

ESTUDO DE ALAGAMENTO NA AVENIDA BRASÍLIA *FLOOD STUDY ON AVENIDA BRASÍLIA*

SILVA, Ana Julia Sampaio¹; BATISTA, Jeferson Gustavo Teodoro²; LIMA, Kalyda Vitória de³; SILVA, Lara de Souza⁴; CORREA, Lucas Francisco⁵; COSTA, Mateus Filipe Ribeiro da⁶.
(Graduandos do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos)

lara@souza144@gmail.com

RESUMO. No Brasil, estamos repletos de problemas relacionados à inundações e alagamentos, referentes às causas ambientais ou sobre as mãos do ser humano. No entanto, as soluções para esse problema necessitam de um estudo preliminar, desvendando soluções rápidas e com baixo orçamento. Com base nisso, foi proposto aos alunos do curso de Engenharia Civil do módulo Solos e Topografia do Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos investigar um alagamento que ocorre na Avenida Brasília, na cidade de São João da Boa Vista, próximo ao supermercado Big Bom. Nesta situação, os estudantes colocaram os conhecimentos adquiridos em sala de aula no local sugerido e levantaram possíveis soluções para que o problema fosse resolvido. Através do problema apresentado, compreendemos que seria necessário a execução de algumas pesquisas e experimentos, desde a extração de amostras do solo até as construções contidas no local. Com isso, alcançamos resultados que foram fundamentais para o desenvolvimento do nosso projeto. A solução principal para o alagamento foi a Water Squares (Praças Inundáveis) que tem como finalidade projetar um local que atua como reservatório de água que ajudará o escoamento ao decorrer das chuvas e no restante do tempo funciona como praças para lazer de moradores e turistas. A ideia é concentrar a água nas camadas mais baixas da praça e em seguida drená-la para baixo do solo ou direcioná-la para um rio de curso maior.

Palavra-chave: solo, alagamento, solução.

ABSTRACT. In Brazil, we are fraught with problems related to floods and floods, related to environmental causes or on the hands of human beings. However, the solutions to this problem require a preliminary study, revealing quick and low-budget solutions. Based on this, it was proposed to the students of the Civil Engineering course of the Soils and Topography module of the Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos to investigate a flood that occurs on Avenida Brasília, in the city of São João da Boa Vista, near the Big Bom supermarket. . In this situation, the students placed the knowledge acquired in the classroom in the suggested location and raised possible solutions to solve the problem. Through the presented problem, we understand that it would be necessary to carry out some research and experiments, from the extraction of soil samples to the buildings contained in the place. As a result, we achieved results that were fundamental for the development of our project. The main solution for the flooding was the Water Squares (Flooding Squares) which aims to design a place that acts as a water reservoir that will help the drainage during the rains and the rest of the time it works as squares for leisure for residents and tourists. The idea is to concentrate the water in the lower layers of the plaza and then drain it below the ground or direct it to a larger river.

Keywords: soil, flood, solution.

INTRODUÇÃO

O índice de urbanização acelerado e sem planejamento tem sido um dos principais fatores para ocorrência de alagamentos em grandes e pequenas cidades. Essa desordenação traz como consequências, altos níveis de degradação ambiental.

Um dos estudos importantes para uma possível solução do alagamento, seria fazer um levantamento topográfico da área ao qual será designada para construção, obtendo a demarcação da área e sua altimetria, desenvolvendo possíveis caminhos ao qual a água percorreria após as chuvas fortes, assim os sistemas de drenagem seriam instalados em lugares estratégicos onde houvesse a concentração de água. “O levantamento topográfico é a base de qualquer projeto e de qualquer obra realizada. Por exemplo, os trabalhos de obras viárias, edifícios, hidrografia, usinas hidrelétricas, telecomunicações, sistemas de água e esgoto, planejamento, urbanismo, paisagismo, irrigação, drenagem, cultura, reflorestamento etc., se desenvolvem em função do terreno sobre o qual se assentam”. (DOMINGUES, 1979).

Desenvolver a medição dos índices pluviométricos do local para identificar o volume de chuva decorrente da área em um tempo e calcular a vazão dos rios da redondeza, assim é possível avaliar se foram as maiores cheias e posteriormente designar mudanças no canal, alargando suas margens, ou realizando mudanças em seu nível, evitando assim que transborde e agrave as ocorrências em áreas próximas, onde a chuva já é um problema iminente. Também deve ser realizada a análise de solos, retirando amostras da área e levando até o laboratório, realizando ensaios como granulometria, plasticidade e liquidez, necessário para identificar as características do solo do local. Para isso, é importante ter uma base de conhecimento na realização de cálculos, que seria essencial ao aplicar nos resultados dos ensaios e levantamentos, retirando diversas informações para conhecimento do local.

Correlacionando todos os dados retirados dessas quatro bases de estudo, trabalhamos para desenvolver uma solução para o alagamento na região identificada. Com isso constatamos que uma ‘Water Squares’ pode oferecer diversos benefícios para o problema de alagamento na Avenida Brasília. O projeto se trata de uma praça que contém uma região mais baixa para que a água seja acumulada nos dias chuvosos (figura 1) e posteriormente drenada para baixo do solo, podendo ser direcionada para um rio ou também para uma estação de água para que ela seja tratada e sucessivamente distribuída para as casas da cidade. No restante dos dias, a praça pode atuar como um local de lazer para os habitantes de São João da Boa Vista (figura 2). O intuito é designar a praça em um posto de combustível inativado que está posicionado entre a Avenida Brasília e Avenida 13 de maio, em frente ao supermercado Big Bom (21°58'48.8"S 46°47'07.9"W).

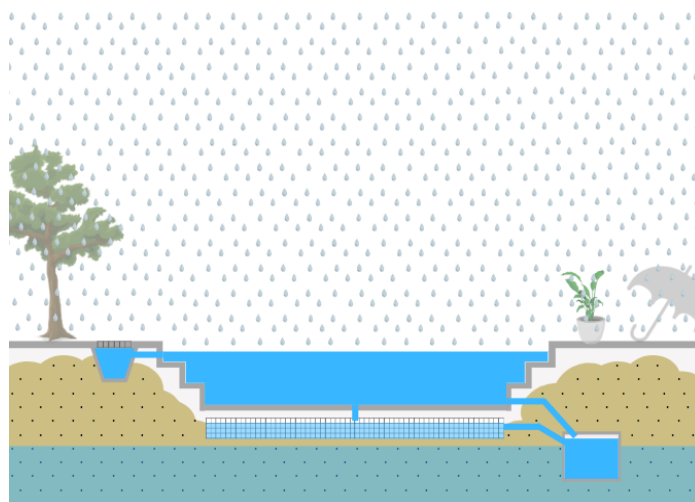


Figura 1 - Representação da Water Square em dias chuvosos.

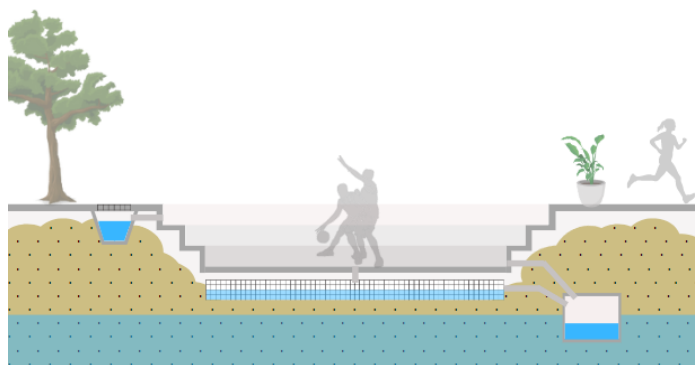


Figura 2 - Representação da Water Square no restante dos dias.

METODOLOGIA

Neste levantamento de dados do local, foi utilizado para realização da pesquisa normas da ABNT consideradas referências no assunto abordado, conhecimentos adquiridos em aula e a análise da área escolhida para o desenvolvimento do projeto. Como termos para busca, foi utilizado: “Soluções de grandes alagamentos”, “Alagamento na Engenharia Civil” e “Análises de solo necessárias para a identificação do local em que trabalhamos”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento Curva Granulométrica

Para o experimento da curva granulométrica, foi extraído uma quantidade de 500g de material do solo da região do supermercado Big Bom, em seguida adicionado em um recipiente metálico e pesado. Após isso, foi peneirada a amostra em peneiras de diâmetros de 4,75 mm a 0,075 mm e levado para o agitador que levou cerca de 1 minuto para separar os fragmentos da amostra nas peneiras distintas. Após ser realizado o peneiramento, foi observado que em cada peneira ficou retida uma quantidade diferente de solo. Com isso, foi

utilizado a balança para poder pesar separadamente a quantidade de material em cada uma das peneiras.

Anotado todos os valores e informações para a elaboração da tabela (tabela 1) e a construção de um gráfico (figura 3) para apresentação dos resultados obtidos. Com isso, foi definido o CU (coeficiente de uniformidade) e observado que o solo analisado é uniforme, também foi possível obter a quantidade de grãos nas determinadas aberturas, sendo possível realizar a curva granulométrica.

Após ser realizado esse ensaio e obtido os resultados, é possível concluir que este solo seria ideal para um bom funcionamento da Water Squares (Praças inundáveis). Em função do solo arenoso e uniforme, é possível um bom escoamento das águas pluviais e posteriormente direcionado ao córrego São João ou para a Estação de Água.

Tabela 1 - Dados do experimento da Curva Granulométrica.

Nº da peneira	Diâmetro da abertura (mm)	Massa do solo retida na peneira (mm)	% Retida	% Acumulada	% Passante
4	4.75	74	12.82	12.82	87.18
10	2	92.56	16.04	28.86	71.14
16	1.18	122.74	21.26	50.12	49.88
30	0.6	179.67	31.13	81.25	18.75
40	0.425	49.3	8.54	89.79	10.21
50	0.3	33.38	5.78	95.57	4.43
100	0.15	22.78	3.95	99.52	0.48
200	0.075	2.6	0.45	99.97	0.03
Fundo		0.19	0.03	100.00	0.00
Σ		577.22	100.00		

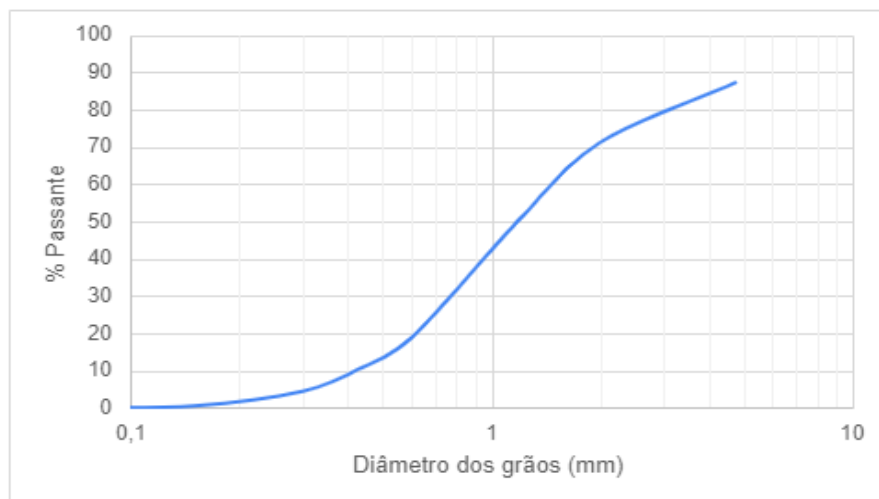


Figura 3 - Gráfico relacionando o diâmetro dos grãos com a quantidade de amostra passante nas peneiras.

Após ser realizado esse ensaio e obtido os resultados, é possível concluir que este solo seria ideal para um bom funcionamento da Water Squares (Praças inundáveis). Em função do solo arenoso e uniforme, é possível um bom escoamento das águas pluviais e posteriormente direcionado ao córrego São João ou para a Estação de Água, também pode ser definido e

dimensionado qual o melhor caminho para uma fundação com um bom custo x benefício no local.

Limite de Liquidez

Em primeira instância, foi colocado a amostra do solo em um recipiente e desmanchando os torrões em movimentos circulares, em seguida passou a amostra na peneira de 0,425 mm com a ajuda de um agitador e foi novamente para o recipiente o material que passou pela peneira. Posteriormente, foi adicionado água aos poucos até obter uma pasta homogênea para dar início ao experimento e, conforme fomos fazendo a análise, adicionamos mais água a cada amostra a ser utilizada, que deve ser aproximadamente 4 pontos de ensaio.

O aparelho necessário para esse experimento é nomeado Casa Grande, utilizamos ele colocando a amostra na concha, sendo imprescindível que no meio tenha uma espessura de 10 mm de material. Usamos o cinzel perpendicular à superfície da concha para separar a amostra em duas partes e assim, iniciamos os golpes que foram contados até a amostra se unir. Retiramos uma pequena quantia de amostra das bordas que se uniram e adicionamos a uma cápsula para poder ser levada à estufa, lembrando que, todos os dados como por exemplo o número de golpes e peso foram anotados para melhor controle do experimento (tabela 2).

Após 24 horas, retiramos as amostras e calculamos o teor de umidade de cada uma delas, dessa forma, elaboramos um gráfico (figura 4) relacionando o número de golpes com o teor de umidade. De acordo com os resultados obtidos, alcançamos o limite de liquidez da amostra que equivale a 38,7%, que é correspondente ao teor de umidade em 25 golpes.

Tabela 2 - Dados do experimento de Limite de Liquidez.

Amostras	1	2	3	4	5
Número de golpes	58	39	29	26	19
Peso Úmido (g)	16,8	14,8	11,86	12,39	18,11
Peso Seco (g)	12,42	10,98	8,7	8,93	13,12
Peso da Água (g)	4,38	3,82	3,16	3,46	4,99
Teor de Umidade (%)	35,27	34,79	36,32	38,75	38,03

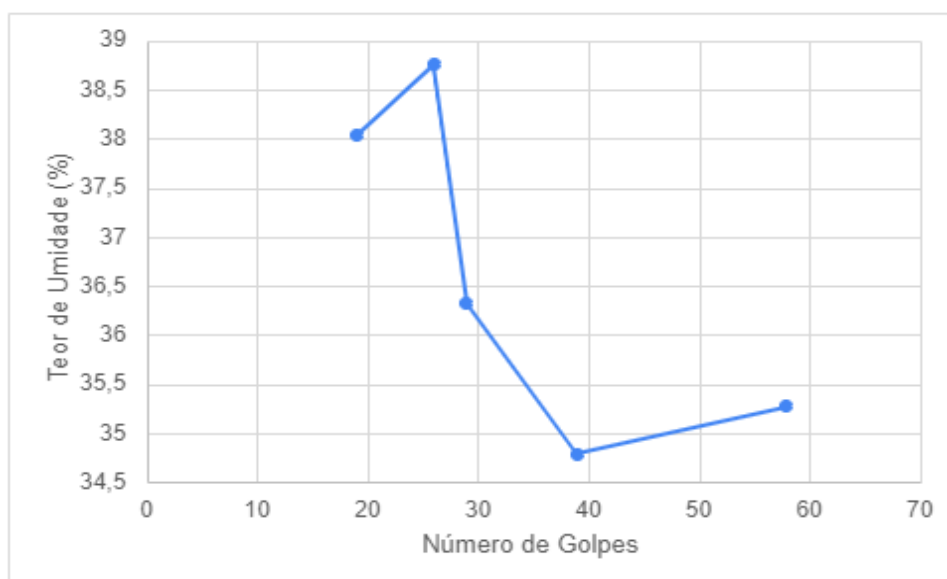


Figura 4 - Gráfico relacionando número de golpes com teor de umidade.

Com esse ensaio é possível identificar o valor da umidade no qual a amostra passa do estado líquido para o estado plástico, com base nesses dados é possível encontrar qual o solo ideal para manter a utilidade do projeto aliado à um projeto sustentável, sem necessidade de uma alteração radical nos leitos da Water Squares.

Limite de Plasticidade

Para o experimento de Limite de Plasticidade, foi utilizado as mesmas amostras do Limite de Liquidez, onde foi usado uma quantia de aproximadamente 10g para cada ensaio. Com isso, foi necessário fazer uma pequena bola e conseqüentemente moldá-la em uma placa de vidro que não absorve umidade até obter um cilindro com diâmetro de 3 mm e comprimento de 100mm e se fragmentar. Logo após, foi colocado a amostra em uma cápsula e repetimos os mesmos procedimentos do experimento anterior e, conseqüentemente, anotado também todos os dados do experimento (tabela 3).

No entanto, foi preciso fazer a média do teor de umidade de cada amostra para adquirir o Limite de Plasticidade, que corresponde a 31,12%.

Tabela 3 - Dados do experimento de Limite de Plasticidade.

Amostras	1	2	3
Peso Úmido (g)	2,64	3,19	3,65
Peso Seco (g)	2,04	2,44	2,74
Peso da Água (g)	0,6	0,75	0,91
Teor de Umidade (%)	29,41	30,74	33,21
Média do Teor de Umidade (%)	31,12		

Representação topográfica do terreno

Para referenciar o terreno do posto de combustível inativado, onde será projetado a Water Square (figura 5), sem o uso de equipamentos de levantamento topográfico, foi utilizado os softwares AutoCAD, para ilustração da planta do terreno, e o programa Google Earth com o uso de imagem de satélite para mapeamento do local.

Utilizando o programa Google Earth, é localizado a área do levantamento para estimativa de área, pontos de limitação, perímetro e localização dos pontos cardeais (referência para localização sobre a superfície terrestre). Após a marcação da área, é criado uma imagem exportada pelo próprio programa, incluindo informações que podem ser retiradas juntas da figura (legenda, escala e bússola). Logo abaixo se encontra o registro do terreno compactada em imagem:



Figura 5 - Representação a satélite do levantamento do terreno - Google Earth.

Configurando o software do AutoCAD, modificamos as unidades para serem trabalhadas em graus (°), minutos (′) e segundos (″), inserimos a imagem retirada do Google Earth para dentro do software e definimos o tamanho da imagem com as medidas do programa usando a referência da escala (informada na figura 5). Em seguida, recriamos uma poligonal fechada por cima da imagem inserida no AutoCAD, traçando linhas, desenhando e nomeando pontos topográficos, inserindo os ângulos e medidas entre os pontos, de modo que podemos obter o desenho da planta, indicando alinhamentos, azimutes e distâncias (figura 6 e tabela 4).

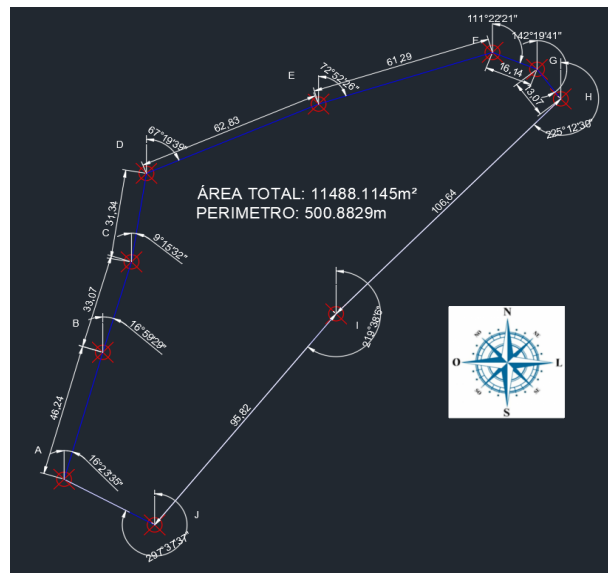


Figura 6 - Levantamento topográfico do terreno - AutoCAD.

Tabela 4 - Dados do levantamento topográfico.

Pontos	Ângulo (graus/min/sec)	Distância (metros)
AB	16°23'35"	46,24 m
BC	16°59'29"	33,07 m
CD	9°15'32"	31,34 m

DE	67°19'39"	62,83 m
EF	72°52'26"	61,29 m
FG	111°22'21"	16,14 m
GH	142°19'41"	13,07 m
HI	225°12'30"	106,64 m
IJ	219°38'6"	95,82 m
JA	297°37'37"	34,44 m

Curvas de nível do terreno

Para obter as curvas de nível sobre a área estudada, retiramos a área delimitada no google earth para extrair em um arquivo (kmz) para analisar no site “EarthExplorer”, criado pela USGS (United States Geological Survey - Levantamento Geológico dos Estados Unidos), uma instituição científica que se dedica ao estudo oportuno, relevante e imparcial da topografia. Utilizando o software QGIS (sistema de informação geográfica de visualização e análise de dados georreferenciados), foi possível obter os dados da região da cidade de São João da Boa Vista, identificando a área do projeto Water Squares (figura 7). O nível de curvatura varia entre 754 até 770 na região (figura 8).

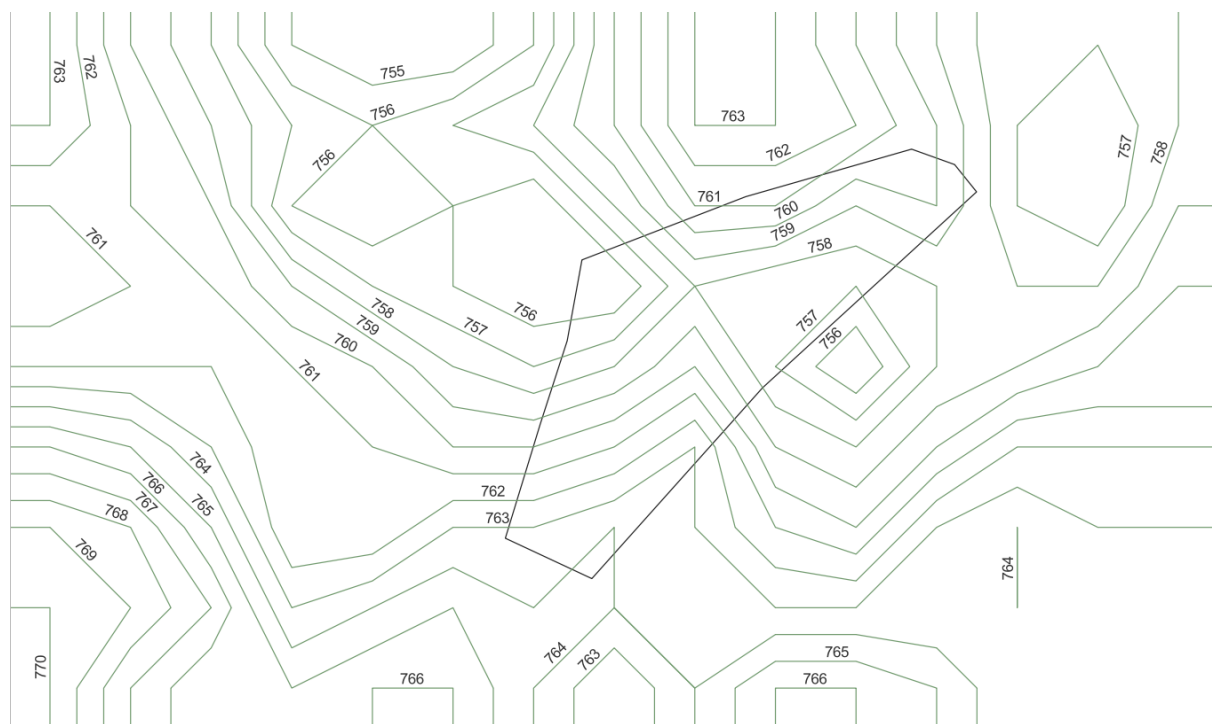


Figura 7 - Linhas da curva de nível obtidas - QGIS

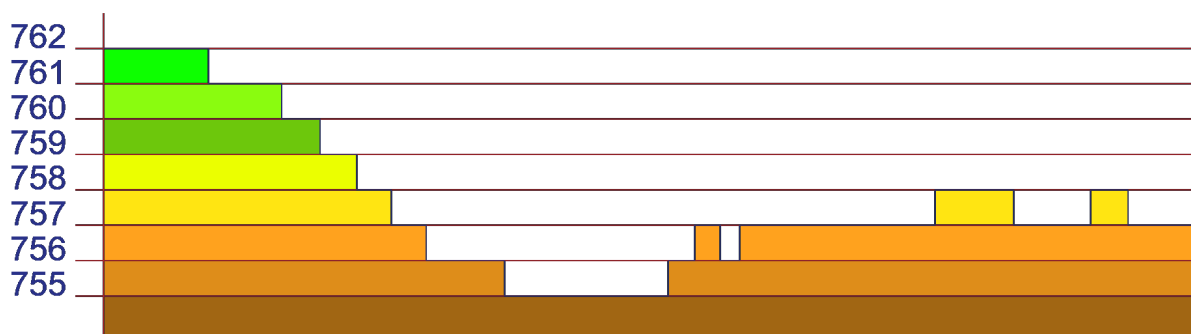


Figura 8 - Altitude da curva de nível (755 - 762).

Precipitação pluviométrica

Com a proposta da Water Square, foi imprescindível o desenvolvimento da precipitação média de São João da Boa Vista, o que se baseia na medição da quantidade de chuva recebida em um determinado local, obtendo os dados dos dias, quantidade e horário. Tomando como base os dados retirados do site “HidroWeb” criado pelo projeto ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico), onde são armazenados dados hidrometeorológicos retirados por técnicos e engenheiros da área hidrológica. Após fazer uma comparação entre os anos passados (1980 até 2019) e as medições da chuva através do pluviômetro, obtemos a média de 77,06 mm/dia e a máxima de 221 mm/dia. Alcançamos esses resultados para posteriormente identificarmos se o projeto da praça suporta essa quantidade de água pluvial.

CONCLUSÃO

Diante dos métodos realizados como ensaios laboratoriais, aulas, vistorias no local e conversas entre os pesquisadores, podemos observar que as etapas concluídas foram fundamentais para desenvolvermos a ideia proposta. A Water Squares será uma inovação para a cidade de São da Boa Vista em prol ao estilo de vida e bem-estar da população local e no mesmo instante uma resolução para o problema de alagamento que ocorre no entorno, o que resultará na inibição de danos materiais, prejuízos financeiros, proliferação de doenças e ameaças a saúde pública.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a oportunidade oferecida pelos docentes do módulo de aplicar nossos conhecimentos adquiridos em sala de aula em uma causa real da cidade de São João da Boa Vista, de forma a nos auxiliarem a envolver as matérias do curso no estudo e desenvolver uma solução para as causas do alagamento na região proposta.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 7181: Solo - Análise Granulométrica.** 1984. 13p

ABNT. **NBR 6459: Solo - Determinação do Limite de Liquidez.** 1984. 6p.

ABNT. **NBR 7180: Solo - Determinação do Limite de Plasticidade.** Rio de Janeiro, RJ, 1984. 3p.

BRANDALIZE, Maria Cecília Bonato. **Topografia.** Disponível em: <<http://www.gpeas.ufc.br/disc/topo/apost01.pdf>>. Acesso em: 24 mai. 2022.

BEHN, Odair. **Como criar curva de nível para o Google Earth e outros programas,** 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8YGqa1G60k8>>. Acesso em: 24 mai. 2022.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira. **AULA SOBRE ENCHENTES. Brasil Escola.** Disponível em: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/aula-sobre-enchentes.htm#.>>. Acesso em: 24 mai. 2022.

RANGEL, Juliana. **10 soluções para diminuir os riscos de enchentes nas cidades. SustentArqui,** 2020. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/10-solucoes-para-diminuir-os-riscos-de-enchentes-nas-cidades/>>. Acesso em: 24 mai. 2022.

ROYOL, Adel. **Aula 005 - Como realizar um levantamento topográfico usando apenas o Google Earth e AutoCad,** 2020. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=eGsNLqj25k0>>. Acesso em: 24 mai. 2022.