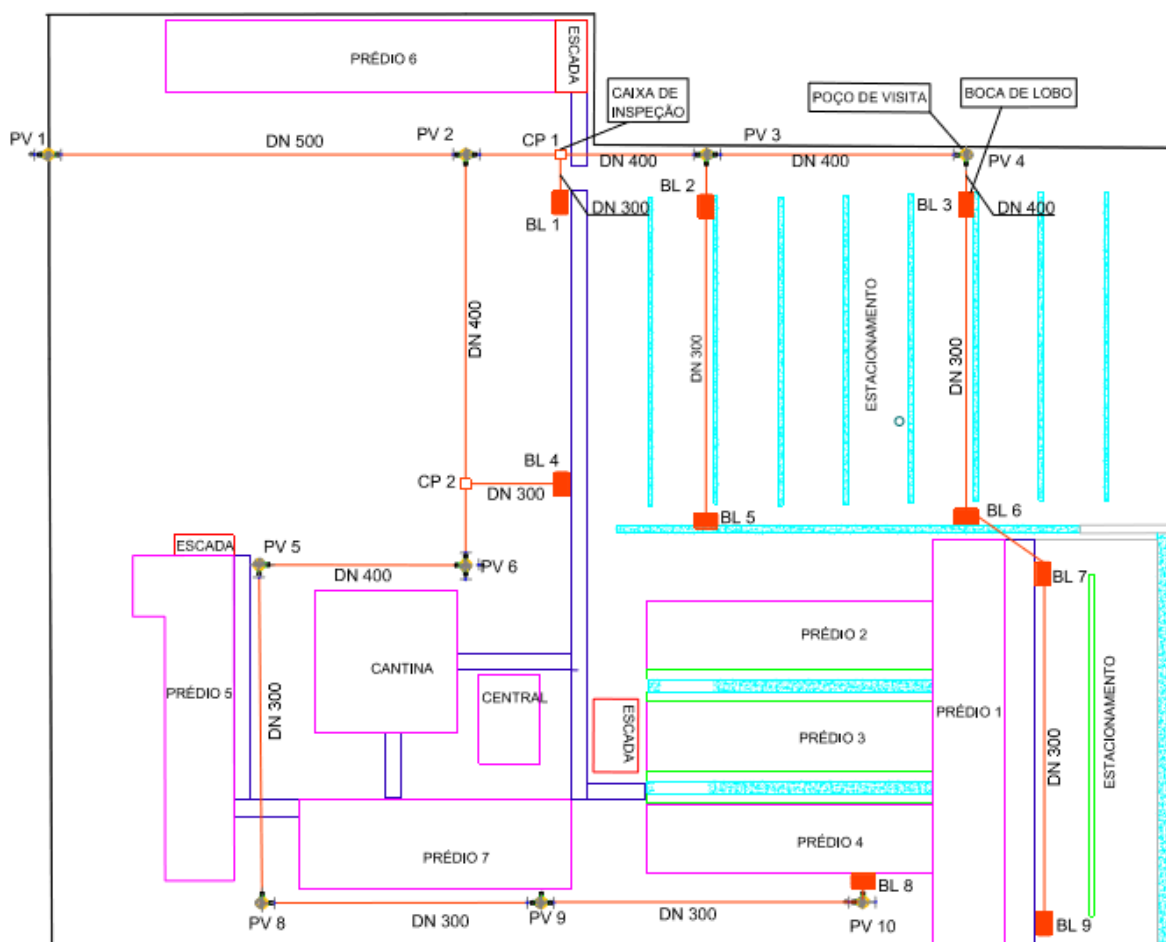
Quadro 7: Planilha de Cálculo de Rede de Drenagem sem a contribuição das edificações

Trecho (PV)	l (m)	areas (há)			Q (l/s)	D (m)	D(mm) adotado
		trecho	Prédios	acum.			
4-3	91	1,61	0,174	1,436	186,45	0,354	400
3-2	34,2	0,44	0,039	1,837	238,51	0,345	400
9-8	90	0,6	0,533	0,067	8,70	0,099	300
8-5	78,2	0,4	0,148	0,319	41,42	0,185	300
5-6	46	0,9	0,115	1,104	143,34	0,328	400
6-2	98	0,51	-	1,614	209,56	0,391	400
2-1	96,3	0,84	0,13	4,161	540,25	0,479	500

Fonte: Autor (2018)

Com a retirada das áreas das edificações na contribuição para o sistema de microdrenagem, novos diâmetros foram encontrados em alguns trechos conforme mostrado na Figura 14, extraídos do Quadro 7. Além desses diâmetros menores, foi possível também eliminar 15 caixas de passagens, ficando com apenas 2 caixa.

Figura 14: Planta do campus CEULP/ULBRA com traçado do projeto de microdrenagem sem a contribuição das edificações.



Fonte: Autor (2018)

Com os dois projetos prontos foi possível elaborar os orçamentos dos mesmos, chegando-se nos seguintes valores:

- Projeto de Microdrenagem com a contribuição de vazão das edificações: R\$225.519,59, conforme apêndice C;
- Projeto de Microdrenagem sem a contribuição de vazão das edificações: R\$ 191.108,48, conforme apêndice D.

Pôde-se observar uma redução de R\$34.411,11 que representa aproximadamente 15% do valor total da obra sendo que os mais alterados foram os itens:

- “01.01.014 – Materiais Hidráulicos - Rede”: Este item teve uma diminuição de R\$ 64.040,30 para R\$ 53.414,95, o que representa uma diminuição de aproximadamente

17%. Tal valor é devido a retirada de mais de 100 metros de tubulação e a diminuição da bitola em outros trechos.

- b) “01.01.10 – Montagem”: Este item teve uma diminuição de R\$ 35.728,70 para R\$ 28.915,30, que represente aproximadamente 20%. Como este item é dependente do comprimento da tubulação, em razão da diminuição do comprimento da mesma, houve a diminuição no valor da montagem.
- c) “01.01.08 – Caixa de passagem”: A variação deste item foi de R\$ 10.574,41 para R\$ 901,52, representando aproximadamente 91%. Essa grande variação aconteceu, pois, as caixas de passagem foram posicionadas para receber as águas provenientes das edificações e direcioná-las para a rede de microdrenagem, como no segundo projeto não mais se considerou a contribuição das águas provenientes das edificações não se fez mais necessárias 15 caixas de passagens, ficando em apenas duas.

5 CONCLUSÕES

As imagens geradas pelo VANT foram um agente facilitador para se estabelecer os coeficientes de escoamento das diversas áreas que o Campus do CEULP/ULBRA possui, ganhando assim agilidade e precisão no processo da elaboração do projeto de microdrenagem.

As diferenças encontradas entre os projetos foram em pontos onde o sistema de microdrenagem recebia mais de uma área de contribuição. Independente de qual fosse a área. Por se tratar de um de uma área pequena, muitos trechos do projeto ficavam abaixo da vazão mínima para um tubo de 300 mm, que é o menor recomendado por norma para este tipo de projeto, mas devido ao fato dessa ser a menor bitola, a mesma foi adotada para diversos trechos.

Em relação ao custo de implantação do projeto, por não ter considerado as áreas das edificações no sistema geraria uma economia de 15% no valor da obra, sendo considerado um valor representativo.

Ao não serem lançadas na rede de microdrenagem, essas águas podem ser aproveitadas para uso nos blocos, irrigação entre outros. Para isso, há a necessidade de se analisar o consumo de água e o volume que incide sobre os prédios, gerando assim uma economia não só na construção da rede como também no período de utilização do Campus.

Essa pesquisa limitou-se em analisar somente uma parte do campus, mas sugere-se que seja feita uma análise completa do campus, e também analisar a mudança que a pavimentação das áreas que hoje se encontram permeáveis venham receber asfalto.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, I. de C. **Estudo sobre o uso de veículo aéreo não tripulado (VANT) para mapeamento aéreo com fins de elaboração de projetos viários.** Dissertação - Engenharia Civil. Universidade Católica de Pernambuco. Recife. 2014.

BENTO, M. (2008), “*Unmanned Aerial Vehicles: An Overview*”, Inside GNSS, Janeiro/Feveiro.

BRASIL. ANAC. **IS N° 21-002 Revisão A**, de 04 de outubro de 2012. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-21-002a/@@display-file/arquivo_norma/IS%2021-002A.pdf>. Acesso em: 6mar 2018.

BRASIL. ANAC. **Regras sobre drones.** 2017. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/noticias/2017/regras-da-anac-para-uso-de-drones-entram-em-vigor/release_drone.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2018.

CANHOLI, ALUÍSIO PARDO. **Drenagem urbano e controle de enchentes/ Aluísio Pardo Canholi.** – 2º edi. – São Paulo: oficinas de texto, 2014

CARDOSO NETO, ANTONIO. **Sistemas Urbanos de Drenagem.** (2008). Disponível em: http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/ProducaoAcademica/Antonio%20Cardoso%20Neto/Introducao_a_drenagem_urbana.pdf. Acessado em: 01/03/2018

CASSEMIRO, G. H. M.; PINTO, H. B.. **Composição e processamento de imagens aéreas de alta-resolução obtidas com Drone.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Brasília, Brasília. 2014.

FERNANDES, C. **Microdrenagem – Um Estudo Inicial, DEC/CCT/UFPB,** Campina Grande, 2002. Disponível em: <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Drenagem.html?submit=%CDndice+de+Microdrenagem>. Acessado em: 10/03/2018.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. **Saiba mais sobre voo de drones.** 2015. Disponível em: <<http://fab.mil.br/noticias/mostra/21519/ESPA%C3%87O-A%C3%89REO---Saiba-mais-sobre-voo-de-%60%60drones%C2%B4%C2%B4>>. Acesso em: 6 mar. 2018.

HORN, J. F. C.; TAMIOSSO, M. F; SILVEIRA, G. L; CRUZ, J. C; SANAGIOTTO, D. G; PADILHA, D. G; MAZIEIRO, E; SILVA, R. L. L. Coeficientes de escoamento superficial: estudo comparativo entre dados observados e literatura. **In: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS,** 2011, Maceió. Disponível em: https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/37102e2858c7305c5cc7f6a895db9adb_55bbcc9b0a2a64f2d49655bff2996ab1.pdf. Acesso em: 21 abril. 2018

JORGE, L. C.; INAMASU, R. Y. **Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão.** Embrapa Instrumentação-Capítulo em livro técnico científico (ALICE), São Carlos. 2014

JORGE, L. C.; INAMASU, R. Y.; DO CARMO, R. B. Desenvolvimento de um VANT totalmente configurado para aplicação em Agricultura de Precisão no Brasil. In: Embrapa Instrumentação - Artigo em anais de congresso (ALICE). **In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO-SBSR**, p. 399-406. Curitiba, Paraná. 2011.

PEGORARO, A. J.; GUBIANI, J. S.; PHILIPS, J. W. Veículo Aéreo não Tripulado: Uma Ferramenta de Auxílio na Gestão Pública. **In: Simposio Argentino de Informatica y Derecho**, Córdoba, Argentina. 2013

PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO DO SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS DE SÃO PAULO. **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais: Aspectos Tecnológicos; Fundamentos**. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Volume III. São Paulo. 2012

RIBEIRO, ANA LUISA; OLIVEIRA, REGINA. **Impactos da urbanização no sistema hidrológico – inundações no município de Guarujá – SP**. In: **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, 2011.

SILVA, W. F; SILVA, L. S; MALTA, E. A; GORDIM, R. O; SCHERER-WARREN, M. Avaliação de uso de Veículo Aéreo Não Tripulado-VANT em atividades de fiscalização da Agência Nacional de Águas. **In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**. João Pessoa. 2015. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0345.pdf> Acesso em: 21 abril. 2018.

TASSI, R. **Efeito dos Microrreservatórios de Lote Sobre a Macrodrenagem Urbana**. 156 f. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2002

TUCCI, CARLOS; MOTTA MARQUES, DAVID. **Avaliação e Controle de Drenagem Urbana**, 2000

TUCCI, C. E. M; BERTONI, J. C. **Inundações Urbanas na América do Sul**. Ed. dos Autores. 2003

VENTURINE, ANDRÉ BORIN. **Imagens de veículos aéreos não tripulados aplicados para dimensionamento de redes de microdrenagem pluvial**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Santa Maria. 2015

VIDAL, A. M. F. **Extração e avaliação de geo-informação pelo uso de imagens adquiridas por veículos aéreos não tripulados**. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal. 2012

APÊNDICE A

Planilha de Cálculo de Rede de Drenagem com a contribuição das áreas das edificações																			
Trecho (PV)	(m)	Áreas (há)		Tc (mim)	Q (l/s)	D (m)	D(mm) Adotado	S mínimo	S	Q/raiz S	y/D	V (m/s)	Te (mim)	Cota de Terreno		Prof. Coletor (m)		Cota do Coletor	
		Trecho	Acum.											Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.
4-3	91	1,61	1,61	20	209,04	0,370	400	0,0115	0,015	1,685	0,700	2,27	40,09	252,8	251,4	1,4	1,4	251,4	250
3-2	34,2	0,44	2,05	31,03	266,17	0,359	400	0,0102	0,029	1,557	0,650	3,10	11,03	251,4	250,4	1,4	1,4	250	249
9-8	90	0,6	0,6	20	77,90	0,225	300	0,0183	0,030	0,450	0,450	2,26	39,82	251,8	249,1	1,3	1,3	250,5	247,8
8-5	78,2	0,4	1	58,71	129,84	0,313	400	0,0144	0,000	1,084	0,525	2,02	38,71	249,1	249,1	1,3	1,4	247,8	247,7
5-6	46	0,9	1,9	44,34	246,69	0,422	500	0,0106	-0,015	2,394	0,450	1,89	24,34	249,1	249,8	1,4	1,5	247,7	248,3
6-2	98	0,51	2,41	71,31	312,91	0,471	500	0,0095	-0,006	3,211	0,525	1,91	51,31	249,8	250,4	1,5	1,5	248,3	248,9
2-1	96,3	0,84	5,3	45,34	688,14	0,524	600	0,0066	0,026	4,271	0,625	3,80	25,34	250,4	247,9	1,5	1,6	248,9	246,3

APÊNDICE B

Planilha de Cálculo de Rede de Drenagem sem a contribuição das áreas das edificações																				
Trecho (PV)	L (m)	Áreas (há)			Tc (min)	Q (l/s)	D (m)	D(mm) adotado	S mínimo	S	Q/raiz S	γ/D	V (m/s)	Te (min)	Cota de Terreno		prof.coletor		cota do coletor	
		Trecho	Prédios	Acum.											Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.
4-3	91	1,61	0,174	1,436	20	186,45	0,354	400	0,0121	0,015	1,503	0,700	2,27	0,67	252,8	251,4	1,4	1,4	251,4	250
3-2	34,2	0,44	0,039	1,837	20,18	238,51	0,345	400	0,0108	0,029	1,395	0,650	3,10	0,18	251,4	250,4	1,4	1,4	250	249
9-8	90	0,6	0,533	0,067	20	8,70	0,099	300	0,0511	0,030	0,050	0,450	2,26	0,66	251,8	249,1	1,3	1,3	250,5	247,8
8-5	78,2	0,4	0,148	0,319	20,65	41,42	0,185	300	0,0246	0,000	0,264	0,525	2,02	0,65	249,1	249,1	1,3	1,4	247,8	247,7
5-6	46	0,9	0,115	1,104	20,41	143,34	0,328	400	0,0137	-0,015	1,224	0,450	1,89	0,41	249,1	249,8	1,4	1,5	247,7	248,3
6-2	98	0,51	-	1,614	20,86	209,56	0,391	400	0,0115	-0,006	1,957	0,525	1,91	0,86	249,8	250,4	1,5	1,5	248,3	248,9
2-1	96,3	0,84	0,13	4,161	20,42	540,25	0,479	500	0,0073	0,026	3,353	0,625	3,80	0,422368	250,4	247,9	1,5	1,6	248,9	246,3

APÊNDICE C



PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

LOCALIDADE: PALMAS-TO
 OBRA: REDE DE DRENAGEM - CAMPUS CEULP (ULBRA) - COM A CONTRIBUIÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND.	QNT.	PREÇO UNT.	PREÇO TOTAL
01		CAMPUS - CEULP ULBRA				225.519,59
01.01		REDE DE DRENAGEM				225.519,59
01.01.01		SERVIÇO PRELIMINARES				1.458,11
01.01.01.02	01CA0003	PLACA DE OBRA - (2,00 X 4,00M) - FIXACAO EM MADEIRA	UN	1,00	R\$ 1.458,11	1.458,11
01.01.02		SERVICOS TECNICOS				12.657,05
01.01.02.01	01CA0033	LOCACAO DE REDE C/ EQUIP TOPOGRAFICO S/ ELABORACAO DE NOTA SERVICO	M	1.015,00	R\$ 0,92	R\$ 933,80
01.01.02.02	01CA0015	CADASTRO DE REDE DE DRENAGEM	M	1.015,00	R\$ 2,99	R\$ 3.034,85
01.01.02.03	01CM0099	ACOMPANHAMENTO DE EQUIPE TOPOGRAFICA EM REDE	M	1.015,00	R\$ 8,56	R\$ 8.688,40
01.01.03		SINALIZACAO / ADVERTENCIA				2.529,58
01.01.03.01	01CA1001	PLACA SINALIZACAO (1,0 X 0,60M) C/CAVALETE	UN	4,00	R\$ 319,00	R\$ 1.276,00
01.01.03.02	01CL0056	SINALIZACAO COM TELA TAPUME	M	102,00	R\$ 12,29	R\$ 1.253,58
01.01.04		MOVIMENTO DE TERRA				35.155,95
01.01.04.01	01CA0035	ESCAVACAO MANUAL DE VALAS EM TERRA/CASCALHO ATE 2,0M	M3	98,18	R\$ 24,36	R\$ 2.391,66
01.01.04.02	01CA0040	ESCAVACAO MECANICA EM TERRA/CASCALHO ATE 2,0M	M3	883,62	R\$ 9,14	R\$ 8.076,29
01.01.04.04	01CA0239	REATERRO MANUAL C/ COMPACTACAO MANUAL ATE 20CM ACIMA DA GST	M3	171,64	R\$ 9,58	R\$ 1.644,31
01.01.04.05	01CA0383	REATERRO COM COMPACTADOR TP SAPO CAMADAS DE 20CM P/ VALAS C/ APOIO DE	M3	686,54	R\$ 23,96	R\$ 16.449,50
01.01.04.06	01CA0046	ACERTO, APOIAMENTO E NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS P/ REDE DE ESGOTO	M2	812,00	R\$ 5,94	R\$ 4.823,28
01.01.04.07	01CA0176	CARGA MECANIZADA (SEM MANUSEIO E ARRUMACAO)	M3	160,70	R\$ 0,92	R\$ 147,84
01.01.04.08	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XKM	1.607,00	R\$ 1,01	R\$ 1.623,07
01.01.05		ESCORAMENTO				4.820,35
01.01.05.01	01CA0052	ESCORAMENTO DE VALAS, TIPO PONTALETEAMENTO	M2	535,00	R\$ 9,01	R\$ 4.820,35
01.01.06		POCOS DE VISITA				25.930,27
01.01.06.02	01CC0032	POCO DE VISITA PROF 1,5M PADRAO	UN	11,00	R\$ 961,31	R\$ 10.574,41
01.01.07		BOCA DE LOBO				8.594,46
01.01.07.01	01CC0047	BOCA DE LOBO COM GRELHA	UN	9,00	R\$ 954,94	R\$ 8.594,46
01.01.08		CAIXA DE PASSAGEM				6.761,40
01.01.08.01	01CC0068	CAIXA DE PASSAGEM 0,80X0,80	UN	15,00	R\$ 450,76	R\$ 6.761,40
01.01.09		CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA (C.T.D.)				6.671,95
01.01.09.01	01CB0248	CTD TUBO DE CONCRETO DN 300MM	M	550,00	R\$ 4,49	R\$ 2.469,50
01.01.09.02	01CB0231	CTD TUBO DE CONCRETO DN 400MM	M	215,00	R\$ 7,03	R\$ 1.511,45
01.01.09.03	01CB0156	CTD TUBO DE CONCRETO DN 500MM	M	150,00	R\$ 9,60	R\$ 1.440,00
01.01.09.04	01CB0199	CTD TUBO DE CONCRETO DN 600MM	M	100,00	R\$ 12,51	R\$ 1.251,00
01.01.08		MONTAGEM				35.728,70
01.01.10.01	01CB0051	ASSENTAMENTO DE TB EM CONCRETO, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA ARGAMASSADA, 300mm	M	550,00	R\$ 23,60	R\$ 12.980,00
01.01.10.02	01CB0052	ASSENTAMENTO DE TB EM CONCRETO, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA ARGAMASSADA, 400mm	M	215,00	R\$ 39,78	R\$ 8.552,70
01.01.10.03	01CB0053	ASSENTAMENTO DE TB EM CONCRETO, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA ARGAMASSADA, 500mm	M	150,00	R\$ 51,88	R\$ 7.782,00
01.01.10.04	01CB0054	ASSENTAMENTO DE TB EM CONCRETO, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA ARGAMASSADA, 600mm	M	100,00	R\$ 64,14	R\$ 6.414,00
01.01.11		REMOCAO / RECOMPOSICAO DE PAVIMENTO EM RUAS E AVENIDAS				19.962,73
01.01.11.01	01CA0341	DEMOLICAO DE GUIAS OU MEIO FIO DE CONCRETO, INCLUSIVE CARGA MANUAL	M	11,00	R\$ 6,10	R\$ 67,10
01.01.11.02	01CA0151	MEIO FIO (22CMX10CM) SEM SARJETA MOLDADO IN LOCO COM CAIACAO	M	11,00	R\$ 37,14	R\$ 408,54
01.01.11.03	01CA0372	CORTE MANUAL DE PAVIMENTO ASFALTICO	M2	345,00	R\$ 14,71	R\$ 5.074,95
01.01.11.04	01CF0003	IMPRIMACAO E APLICACAO DE PAVIMENTO EM PMF	M2	345,00	R\$ 40,50	R\$ 13.972,50
01.01.11.05	01CA0175	CARGA MANUAL (MATERIAL EM GERAL) SEM MANUSEIO E ARRUMACAO DO MATERIAL	M3	24,00	R\$ 8,05	R\$ 193,20
01.01.11.06	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XKM	244,00	R\$ 1,01	R\$ 246,44

01.01.12		SUBSTITUICAO DE SOLO P/ RECOMPOSICAO DE PAVIMENTO					3.064,51
01.01.12.01	01CA0500	ESCAVACAO E CARGA - MATERIAL 1ª CATEGORIA	M3	135,00	R\$	2,63	R\$ 355,05
01.01.12.02	01CA0334	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	M3XKM	1.346,00	R\$	1,01	R\$ 1.359,46
01.01.12.03	01CA1000	AQUISICAO DE MATERIAL PARA ATERRRO (CASCALHO)	M3	135,00	R\$	10,00	R\$ 1.350,00
01.01.13		REMOCAO / RECOMPOSICAO DE PAVIMENTO EM PASSEIO					13.500,09
01.01.13.01	01CA0809	DEMOLICAO DE CONCRETO SIMPLES, INCLUSIVE CARGA MANUAL	M2	162,00	R\$	8,43	R\$ 1.365,66
01.01.13.02	01CA0326	REPOSICAO DE CALCADA EM CONCRETO	M2	189,00	R\$	38,14	R\$ 7.208,46
01.01.13.03	01CA0022	DEMOLICAO DE PISO REVESTIDO C/ LADRILHO, INCLUSIVE CARGA MANUAL	M2	67,00	R\$	9,08	R\$ 608,36
01.01.13.04	01CG0051	PISO CERAMICO ASSENTADO COM CIMENTO COLANTE	M2	67,00	R\$	44,39	R\$ 2.974,13
01.01.13.05	01CA0416	RETIRADA DE PAVIMENTO EM PARALELEPIPEDO E PRE-MOLDADO, INCLUSIVE CARGA	M2	27,00	R\$	6,99	R\$ 188,73
01.01.13.06	01CA0153	RECOMPOSICAO DE PAVIMENTO EM PARALELEPIPEDO, C/ REAPROVEITAMENTO DO MA	M2	27,00	R\$	18,79	R\$ 507,33
01.01.13.07	01CG0112	PINTURA EM PISO CIMENTADO RUSTICO (TRES DEMAOS)	M2	20,00	R\$	19,14	R\$ 382,80
01.01.13.08	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XKM	262,00	R\$	1,01	R\$ 264,62
01.01.14		MATERIAIS HIDRAULICOS - REDE					64.040,30
01.01.14.01		TUBO CONC. ARMADO CLASSE CA-1 DN-300MM	M	550,00	R\$	50,13	R\$ 27.571,50
01.01.14.02		TUBO CONC. ARMADO CLASSE CA-1 DN-400MM	M	215,00	R\$	66,82	R\$ 14.366,30
01.01.14.03		TUBO CONC. ARMADO CLASSE CA-1 DN-400MM	M	150,00	R\$	80,53	R\$ 12.079,50
01.01.14.04		TUBO CONC. ARMADO CLASSE CA-1 DN 600 MM	M	100,00	R\$	100,23	R\$ 10.023,00
		TOTAL GERAL					225.519,59

APÊNDICE D



PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

LOCALIDADE: PALMAS-TO

OBRA: REDE DE DRENAGEM - CAMPUS CEULP (ULBRA) - SEM A CONTRIBUIÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND.	QNT.	PREÇO UNT.	PREÇO TOTAL
01		CAMPUS - CEULP ULBRA				191.108,48
01.01		REDE DE DRENAGEM				191.108,48
01.01.01		SERVIÇO PRELIMINARES				1.458,11
01.01.01.02	01CA0003	PLACA DE OBRA - (2,00 X 4,00M) - FIXACAO EM MADEIRA	UN	1,00	R\$ 1.458,11	1.458,11
01.01.02		SERVICOS TECNICOS				11.347,70
01.01.02.01	01CA0033	LOCACAO DE REDE C/ EQUIP TOPOGRAFICO S/ ELABORACAO DE NOTA SERVICO	M	910,00	R\$ 0,92	R\$ 837,20
01.01.02.02	01CA0015	CADASTRO DE REDE DE DRENAGEM	M	910,00	R\$ 2,99	R\$ 2.720,90
01.01.02.03	01CM0099	ACOMPANHAMENTO DE EQUIPE TOPOGRAFICA EM REDE	M	910,00	R\$ 8,56	R\$ 7.789,60
01.01.03		SINALIZACAO / ADVERTENCIA				2.394,39
01.01.03.01	01CA1001	PLACA SINALIZACAO (1,0 X 0,60M) C/CAVALETE	UN	4,00	R\$ 319,00	R\$ 1.276,00
01.01.03.02	01CL0056	SINALIZACAO COM TELA TAPUME	M	91,00	R\$ 12,29	R\$ 1.118,39
01.01.04		MOVIMENTO DE TERRA				31.548,37
01.01.04.01	01CA0035	ESCAVACAO MANUAL DE VALAS EM TERRA/CASCALHO ATE 2,0M	M3	87,73	R\$ 24,36	R\$ 2.137,10
01.01.04.02	01CA0040	ESCAVACAO MECANICA EM TERRA/CASCALHO ATE 2,0M	M3	789,53	R\$ 9,14	R\$ 7.216,30
01.01.04.04	01CA0239	REATERRO MANUAL C/ COMPACTACAO MANUAL ATE 20CM ACIMA DA GST	M3	156,94	R\$ 9,58	R\$ 1.503,49
01.01.04.05	01CA0383	REATERRO COM COMPACTADOR TP SAPO CAMADAS DE 20CM P/ VALAS C/ APOIO DE	M3	627,76	R\$ 23,96	R\$ 15.041,13
01.01.04.06	01CA0046	ACERTO, APILOAMENTO E NIVELAMENTO DE FUNDO DE VALAS P/ REDE DE ESGOTO	M2	728,00	R\$ 5,94	R\$ 4.324,32
01.01.04.07	01CA0176	CARGA MECANIZADA (SEM MANUSEIO E ARRUMACAO)	M3	120,33	R\$ 0,92	R\$ 110,70
01.01.04.08	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XKM	1.203,30	R\$ 1,01	R\$ 1.215,33
01.01.05		ESCORAMENTO				3.622,02
01.01.05.01	01CA0052	ESCORAMENTO DE VALAS, TIPO PONTALETEAMENTO	M2	402,00	R\$ 9,01	R\$ 3.622,02
01.01.06		POCOS DE VISITA				8.651,79
01.01.06.01	01CC0032	POCO DE VISITA PROF 1,5M	UN	9,00	R\$ 961,31	R\$ 8.651,79
01.01.07		BOCA DE LOBO				8.594,46
01.01.07.01	01CC0047	BOCA DE LOBO COM GRELHA	UN	9,00	R\$ 954,94	R\$ 8.594,46
01.01.08		CAIXA DE PASSAGEM				901,52
01.01.08.01	01CC0068	CAIXA DE PASSAGEM 0,80X0,80	UN	2,00	R\$ 450,76	R\$ 901,52
01.01.09		CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA (C.T.D.)				5.320,80
01.01.09.01	01CB0248	CTD TUBO DE CONCRETO DN 300MM	M	525,00	R\$ 4,49	R\$ 2.357,25
01.01.09.02	01CB0231	CTD TUBO DE CONCRETO DN 400MM	M	285,00	R\$ 7,03	R\$ 2.003,55
01.01.09.03	01CB0156	CTD TUBO DE CONCRETO DN 500MM	M	100,00	R\$ 9,60	R\$ 960,00
01.01.10		MONTAGEM				28.915,30
01.01.10.01	01CB0051	ASSENTAMENTO DE TB EM CONCRETO, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA ARGAMASSADA, 300mm	M	525,00	R\$ 23,60	R\$ 12.390,00
01.01.10.02	01CB0052	ASSENTAMENTO DE TB EM CONCRETO, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA ARGAMASSADA, 400mm	M	285,00	R\$ 39,78	R\$ 11.337,30
01.01.10.03	01CB0053	ASSENTAMENTO DE TB EM CONCRETO, SIMPLES OU ARMADO, JUNTA ARGAMASSADA, 500mm	M	100,00	R\$ 51,88	R\$ 5.188,00
01.01.11		REMOCAO / RECOMPOSICAO DE PAVIMENTO EM RUAS E AVENIDAS				19.086,66
01.01.11.01	01CA0341	DEMOLICAO DE GUIAS OU MEIO FIO DE CONCRETO, INCLUSIVE CARGA MANUAL	M	10,31	R\$ 6,10	R\$ 62,89
01.01.11.02	01CA0151	MEIO FIO (22CMX10CM) SEM SARJETA MOLDADO IN LOCO COM CAIACAO	M	10,31	R\$ 37,14	R\$ 382,91
01.01.11.03	01CA0372	CORTE MANUAL DE PAVIMENTO ASFALTICO	M2	330,00	R\$ 14,71	R\$ 4.854,30
01.01.11.04	01CF0003	IMPRIMACAO E APLICACAO DE PAVIMENTO EM PMF	M2	330,00	R\$ 40,50	R\$ 13.365,00
01.01.11.05	01CA0175	CARGA MANUAL (MATERIAL EM GERAL) SEM MANUSEIO E ARRUMACAO DO MATERIAL	M3	23,10	R\$ 8,05	R\$ 185,96
01.01.11.06	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XKM	233,27	R\$ 1,01	R\$ 235,60

01.01.12		SUBSTITUICAO DE SOLO P/ RECOMPOSICAO DE PAVIMENTO					2.925,35
01.01.12.01	01CA0500	ESCAVACAO E CARGA - MATERIAL 1ª CATEGORIA	M3	128,70	R\$	2,63	R\$ 338,48
01.01.12.02	01CA0334	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	M3XKM	1.287,00	R\$	1,01	R\$ 1.299,87
01.01.12.03	01CA1000	AQUISICAO DE MATERIAL PARA ATERRRO (CASCALHO)	M3	128,70	R\$	10,00	R\$ 1.287,00
01.01.13		REMOCAO / RECOMPOSICAO DE PAVIMENTO EM PASSEIO					12.927,06
01.01.13.01	01CA0809	DEMOLICAO DE CONCRETO SIMPLES, INCLUSIVE CARGA MANUAL	M2	154,76	R\$	8,43	R\$ 1.304,63
01.01.13.02	01CA0326	REPOSICAO DE CALCADA EM CONCRETO	M2	180,55	R\$	38,14	R\$ 6.886,18
01.01.13.03	01CA0022	DEMOLICAO DE PISO REVESTIDO C/ LADRILHO, INCLUSIVE CARGA MANUAL	M2	64,48	R\$	9,08	R\$ 585,48
01.01.13.04	01CG0051	PISO CERAMICO ASSENTADO COM CIMENTO COLANTE	M2	64,48	R\$	44,39	R\$ 2.862,27
01.01.13.05	01CA0416	RETIRADA DE PAVIMENTO EM PARALELEPIPEDO E PRE-MOLDADO, INCLUSIVE CARGA	M2	25,79	R\$	6,99	R\$ 180,27
01.01.13.06	01CA0153	RECOMPOSICAO DE PAVIMENTO EM PARALELEPIPEDO, C/ REAPROVEITAMENTO DO MA	M2	25,79	R\$	18,79	R\$ 484,59
01.01.13.07	01CG0112	PINTURA EM PISO CIMENTADO RUSTICO (TRES DEMAOS)	M2	19,34	R\$	19,14	R\$ 370,17
01.01.13.08	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XKM	250,96	R\$	1,01	R\$ 253,47
01.01.14		MATERIAIS HIDRAULICOS - REDE					53.414,95
01.01.14.01		TUBO CONC. ARMADO CLASSE CA-1 DN-300MM	M	525,00	R\$	50,13	R\$ 26.318,25
01.01.14.02		TUBO CONC. ARMADO CLASSE CA-1 DN-400MM	M	285,00	R\$	66,82	R\$ 19.043,70
01.01.14.03		TUBO CONC. ARMADO CLASSE CA-1 DN-400MM	M	100,00	R\$	80,53	R\$ 8.053,00
		TOTAL GERAL					191.108,48