

Budgetary Characteristics in Urban Allotment Microdrainage Networks

Jesus, R. C. ¹

Graduando, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Santos, F. C. V. ²

Professor D.Sc., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

¹ raidejesus4@gmail.com; ² felipesantos@pucgoias.edu.br

RESUMO: Os bueiros são estruturas que possuem a finalidade de captar água das chuvas e conduzi-las através das galerias pluviais que desembocarão nas redes coletoras e encaminhados para o corpo receptor. O objetivo do presente estudo é analisar os critérios orçamentários para a execução de uma rede de drenagem em BSTC (Bueiro Simples Tubular de Concreto). Verificaram-se variações no custo dos serviços provocado por fatores como a chuva, o material que será escavado, o encaixe dos tubos e suas classes. Para a cidade de Goiânia/GO havendo a possibilidade de executar a rede no mês menos chuvoso pode-se obter uma redução de custo de até 8,2%. Havendo a possibilidade de alteração das classes obedecendo as exigências de carga, a rede executada com tubos na classe CA1 em comparação com os tubos PA2 houve uma redução de 38,74%, a mudança no encaixe de (ponta e bolsa) para (macho e fêmea) teve uma redução de 3,2% no preço. Comparando todas as possibilidades de alterações e considerando o menor custo, a rede teria uma redução de 63,93% no seu preço.

Palavras-chaves: Engenharia hidráulica 1, Infraestrutura Urbana 2, Orçamento 3.

ABSTRACT: Manholes are structures that have the purpose of capturing rainwater and conducting it through the storm sewers that will flow into the collection networks and forward to the receiving body. the aim of this study is to analyze the budget criteria for the implementation of a drainage network in BSTC (Simple Tubular Concrete Manhole). There were variations in the cost of services caused by factors such as rain, the material to be excavated, the fit of the tubes and their classes. For the city of Goiânia/GO, with the possibility of running the network in the less rainy month, a cost reduction of up to 8.2% can be obtained. With the possibility of changing the classes according to the load requirements, the network executed with tubes in class CA1 compared to the tubes PA2 there was a reduction of 38.74%, the change in fitting from (tip and bag) to (male and female) had a 3.2% reduction in price. Comparing all the possibilities of changes and considering the lowest cost, the network would have a 63.93% reduction in its price.

Keywords: Hydraulic Engineering 1, Urban Infrastructure 2, Budget 3.

Área de Concentração: 01 – Construção civil, 02 – Sistema de Drenagem, 03 – Infraestrutura Urbana.

1 INTRODUÇÃO

A medida em que a cidade cresce e se desenvolve, aumenta a aglomeração populacional e, por

consequência, a impermeabilização das áreas, que impede a infiltração das chuvas no solo.

Além disso a obstrução de canais e galerias por lixo ocorrem com mais frequência em áreas com maior

ocupação populacional, degradando o ambiente urbano provocando alagamentos e ocasionando prejuízos materiais e humanos. Outros pontos, como o aumento da carga de poluentes em rios e lagos (levando doenças como dengue e leptospirose) e a erosão do solo.

de acordo com Jesus e Silva (2015), nas ruas e vias urbanas, a velocidade e o volume de tráfego pluviométrico atuam como barreiras que impedem ou dificultam significativamente os deslocamentos locais e o acesso a bens e serviços, o que compromete o bem-estar da população.

Atualmente ainda sofremos com enchentes que causam prejuízo, econômico e de vidas humanas, no dia 11 de janeiro de 2021 (O GLOBO, 2021), em uma das regiões mais movimentadas da cidade de Goiânia-GO, localizada na Av. 85, houve uma grande enchente ocasionada por uma chuva com nível pluviométrico de 70 mm, provocando grandes prejuízos, tais como destruição de carros e lojas comerciais, como ilustrado na (Figura 1).

Figura 1: Enchente na Av. 85, Goiânia-Go.



Fonte: Folha Z, (2021).

Com a impermeabilização do solo devido à malha urbana, à retificação e à canalização dos corpos hídricos há um aumento significativo da velocidade de escoamento, resultando assim em picos de vazão (VERGUTZ, PEREIRA, SCHMIDT, 2019).

Inicialmente as redes de drenagem urbanas só se preocupavam com a orientação das águas pluviais para

longe das casas, mas atualmente são adotados conceitos mais complexos para a drenagem urbana, como explica BAPTISTA (2012), “[...] drenagem é o manejo é o conjunto de atividades de infraestrutura e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, como o transporte, detenção das águas da chuva para o amortecimento de vazões de cheias”.

Para Barros (1995), os sistemas de drenagem urbana são constituídos de duas partes;

Micro drenagem: Promovem através das redes coletoras o escoamento das águas de chuvas que caem na área urbana. As águas ao chegarem às ruas se concentram nas sarjetas até alcançarem as bocas de lobo. A partir destas estruturas de captação as águas escoam abaixo do nível da rua, através dos tubos de ligações sendo encaminhados aos poços de visitas e às galerias de águas pluviais.

Macrodrenagem: relativos aos canais e galerias localizados nos fundos de vale, representam grandes troncos coletores. As obras de macrodrenagem visam melhorar as condições de escoamento das águas, de forma a atenuar os problemas de erosões, assoreamento e inundações ao longo dos canais nos fundos de vales. Desperdício Metropolitano (Manual de Saneamento, 1995, p2).

Um loteamento privado pode ser considerado como a extensão de uma cidade garantido o seu crescimento planejado, logo que, para um loteamento ser concebido deverá obedecer às normas de desenvolvimentos regionais como o plano diretor e normas de desempenho das habitações, fornecendo infraestrutura como determinado a Presidência da República LEI No 6.766, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1979, fornecendo toda a infraestrutura necessária para devida

condução de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica e vias de circulação.

No entanto para a iniciativa privada a concepção de tal investimento deverá ser economicamente viáveis sendo necessários orçamentos bem elaborados a fim de garantir que ao final do empreendimento haverá lucro.

Dessa maneira, o presente estudo tem por objetivo analisar a viabilidade de soluções e critérios em redes e galerias de águas pluviais em BSTC de loteamento urbanos, no intuito de diminuir os prejuízos causados pelas enchentes bem como melhorar o acesso aos sistemas de transporte de drenagem, melhorando assim o bem-estar e a qualidade de vida da população local.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao se executar uma galeria de águas pluviais em um loteamento deve se garantir que todas as premissas orçamentarias sejam cumpridas integralmente a fim de evitar a elevação dos preços de serviços que foram acordados com o cliente, quando um serviço ultrapassa o valor de contrato e o prestador de serviço não tem uma justificativa legal para um possível aditivo de contrato, poderá ocorrer à suspensão do contrato, para que isso não aconteça o orçamento deverá prever todas as variações possíveis.

2.1 *Critérios orçamentários para execução de galerias pluviais.*

Para a execução de um orçamento fidedigno de drenagem urbana alguns critérios devem ser analisados como listado abaixo.

- Identificação do tipo de solo em que a rede será implantada e um critério imprescindível porque ele determinara a produção das equipes de escavação.
- Equipamentos.
- A necessidade de escoramento das valas para a segurança dos colaboradores.
- O material dos tubos que é suas respectivas classes e tipos de encaixes.
- Interferência das chuvas na execução de serviços a céu aberto.

Para a determinação do tipo de equipamento e a produção que será empregado na abertura das valas deve-se identificar por meios de ensaios o tipo de solo que está presente no traçado da rede.

Segundo as especificações do (DNIT 106/2008, p. 3), para efeito de normatização pode se classificar os materiais de corte nas seguintes categorias.

Material de 1º categoria: solos em geral, sedimentados em que seu diâmetro não ultrapasse 0,15 m, em qualquer teor de umidade.

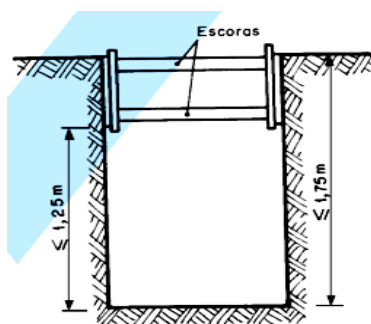
Material de 2º categoria: são solos que apresentam materiais com resistência ao desmonte inferior à das rochas não alteradas, sendo necessário a utilização de máquinas pesadas e eventualmente explosivos, cujo diâmetro das rochas está compreendido entre 0,15 m e 1 m, e rochas com volume inferior a 2 m³.

Material de 3º categoria: são solos que apresentam materiais com resistência ao desmonte igual ou superior à das rochas não alteradas, sendo necessário a utilização contínua de explosivos, cujo diâmetro das rochas é superior a 1 m, com volume superior a 2 m³.

Os equipamentos devem ser adequados ao tamanho das valas e tubos a serem executados, a retroescavadeira pode ser utilizada para a escavação e lançamento de tubos de concreto, porém seu uso é limitado pela sua baixa capacidade de carga e imprecisão podendo haver solavancos ao realizar o lançamento dos tubos, O caminhão com grua ou “Munck” é bastante eficiente para a carga e descarga dos tubos e lançamento dentro das valas, porém a sua proximidade das valas aumenta o risco de desmoronamento, A escavadeiras possuem área de apoio com melhor distribuição sobre as esteiras e tem precisão no movimento para o lançamento, sendo utilizadas, tanto na escavação, quanto no lançamento.

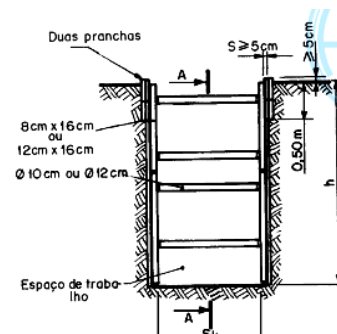
A profundidade das valas interfere diretamente na segurança dos colaboradores por este motivo a (NBR 9061/1985, p. 19 a 23), orienta que quando os colaboradores tiverem que executar serviços em valas com solos coesivos com corte tipo “caixão” com profundidade superior a 1,75 m deve se executar o escoramento parcial das valas como representado na (Figura 2), para solos não coesivos o escoramento deve ser total, como representado na (Figura 3).

Figura 2: Escoramento parcial de vala.



Fonte: NBR 9061/1985

Figura 3: Escoramento total das valas.



Fonte: NBR 9061/1985

Escoramentos para situações pontuais são eficientes e seguros, entretanto tem um custo elevado e baixa produtividade. Para redes de empreendimentos horizontais é mais seguro e preferível realizar taludes nas laterais com inclinações adequadas ao tipo de solo e profundidade.

Apoiar o material distante da vala, tirando o peso da crista do aterro, corte tipo trapezoidal. Preferencialmente deve ser adotado para os berços material granular de rocha basáltica ou de concreto.

Os bueiros também podem ser executados sem berço, desde que expressamente indicado no projeto. A regularização dos fundos de valas garante a inclinação estabelecida em projeto, para o escoamento por gravidade, porém em solos não coesivos poderá haver a necessidade de estabilização do fundo das valas com rochas, lastros de concreto magro etc., como representado na (Figura 4).

Figura 4: Lastro de concreto magro.



Fonte: Rossi, (2013).

Para o reaterro das valas os rolos compactadores de pequeno porte são bastante indicados para a compactação além de exercerem uma boa compactação, tem porte adequado para acesso a vala, são controlados remotamente, evitando a necessidade de colaboradores dentro da vala e consequentemente diminuindo o risco de acidentes.

Os compactadores manuais (sapo) têm bastante utilidade para compactação em pontos quase inacessíveis, próximo às regiões de apoio dos tubos e locais de difícil acesso.

Tal relevância deve ser dada à qualificação da tubulação, com relação à resistência quanto à compressão diametral, adotando-se classes de tubos e tipos de berço e reaterro das valas como o recomendado pelo projetista.

As galerias de águas pluviais podem ser feitas de vários materiais como tubos de PEAD ou BSTC que são os mais utilizados.

Segundo o catálogo da TIGRE uma das maiores fabricantes de tubos PEAD, os Tubos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), são utilizados nas redes de DRENAGEM de água com a garantia de resisti a impactos e reações químicas, além de ser atóxico para transportar a água com qualidade. Tem elevada vida útil

e alto desempenho. São leves e flexíveis podem ser encontrados em diversas opções de diâmetros e pressão para adaptar aos projetos de drenagem (Figura 5).

Figura 5: Tubos PEAD para drenagem.



Fonte: TIGRE, (2018).

Os tubos BSTC (Bueiro Simples Tubular de Concreto), os tubos de concreto podem ser divididos em tubos de concreto simples e tubos de concreto armado (Figura 6).

Os tubos de concreto simples possuem diâmetro que variam de 200 mm e 600 mm e são do tipo ponta e bolsa e 500 e 600 é do tipo macho e fêmea. Classificados como PS1 e PS2, quanto maior a numeração maior resistência.

Os tubos de concreto armado têm diâmetro entre 300 mm e 2.000 mm. São classificados em PA1, PA2, PA3 e PA4, a maior numeração indica maior carga por ele suportada.

PS1: Possuem carga de resistência mínima à ruptura entre 16 kN/m a 24 kN/m.

PS2: tubos de concreto sem armação, com carga mínima variando entre 24 kN/ m a 36 kN/m. (construímos, 2021).

Segundo a definição do (DNIT 117/2009 – ES, 2009) para aduelas de concreto armado,

Os tubos de concreto armado para bueiros de grota e greide deverão ser do tipo e dimensões indicadas no projeto e ter encaixe tipo macho

e fêmea, podendo ser adotado encaixe do tipo ponta e bolsa, caso indicado em projeto, devendo obedecer às exigências da ABNT NBR 8890/18. Particular importância será dada à qualificação da tubulação, com relação à resistência quanto à compressão diametral, adotando-se tubos e tipos de berço e reaterro das valas como o recomendado, (DNIT 117/2009 – ES).

Os tubos de concreto devem satisfazer às seguintes condições gerais:

- Eixo retilíneo perpendicular aos planos das duas extremidades;
- Seção transversal circular;
- Espessura uniforme;
- Superfícies internas e externas suficientemente lisas;
- Não possuir trincas;
- Possuir marca ou nome do fabricante em caracteres legíveis no concreto, diâmetro nominal, a classe a que pertencem ou a resistência do tubo, a data de fabricação e um número para rastreamento de todas as suas características de fabricação;
- Ser do tipo e dimensões indicadas no projeto e de encaixe tipo (ponta e bolsa) ou (macho e fêmea), obedecendo às exigências da NBR 8890.

Figura 6: Tubos de concreto.



Fonte: ROSSI, (2018).

A Figura 5 e Figura 6 ilustra a diferença entre os modelos de tubos PEAD e tubos de concreto. Na elaboração de um orçamento de infraestrutura, e imprescindível o estudo prévio dos índices de chuva para a determinação dos dias produtivos em que a equipe poderá trabalhar sem a interferência das chuvas fortes e planejamento do melhor momento para se iniciar o serviço.

O SICRO propõe a aplicação do Fator de influência de chuvas – FIC, diretamente sobre o custo unitário de execução (mão de obra e equipamentos) de alguns serviços, o fator de influência pode ser calculado pela (Equação 1).

$$FIC = fa \times fp \times fe \times nd \quad (1)$$

Onde:

- *fa*: representa o fator da natureza da atividade;
- *fp*: representa o fator de permeabilidade do solo;
- *fe*: representa o fator de escoamento superficial;
- *nd*: representa o fator de intensidade das chuvas, que expressa o percentual médio de dias efetivamente paralisados em função das chuvas.

Quando o engenheiro de orçamento inicia o orçamento de uma rede de drenagem o traçado da rede já foi pré-estabelecido.

Tucci (2004) estabelece algumas premissas para o traçado preliminar de uma rede de drenagem.

Através de critérios usuais de drenagem urbana, devem ser estudados diversos traçados da rede de galeria, considerando os dados topográficos existentes, o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico. A

concepção inicial que for escolhida como a mais interessante será mais importante para a economia global do sistema do que os estudos posteriores de detalhamento do projeto, de especificação de materiais etc.

Esse trabalho deve-se desenvolver simultaneamente com o plano urbanístico das ruas e das quadras, pois caso contrário ficam impostam ao sistema de drenagem, restrições que levam sempre a maiores custos. O sistema de galerias deve ser planejado de forma homogênea, proporcionando a todas as áreas condições adequadas de drenagem TUCCI, (2004. P. 825).

3 METODOLOGIA

Inicialmente, para a realização deste estudo, foi realizada a identificação dos percentuais de interferência de algumas variáveis no preço unitário de serviço.

Em seguida, fez-se necessário a análise de comparações dos cenários, a fim de identificar oportunidades técnicas e orçamentárias com suas determinadas variações no preço unitário de serviço. Os cenários propostos são:

- A análise da influência das chuvas na execução de uma rede DN 600 mm (BSTC);
- A análise de execução de uma rede havendo a possibilidade de alteração das classes dos tubos;
- A análise de execução de uma rede com tubos (ponta e bolsa) x (macho e fêmea);
- Comparação de todos os cenários analisando o cenário mais otimista com o mais pessimista.

Para efeito de padronização realizou-se no orçamento uma rede de 1000 m com diâmetro nominal de DN 600

mm. Foram executados vários orçamentos com a variação dos fatores listados acima a fim de verificar quanto cada fator interfere no preço unitário. As composições de serviços foram moldadas de acordo com as composições do DNIT a fim de se manter um modelo padrão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises de influência das chuvas na execução de uma rede 600 mm CL PA-02

Para a execução de uma obra a céu aberto é imprescindível identificar a estatística de chuvas na localidade em que se vai trabalhar para se garantir o máximo de dias produtivos na obra. A (Tabela 1) apresenta os valores estatisticamente dos dias produtivos na cidade de Goiânia-Go.

Tabela 1: Estatística dos dias produtivos na cidade de Goiânia-GO.

PRODUTIVIDADE DOS SERVIÇOS 2022			
Mês	D. Chuva	Dias Produtivos	Produtividade
Janeiro	6,83	19,00	74%
Fevereiro	7,17	19,00	72%
Março	6,50	20,00	75%
Abril	3,67	22,00	86%
Mai	0,67	25,00	97%
Junho	0,00	26,00	100%
Julho	0,00	26,00	100%
Agosto	0,17	26,00	99%
Setembro	0,50	26,00	98%
Outubro	2,83	23,00	89%
Novembro	6,83	19,00	74%
Dezembro	6,00	20,00	77%

Fonte: O autor, (2021).

A (Tabela 1), faz o demonstrativo dos meses mais produtivos em serviços (para se trabalhar) durante o ano de 2022, na cidade de Goiânia-GO. Nota-se que entre os meses de maio a outubro são os mais produtivos, após esse período nota-se uma redução nos dias produtivos dos serviços totalizando um valor acima de 28% sendo o mês de fevereiro o mais improdutivo do período.

Na (Tabela 2), apresenta a influência das chuvas no decorrer dos meses nesse processo de produtividade. Nota-se, para que uma rede de drenagem seja executada no mês mais pessimista e relevante, teríamos um aumento significativo de 38,1% nos custos com os equipamentos e na mão de obra, sem alteração no preço do material resultando em um aumento percentual médio de 8,2% no valor final do serviço.

Tabela 2: Influência das chuvas.

UNIDADE	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	EQUIP	MDO	MATERIAL	UNIT.	TOTAL
m	1.000,00	REDE BSTC SENDO EXECUTADA NO MÊS DE JUNHO DN 600 MM CL-PA2 PB	71,27	20,94	334,18	426,39	426.390,00
m	1.000,00	REDE BSTC SENDO EXECUTADA NO MÊS DE FEVEREIRO DN 600 MM CL-PA2 PB	98,39	28,91	334,18	461,48	461.480,00
%		VARIAÇÃO PERCENTUAL EM CIMA DO PREÇO DE VENDA	38,1%	38,1%	0,0%	8,2%	8,2%

Fonte: O autor, (2021).

4.2 Análises de execução de uma rede com possibilidade de alteração da classe dos tubos

Após o dimensionamento da rede o projetista irá escolher o tubo que atende a carga solicitada. Durante esse processo o projetista pode se deparar com algumas opções disponíveis na região. A (Figura 7) demonstra a influência das chuvas de acordo com INBRACOL, 2021.

Figura 7: Influência das chuvas.

TUBO MF PA-1 (Normalizado)			TUBO MF CA-1 (Comercial)		
Ø	CARGA MINIMA	CARGA MINIMA	Ø	CARGA MINIMA	CARGA MINIMA
TRINCA	TRINCA	RUPTURA	TRINCA	TRINCA	RUPTURA
mm	KGf/m	KGf/m	mm	KGf/m	KGf/m
400	1600	2400	400	880	1320
600	2400	3600	600	1320	1980
800	3200	4800	800	1760	2640
1000	4000	6000	1000	2200	3300
1200	4800	7200	1200	2640	3960
1500	6000	9000	1500	3300	4950

NOTA > Os valores das cargas de trinca e ruptura nos tubos CA-1 (comercial) são valores aproximados, uma vez que não estão estabelecido em normas.

TUBO MF PA-2 (Normalizado)			TUBO MF CA-2 (Comercial)		
Ø	CARGA MINIMA	CARGA MINIMA	Ø	CARGA MINIMA	CARGA MINIMA
TRINCA	TRINCA	RUPTURA	TRINCA	TRINCA	RUPTURA
mm	KGf/m	KGf/m	mm	KGf/m	KGf/m
400	2400	3600	400	1320	1980
600	3600	5400	600	1980	2970
800	4800	7200	800	2640	3960
1000	6000	9000	1000	3300	4950
1200	7200	10800	1200	3960	5940
1500	9000	13500	1500	4950	7425

NOTA > Os valores das cargas de trinca e ruptura nos tubos CA-2 comercial) são valores aproximados, uma vez que não estão estabelecido em normas.

Fonte: INBRACOL, (2021).

Ao executar a rede de drenagem com os tubos normalizados ou não normalizados (comerciais), a maioria dos profissionais em projetos (a favor da segurança) optam por não utilizar tubos não normalizados, devido algumas empresas já oferecem tubos com certa qualidade, possibilitando um bom grau de confiabilidade, visto que, há possibilidade na mudança com segurança para um tubo não normalizado desde que atenda a carga mínima solicitada em projeto como representado na (Figura 7).

Havendo a possibilidade de mudança na escolha de um tubo normalizado para um não normalizado poderá ser uma oportunidade de redução de custos a ser apresentada ao cliente como representada no (Tabela 3), que compara os preços dos serviços para uma rede DN600 mm sendo executada no mês de junho nas classes PA2, PA1, CA2, CA1.

Tabela 3: Influência da classe dos tubos nos preços de serviço.

UNIDADE	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	EQUIP	MDO	MATERIAL	UNIT.	TOTAL
m	1.000,00	REDE BSTC SENDO EXECUTADA NO MÊS DE JUNHO DN 600 MM CL-PA2 PB	71,27	20,94	334,18	426,39	426.390,00
m	1.000,00	REDE BSTC SENDO EXECUTADA NO MÊS DE JUNHO DN 600 MM CL-CA2 PB	71,27	20,94	310,18	402,39	402.390,00
m	1.000,00	REDE BSTC SENDO EXECUTADA NO MÊS DE JUNHO DN 600 MM CL-PA1 PB	71,27	20,94	231,52	323,73	323.730,00
m	1.000,00	REDE BSTC SENDO EXECUTADA NO MÊS DE JUNHO DN 600 MM CL-CA1 PB	71,27	20,94	215,12	307,33	307.329,26
%		VARIAÇÃO PERCENTUAL ENTRE O PIOR E O MELHOR CENÁRIO	0,00%	0,00%	55,35%	38,74%	38,74%

Fonte: O autor, (2021).

Comparando o melhor e/ou pior cenário, nota-se no (Tabela 3) que a rede em tubos PA2 tem um aumento

percentual de 55,35% sob o material e um aumento percentual médio sob o total no valor de 38,74%.

Tabela 4: Influência do tipo de encaixe dos tubos.

UNIDADE	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	EQUIP	MDO	MATERIAL	UNIT.	TOTAL
m	1.000,00	REDE BSTC SENDO EXECUTADA NO MÊS DE JUNHO DN 600 MM CL-PA2 PB	71,27	20,94	334,18	426,39	426.390,00
m	1.000,00	REDE BSTC SENDO EXECUTADA NO MÊS DE JUNHO DN 600 MM CL-PA2 MF	71,27	20,94	320,95	413,16	413.160,00
%		VARIAÇÃO PERCENTUAL EM CIMA DO PREÇO DE VENDA	0,00%	0,00%	4,12%	3,20%	3,20%

Fonte: O autor, (2021).

Ao se comparar a execução de uma rede mudando o tipo do encaixe dos tubos (ponta e bolsa) e (macho e fêmea), como demonstra no (Tabela 4), houve uma variação significativa de 4,12% sob o preço unitário do material e uma variação média sob o preço do serviço estimando em 3,20%.

4.3 Comparações levando em consideração todos os cenários

A (Tabela 5) representa as variações dos preços causados pela interferência das chuvas, alteração das classes dos tubos e modelo de encaixes (ponta e bolsa) em relação aos encaixes (macho e fêmea), comparando todas as possibilidades de alterações e considerando o menor custo, a rede teria uma redução de 63,93% no seu preço.

Tabela 5: Todos os cenários.

UNIDADE	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	EQUIP	MDO	MATERIAL	UNIT.	TOTAL
m	1.000,00	REDE BSTC SENDO EXECUTADA NO MÊS DE FEVEREIRO DN 600 MM CL-PA2 PB	98,39	28,91	334,18	461,48	461.480,00
m	1.000,00	REDE BSTC SENDO EXECUTADA NO MÊS DE JUNHO DN 600 MM CL-CA1 MF	71,27	20,94	189,29	281,51	281.507,13
%		VARIAÇÃO PERCENTUAL EM CIMA DO PREÇO DE VENDA	38,04%	38,05%	76,54%	63,93%	63,93%

Fonte: O autor, (2021).

4.4 Análises de influência dos tipos de solos no preço da escavação de valas

Embora quando o engenheiro orçamentista da inicia ao orçamento, o traçado da rede já está estabelecido podemos analisar como os solos interfere no orçamento.

Ao analisar as escavações das valas em materiais de 1°, 2° e 3° categorial pode-se perceber a importância de uma análise criteriosa no momento de se definir o traçado da rede, como representados na (Tabela 2) e no (Gráfico 1), que faz a comparação nas variações percentuais nos preços das escavações de cada tipo de material, podendo chegar a 2.909,41% de variação nos preços de escavações como representado nas (Figuras 8, 9, 10 e 11) das composições de preços de escavação da SEINFRA.

Figura 8: Escavação mecânica solo de 1° categorial profundidade até 2,00m.

Tabela de Custos - Versão 027.1 - ENC. SOCIAIS 83,85%						
C2789 - ESCAVAÇÃO MECÂNICA SOLO DE 1A CAT. PROF. ATÉ 2,00m						
Preço Adotado: 7,4400					Unid: M3	
Código		Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total
MAO DE OBRA						
12543	SERVENTE		H	0,1100	15,5500	1,7105
TOTAL MAO DE OBRA						1,7105
EQUIPAMENTOS (CHORARIO)						
10765	RETRO ESCAVADEIRA DE PNEUS (CHP)		H	0,0550	104,1164	5,7264
TOTAL EQUIPAMENTOS (CHORARIO)						5,7264
					Total Simples	7,44
					Encargos	INCLUSOS
					BDI	0,00
					TOTAL GERAL	7,44

Fonte: SEINFRA, (2021).

Como representado na Figura 8, a escavação de valas até 2,00 metros de profundidade em material de primeira categoria é o cenário com menor custo e consumo de insumos como mão de obra e equipamentos sendo o melhor cenário para se executar da rede com consumo de mão de obra de 0,11 servente por m³ de escavação e consumo de 0,055 para uma retroescavadeira resultado em um custo de R\$ 7,44/m³ de escavação.

Figura 9: Escavação mecânica solo de 2º categoria profundidade até 2.00m.

Tabela de Custos - Versão 027.1 - ENC. SOCIAIS 83,85%					
C2796 - ESCAVAÇÃO MECÂNICA SOLO DE 2A.CAT. PROF. ATÉ 2.00m					
Preço Adotado: 17,7100			Unid: M3		
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total
MAO DE OBRA					
I2543	SERVENTE	H	0,1300	15,5500	2,0215
				TOTAL MAO DE OBRA	2,0215
EQUIPAMENTOS (CHORARIO)					
I0727	COMPRESSOR DE AR 170 PCM (CHP)	H	0,0700	89,8667	6,2907
I0769	ROMPEDOR PNEUMÁTICO (CHP)	H	0,0700	22,7706	1,5939
I0765	RETRO ESCAVADEIRA DE PNEUS (CHP)	H	0,0750	104,1164	7,8087
				TOTAL EQUIPAMENTOS (CHORARIO)	15,6933
				Total Simples	17,71
				Encargos	INCLUSOS
				BDI	0,00
				TOTAL GERAL	17,71

Fonte: SEINFRA, (2021).

A escavação em 2º categoria além de ser mais improdutivo tem o acréscimo de um rompedor e um compressor pneumático elevando custo quando comparado como a escavação de 1º categoria sendo o custo final de R\$ 17,71/m³.

Figura 10: Escavação de material de 3º categoria a fogo.

Tabela de Custos - Versão 027.1 - ENC. SOCIAIS 83,85%					
C2777 - ESCAVAÇÃO DE MATERIAL DE 3A. CAT A FOGO					
Preço Adotado: 172,1900			Unid: M3		
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total
MAO DE OBRA					
I2543	SERVENTE	H	2,8864	15,5500	44,8835
I0221	BLASTER	H	0,3876	21,8300	8,4613
				TOTAL MAO DE OBRA	53,3448
MATERIAIS					
I2329	ESTOPIM	M	2,5000	7,2500	18,1250
I2507	DINAMITE 60%	KG	1,3200	26,0400	34,3728
I2417	RETARDO 10 SEGUNDOS	UN	0,5000	70,0800	35,0400
I2326	ESPOLETA	UN	0,5000	5,8000	2,9000
				TOTAL MATERIAIS	90,4378
EQUIPAMENTOS (CHORARIO)					
I0759	PERFURATRIZ PNEUMÁTICA (CHP)	H	0,3880	21,5047	8,3438
I0728	COMPRESSOR DE AR 250 PCM (CHP)	H	0,1940	103,4269	20,0648
				TOTAL EQUIPAMENTOS (CHORARIO)	28,4086
				Total Simples	172,19
				Encargos	INCLUSOS
				BDI	0,00
				TOTAL GERAL	172,19

Fonte: SEINFRA, (2021).

A escavação em rochas não alteradas (resistência ao desmonte) os equipamentos de escavação não são mais capazes de realizar a escavação sendo necessário o uso de fogo no seu desmonte (explosivos), por serem produtos restritos, o uso de explosivos só poderá ser feito por um profissional homologado pelo exército, que irá considerar em seu custo o profissional qualificado (Blaster) além dos materiais necessários

para o seu serviço como representados na Figura 10, com custo final de R\$ 172,19/m³.

Figura 11: Escavação em rocha branda a frio com escavadeira hidráulica e rompedor acoplado.

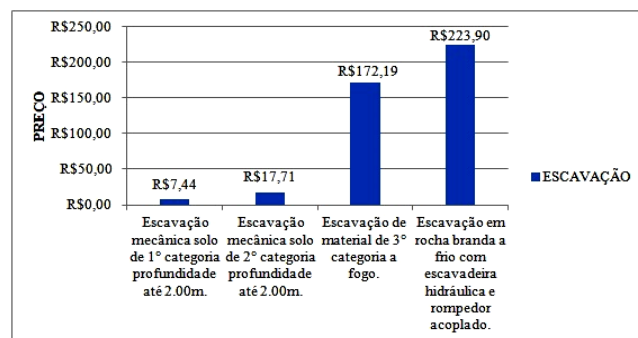
Tabela de Custos - Versão 027.1 - ENC. SOCIAIS 83,85%					
C5177 - ESCAVAÇÃO EM ROCHA BRANDA A FRIJO COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA E ROMPEDOR ACOPLADO					
Preço Adotado: 223,9000			Unid: M3		
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total
EQUIPAMENTOS (CHORARIO)					
I9402	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA C/ ROMPEDOR (CHI)	H	0,3300	138,1494	45,5893
I9401	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA C/ ROMPEDOR (CHP)	H	0,5000	356,6234	178,3117
				TOTAL EQUIPAMENTOS (CHORARIO)	223,9010
				Total Simples	223,90
				Encargos	INCLUSOS
				BDI	0,00
				TOTAL GERAL	223,90

Fonte: SEINFRA, (2021).

Já o desmonte de rocas brandas os explosivos não são tão eficazes por sua baixa ductibilidade sendo necessário o uso de um rompedor hidráulico acoplado a uma escavadeira além de sua baixa produtividade de escavação sendo o pior cenário de escavação em valas por seu alto custo de R\$ 223,90/m³ de escavação (Figura 11).

O gráfico 1, representa as elevações dos preços de escavação, dependendo do tipo de material presente no traçado, com a escavação em material de primeira categoria sendo o mais em conta e a escavação em rochas brandas a mais onerosa.

Gráfico 1: Preços de escavaco de valas em materiais de 1º, 2º e 3ª categoria.



Fonte: O autor, (2021).

Tabela 6: Comparação dos preços de escavaco de valas em materiais de 1°. 2° e 3° categoria.

Escavação	Unidade	Preço unitário	%
Escavação mecânica solo de 1° categoria profundidade até 2.00m.	m³	R\$ 7,44	0,00%
Escavação mecânica solo de 2° categoria profundidade até 2.00m.	m³	R\$ 17,71	138,04%
Escavação de material de 3° categoria a fogo.	m³	R\$ 172,19	2214,38%
Escavação em rocha branda a frio com escavadeira hidráulica e rompedor acoplado.	m³	R\$ 223,90	2.909,41%

Fonte: O autor, (2021).

Nos últimos anos os valores dos insumos têm aumentado gradativamente, sendo o setor da construção civil e infraestrutura um dos setores que mais sofrem, por este motivo as empresas necessitam que seus profissionais técnicos sejam capazes de apresentar soluções que reduzam seus custos tornadas mais competitivas e produtivas. Os profissionais que atuam nas áreas de planejamento e orçamento dos empreendimentos como loteamento, deveram ser capazes de identificar todos os fatores que possam afetar o custo de execução dos serviços.

5 CONCLUSÕES

Neste estudo, foram coletados dados a fim de identificar que um engenheiro orçamentista pode apresentar vários cenários e alternativas que possam reduzir os custos de

uma rede de drenagem quando houver a possibilidade de mudança como listados abaixo:

- Redução com a escolha do melhor período para se iniciar os serviços – 8,2%;
- Redução com a mudança de classe dos tubos – 38,74%;
- Redução com a mudança do tipo de encache dos tubos – 3,2%;
- Redução considerando todas as mudanças ou cenário otimista – 63,93%.

Deste modo, mesmo havendo uma impossibilidade técnica que impeça a aplicação de algum desses cenários, uma rede de drenagem é composta de vários trechos que poderá ser alterado, possibilitando assim alcançar uma redução de até 63,93% naquele trecho ou sistema na rede de drenagem.

6 AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me conceder saúde para chegar até aqui, ao meu orientador e engenheiro Dr. Felipe Correa Veloso dos Santos, por acreditar na relevância desse estudo e pelo apoio na elaboração do trabalho.

Agradeço a minha família pelo apoio durante os cinco anos em que estivemos envolvidos neste curso de graduação. A todos os professores das disciplinas e palestrantes, que me brindaram com seus conhecimentos das mais diversas áreas do curso de engenharia civil.

Agradeço a todos da PUC-GO pelo apoio prestado em cada um dos momentos do curso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT-NBR-9061: 1985, Rio de Janeiro 1998. Segurança de escavação à céu aberto.
- ABNT-NBR-8810/2018, Tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário, Requisitos e métodos de ensaios. Associação Brasileira de Normas Técnicas 2018.
- ABRAM E ROCHA, Manual prático de terraplanagem, ANEOR, 2000, P. 44.
- BABOVIC, F.; MIJIC, A.; MADANI, K. Decision making under deep uncertainty for adapting urban drainage systems to change. *Urban Water Journal*, v. 15, n. 6, p. 552-560, 2018. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2018.1529803>.
- BARROS, Saneamento. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p. Manual de Saneamento, p. 2.
- BAPTISTA 2012, A Educação Ambiental Para Um Ambiente Equilibrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ / PPFH.
- BRASIL (pais), LEI de Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1979.
- CARVALHO e SILVA, Obras rodoviárias, ANÁPOLIS / GO, ENGENHARIA CIVIL DA UNI EVANGÉLICA, Orçamento de obras rodoviárias utilizando o novo sistema de custos rodoviários do DNIT, 2018, P. 66.
- CONSTRUIMOS, Diferenças entre tubo de concreto armado e tubo de concreto simples. construsinos@construsinos.com.br. Disponível em: <https://construsinos.com.br/diferencas-entre-tubo-de-concreto-armado-e-tubo-de-concreto-simples/>. Acesso em: 17 de outubro de 2021.
- DNIT. Norma 106/2008 Manual de projeto geométrico de travessias urbanas. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2008.
- DNIT. Norma 117/2009, Terraplanagem especificações de serviço. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2009.
- GOINFRA, Relatório de Composição do Serviço, Disponível em: http://www.goinfra.go.gov.br/arquivos/arquivos/Terrapl/enagem/_02_3550075_Planilha_COMPOSICOE.pdf. Acesso em: 27 de novembro de 2021.
- IBRACOL – Indústria Brasileira de Concretos LTDA. Disponível em: <https://www.inbracol.com.br/produtos/tubos-de-concreto>. Acesso em: 06 de novembro de 2021.
- JESUS, Silva, 2020. Efeito Barreira em Cidades Médias Brasileiras: O Caso De Viagens Não-Motorizadas Em São Carlos, SP. Universidade de São Paulo.
- REVISTA O GLOBO, População urbana brasileira. educacao.globo.com, Disponível em: <http://educacao.globo.com/geografia/assunto/urbanizacao/urbanizacao-brasileira.html>. Acesso em: 22 de setembro de 2021.
- ROSSI. Sistema de Drenagem Urbana. Disponível em: <https://pedreiroao.com.br/drenagem-em-manilhas-de-concreto-passo-a-passo/>. Acesso em: 11 de outubro de 2021.
- SEINFRA 2021, Tabela de Custos - Versão 027.1 - ENC. SOCIAIS 83,85%. Disponível em: <http://sites.seinfra.ce.gov.br/siproce/desonerada/html/C5177.html?a=1620068783478>. Acesso em: 11 de outubro de 2021.
- SICRO, Sistemas de custos referências de obras. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro>. Acesso em: 30 de outubro de 2021.
- TIGRE, Drenagem Pluvial em PEAD. Disponível em: <https://www.tigre.ads.com/brasil/aplicacoes/drenagem-pluvial/>. Acesso em: 30 de outubro de 2021.
- THOREAU, R.; MACKETT, R. L. Transport, social exclusion, and health. *Journal of Transport and Health*, v. 2, n. 4, p. 610-617, 2015.

TUCCI, Hidrologia. Terceira edição, UFRGS editora, 2004,
P. 44. 825.

VERGUTZ, L.A.A.; Pereira, C.E; Schmidt, M.A.R (2016),
Análise da implantação de reservatórios de retenção de
forma que sejam minimizados os impactos causados por
inundações, Universidade Federal de Uberlândia.