PLANO DE DRENAGEM DO CANAL DA RODOVIÁRIA

São Gabriel da Palha / ES

Maio 2022

Sumário

1. BREVIÁRIO DE PROJETO 3
1.1 Apresentação 3
1.2 Justificativa 3
2. DIMENSIONAMENTO TÉCNICO DA DRENAGEM 4
2.1 Caracterização da Bacia 4
2.1.1 Dados Cartográficos, Geográficos e Geotécnicos 5
2.1.1.1 Sensoriamento Remoto e Aerofotogrametria 5
2.1.1.2 Base cartográfica 6
2.1.1.3 Hidrografia e Relevo 7
2.1.1.4 Solos e Geotecnia 9
2.1.1.5 Densidade e Ocupação Urbana no Cenário de Interesse 16
2.2 Dados da Drenagem 17
2.2.2.1 Definição da bacia e sub-bacias 17
2.2.2.2 Tabulação dos dados da Precipitação de Projeto 19
3. DEFINIÇÃO DO PLANEJAMENTO 21
3.1 Determinação da Precipitação de Projeto 21
3.2 Tempo de Concentração 22
3.3 Distribuição de Chuvas 27
3.4 Simulação dos Cenários e Determinação da Vazão de Pico 28
4. CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLHA PARA A CANALIZAÇÃO 32
5. PRODUTOS DO RELATÓRIO DO PROJETO DE ENGENHARIA PARA O PLANO DE DRENAGEM URBANA DO CANAL DA RODOVIÁRIA 32
5.1 Projeto geométrico 32
5.1.2 Planta perfil e seções transversais 32
5.1.2.1 Carta Planialtimétrica 32
5.1.2.2 Perfil Longitudinal 32
5.1.2.3 Seções Geométricas 32
5.1.3 Relatório Técnico do Plano de Drenagem 32
5.1.4 Projeto Estrutural 32
5.1.4.1 Projeto Galeria Dupla 3,00 x 3,00 m classe 30; 32
5.1.4.2 Caixa de Transição 01 classe 30; 32
5.1.4.3 Caixa de Transição 02 classe 30. 32

1. BREVIÁRIO DE PROJETO

1.1 Apresentação

O município de São Gabriel da Palha localiza-se na região noroeste do estado perfazendo uma área igual a 434,887 km², no horizonte de 46.074,448 km² do estado, localizando-se a 212 km da capital do estado, Vitória.

Este tem como municípios limítrofes os tais a saber:

- Norte - Nova Venécia e São Mateus;
- Sul - São Domingos do Norte;
- Leste - Vila Valério;
- Oeste - Águia Branca.

O município ainda possui um relevo fortemente ondulado e montanhoso, classificado como escarpado, com uma altitude média igual a 180 metros, mas em pontos mais altos estas altitudes chegam até a 400 metros acima do nível do mar.

O município ainda possui uma população de 39.085 pessoas, no horizonte de 4.108.508 pessoas no estado, com IDH de 0,709 e densidade demográfica de 73,26 hab/km²

1.2 Justificativa

Os municípios tem seu papel definido pela CF de 88, dos quais dentre eles está a competência de promover o adequado ordenamento territorial por meio do planejamento e controle do uso do parcelamento e da ocupação do solo urbano.

Seguindo esta premissa a implantação de obras de infraestrutura dos equipamentos urbanos deve parametrizar a ordenação do espaço urbano, de maneira que tem a obrigação de atender as necessidades dos seus munícipes, fato esse que o projeto em tela visa solucionar, por meio do afastamento dos alagamentos da referida região.

O presente documento prevê, como um dos seus principais desafios na busca de um cenário futuro de desenvolvimento sustentável, a total revitalização da área de intervenção, com grande deficiência do mobiliário urbano, uso do solo e do meio ambiente, para a melhoria da infraestrutura local.

Os Planos de Recursos Hídricos são instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal nº 9.433/97, estes simulam formidáveis instrumentos para a gestão das águas; pois, determinam as prioridades, ações, programas e projetos buscando o planejamento dos usos diversos dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, considerando os escopos a serem alcançados bem como a unificação dos usos, visando a conservação dos recursos hídricos.

O Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (PIRH) reverberam em Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (PARHs), individualizados e solucionadores, resultam do das deliberações dos comitês que integram a Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

Todos estes planos e projetos foram de ampla participação dos gestores e nasceu de parcerias entre os estados do espírito santo e minas gerais.

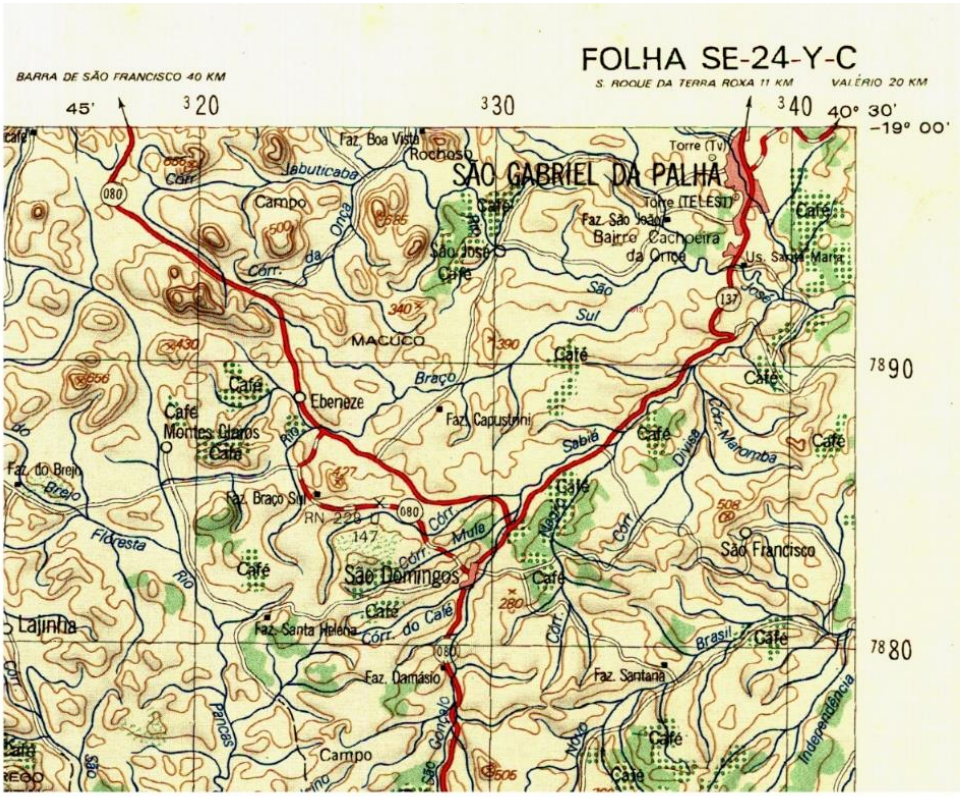
Estes então se enredaram na criação do Grupo de Acompanhamento Técnico (GAT), que após ampla discussão dos relatórios, resultou em um plano robusto, coeso que originou três volumes, um de diagnostico, um de prognostico e um dos programas necessários.

Neste contexto está inserido a recuperação do córrego em questão com objetivo de prover maiores e melhores condições de desenvolvimento a região.

2. DIMENSIONAMENTO TÉCNICO DA DRENAGEM

2.1 Caracterização da Bacia

O córrego são gabriel, um afluente do Rio São José, incluídos na Bacia Hidrográfica dos Pontões e Lagoas do Rio Doce, será o nosso objeto de estudo.



Conforme podemos notar neste recorte da carta topográfica matricial do IBGE, a região pode ser considerada como bem acidentada e sem depressões evaporativas, bem como a topografia escarpada e acidentada.



O córrego São Gabriel atravessa a área de intervenção proposta no bairro Centro, onde este encontra o Rio São José, a jusante desta canalização a aproximadamente 4.775,00 m e este será o motivo de intervenção para a canalização com objetivo de acompanhar o crescimento dos aglomerados urbanos, especialmente no acréscimo de áreas impermeáveis na área urbana mais densificada do centro da cidade, os picos de cheias do córrego São Gabriel passaram a alcançar níveis elevados em relação as condições primitivas de ocupação, com graves problemas de inundação, em grande parte pelo acúmulo de dejetos e aumento da contribuição principalmente por incremento da impermeabilização do solo.

Com base na carta topográfica matricial do IBGE, utilizamos como base para o cálculo de bacia, para a contribuição de projeto, uma vez que aero levantamentos com ortofoto não cobrem a área total de referência, uma vez que esta aerofotogrametria deve ser em altitudes maiores que 2000 m, geralmente estão compreendidas entre 2000 m e 4000 m, onde o que muda é a abertura da objetiva da câmera, para 2000 m fosse de 40º até 110º e 4000 m foco de 40º.

Portanto utilizamos a sobreposição de imagens do local aliada a carta em questão, obtendo assim a bacia de contribuição.

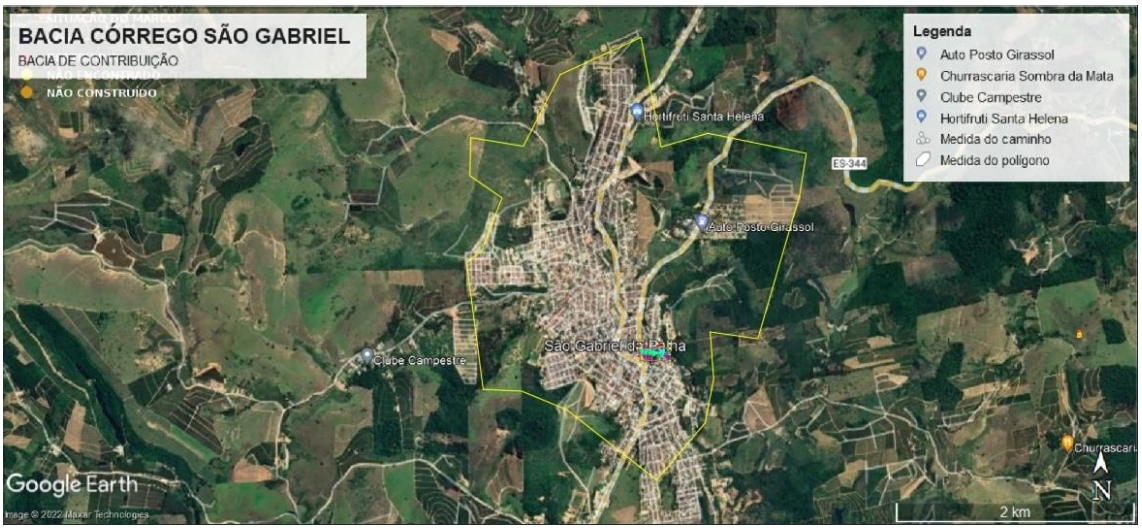
2.1.1 Dados Cartográficos, Geográficos e Geotécnicos

2.1.1.1 Sensoriamento Remoto e Aerofotogrametria

Foram identificadas e adquiridas no em maio de 2022, cenas de satélites padrão Orto Quick Color, da bacia hidrográfica do córrego São Gabriel, em uma área de 6.139.112,43 m², conforme figura apresentada.

Esta imagem ainda foi exportada no formato GEOTIFF/DWG, em uma qualidade mínima de 16 bits por pixel, para a sobreposição de imagens e para a

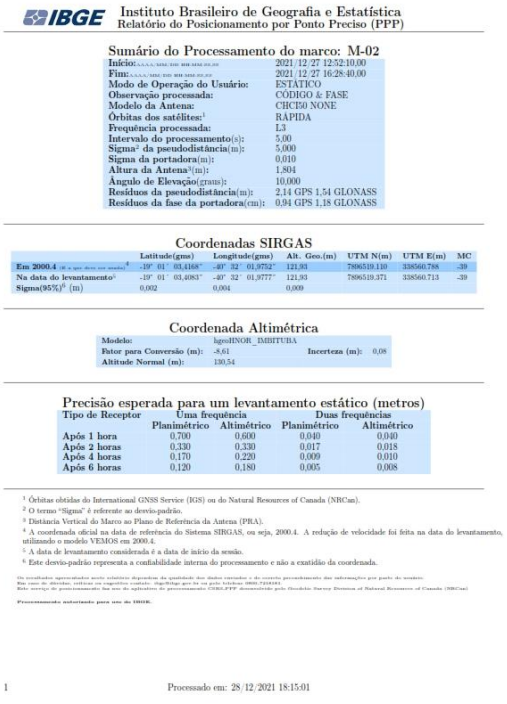
contra prova do tamanho da bacia, sendo assim encontrada uma área de 6.359.139,025 m², com um perímetro de 11.554,346 m.



2.1.1.2 Base cartográfica

Todas as coordenadas estão georreferenciadas pelo sistema Sirgas 2000, conforme preconiza a lei, pelo Sistema Geodésico Brasileiro, com aparelho GPS – GNSS RTK CHC 150, conforme página 10 do relatório “Volume Único OS-1” apresentado.

Deste a aerofotogrametria de geração do ortofoto foi feito com o aparelho tipo Drone Phantom 4 Pro – DJI, calculado com auxílio do programa MAPGEO2015.



IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: M-02

Início:	2021/12/27 12:52:10,00
Fim:	2021/12/27 16:28:40,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHC150 NONE
Órbitas dos satélites:[1]	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	5,00
Sigma[2] da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena[3](m):	1,804
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	2,14 GPS 1,54 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,94 GPS 1,18 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 [4]	-19° 01' 03,4168"	-40° 32' 01,9752"	121,93	7896519,110	338560,788	-39
Na data do levantamento[5]	-19° 01' 03,4083"	-40° 32' 01,9777"	121,93	7896519,371	338560,713	-39
Sigma(95%)[6] (m)	0,002	0,004	0,009			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA		
Fator para Conversão (m):	-8,61	Incerteza (m):	0,08
Altitude Normal (m):	130,54		

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

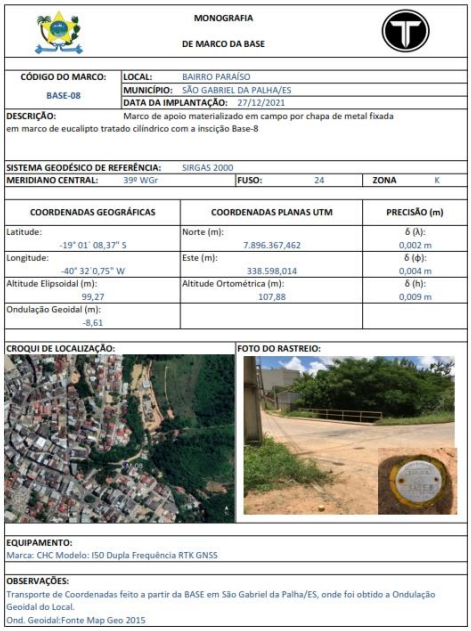
Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

[1] Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).
[2] O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.
[3] Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).
[4] A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.
[5] A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.
[6] Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário.
Em caso de dúvidas, utilizar os seguintes contatos: dgps@ibge.gov.br ou pede telefone 0800 7218181.
Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan).

Processamento automático para uso do IBGE.

1 Processado em: 28/12/2021 18:15:01



MONOGRAFIA
DE MARCO DA BASE

CÓDIGO DO MARCO: BASE-08	LOCAL: BAIRRO PARAÍSO	
	MUNICÍPIO: SÃO GABRIEL DA PALHA/ES	
	DATA DA IMPLANTAÇÃO: 27/12/2021	

DESCRIÇÃO: Marco de apoio materializado em campo por chapa de metal fixada em marco de eucalipto tratado cilíndrico com a inscição Base-8

SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA: SIRGAS 2000
MERIDIANO CENTRAL: 39º WGr | FUSO: 24 | ZONA K

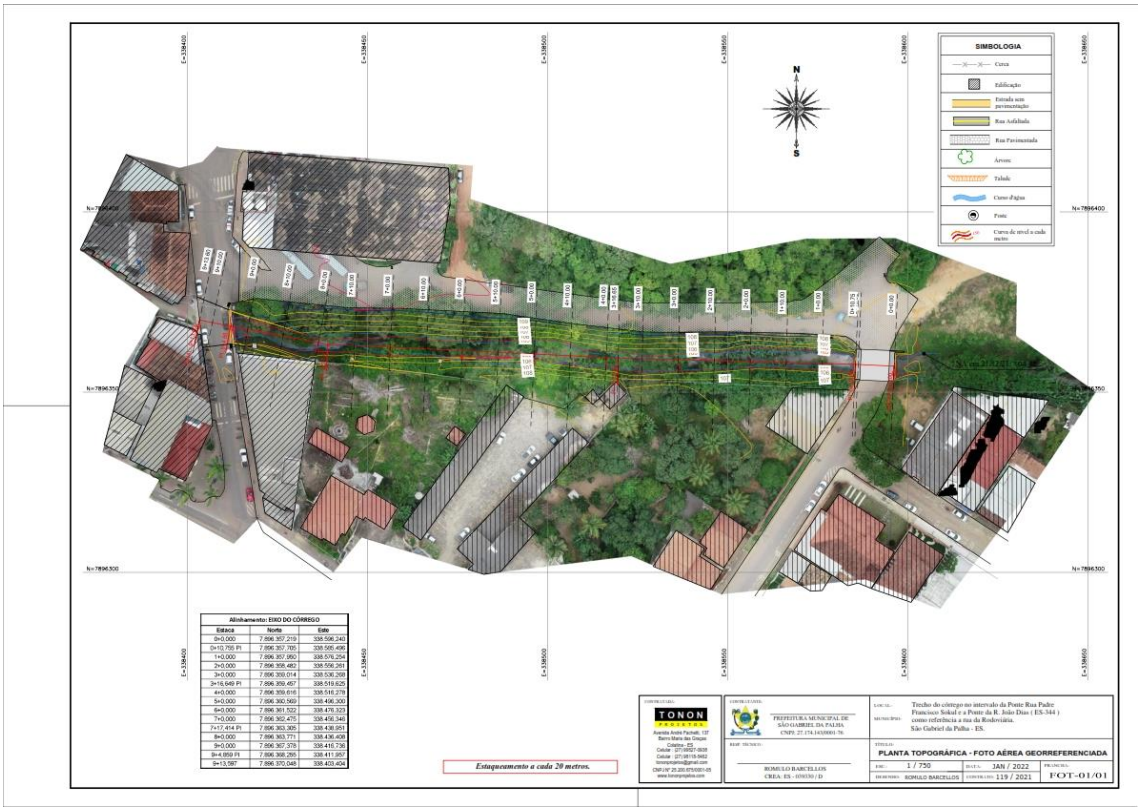
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS PLANAS UTM	PRECISÃO (m)
Latitude: -19° 01' 08,37" S	Norte (m): 7.896.367,462	δ (λ): 0,002 m
Longitude: -40° 32' 0,75" W	Este (m): 338.598,014	δ (ϕ): 0,004 m
Altitude Elipsoidal (m): 99,27	Altitude Ortométrica (m): 107,88	δ (h): 0,009 m
Ondulação Geoidal (m): -8,61		

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO: FOTO DO RASTREIO:

EQUIPAMENTO:
Marca: CHC Modelo: I50 Dupla Frequência RTK GNSS

OBSERVAÇÕES:
Transporte de Coordenadas feito a partir da BASE em São Gabriel da Palha/ES, onde foi obtido a Ondulação Geoidal do Local.
Ond. Geoidal:Fonte Map Geo 2015

Como base houve o rastreamento cuja monografia segue acima, conforme podemos ver.



Foi feita a carta planimétrica do local ainda se utilizando dos recursos de emprego da estação total, no qual foram levantados vários pontos no local gerando assim um perfil fiel do terreno para embasar toda o estudo de forma que assim subsidie a intervenção do local, gerando o impacto mais reduzido possível.

Desta forma seguindo estas informações e de posse dos dados planimétricos do levantamento com base no caminhamento percorrido, partimos para a execução do dimensionamento.

2.1.1.3 Hidrografia e Relevo

O município de São Gabriel da Palha é rico em mananciais superficiais e subterrâneos, mas que apresenta sinais de degradação ambiental, esta que ameaça a quase todos os mananciais urbanos no país.

O rio São José é um afluente da margem esquerda do rio Doce, apresenta 155 km de extensão total e tem uma bacia de área igual a 2.407 km² nasce no município de Mantenópolis na cota 751,5 metros, bem próximo à divisa com Minas Gerais, desemboca na lagoa Juparanã em Linhares.

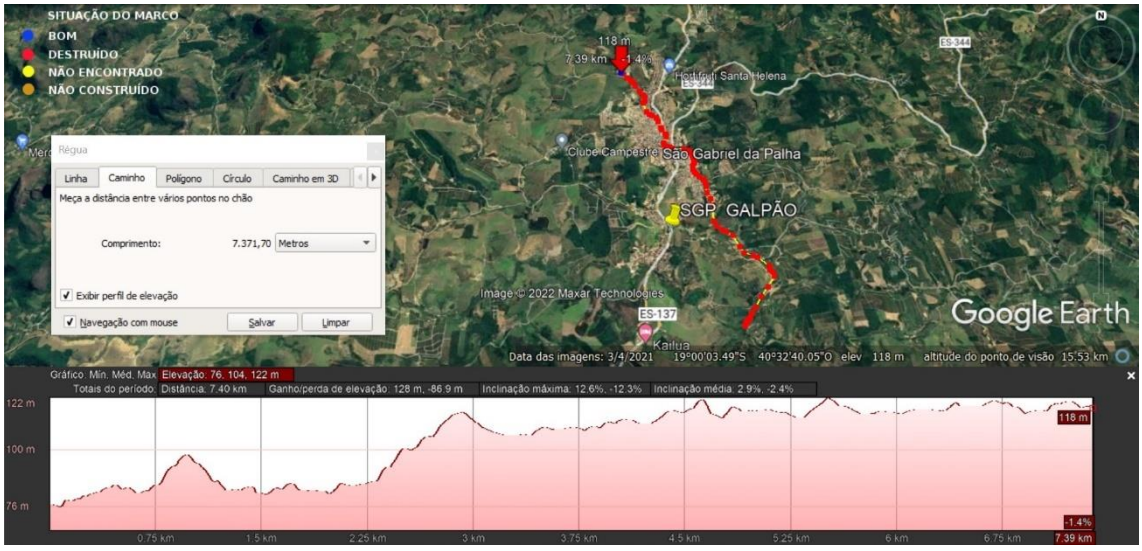
Em seu trecho entre a foz do córrego São Francisco e a foz do rio Braço Sul este serve como limite para o município de São Gabriel da Palha e Águia Branca,

já da foz do rio Braço Sul à foz do córrego Dourado, este é limite para o município de São Gabriel da Palha e Vila Valério.

Já o córrego São Gabriel, curso no qual se dará a intervenção é um afluente do rio São José, onde desemboca neste entre a barra do sabiá e cachoeira da cobra.

O córrego São Gabriel nasce em uma cota 118 m, e desemboca no rio São José na cota 76 m, sendo que no trecho da intervenção este inicia-se na cota 104 m.

Neste ponto conforme descrevemos anteriormente o local é de uma topografia bem escarpada, onde podemos ver em um trecho de 7.371,70 m de extensão total, iniciando-se a 4.960,00 m, o nosso ponto de interferência.



Este córrego recebe várias contribuições de outros córregos, sendo que até a sua formação se inicia da confluência de dois pequenos trechos de nascentes em grotas de morros próximos, onde a partir daí este ganha mais volume a ponto de este córrego não ter uma nascente apenas e sim duas.

Identificamos então a montante do ponto de intervenção a existência de nove interceptações de córregos menores.

Também cabe ressaltar que este córrego também foi parcialmente canalizado anteriormente em pontos que também estão a montante do nosso ponto de intervenção, em grande parte devido ao crescimento populacional e desenvolvimento do próprio município que aliada a explosão do crescimento do mobiliário público e em decorrência deste foram modificando a calha do mesmo.

Desta forma a busca de informações acerca de grandes inundações na região também forneceu algumas informações pertinentes a situação que poderia acontecer na área de intervenção alheias ao que poderia ser projetado para o local com base em apenas estudos hidrológicos e não históricos desta intervenção.

No centro, as avenidas Presidente Castelo Branco, Graciano Neves, Padre Simão Civalero ficaram alagadas com cerca de 60 cm de água em alguns pontos, todas no entorno do ponto de intervenção, em dezembro de 2017, o que também já havia ocorrido nos mesmos pontos em março de 2015.

2.1.1.4 Solos e Geotecnia

O que podemos analisar da geografia do entorno é que esta conta com vários pontos escarpados, as partes mais baixas dos talvegues onde se formam os cursos d'água geralmente estão localizados em locais onde são formadas bacias de sedimentos.

Para subsidiar a análise de riscos e o dimensionamento técnico dos projetos de engenharia de canais, pontes e dispositivos de armazenamento tais como barragens, devem ser realizados estudos de dados geotécnicos locais.

Ensaios específicos são necessários para as áreas de interferência e obedecendo a NBR 6484, são, portanto, necessários ensaios de SPT convencional.

Conforme relatório de sondagem foram executados 05 furos totalizando 36,05 m de comprimento total, o método de sondagem consiste na abertura do furo de sondagem por meio de trados tipo concha ou cavadeira e helicoidal e/ou por lavagem com a circulação d'água, posicionamento do tubo de revestimento de 2.1/2" de diâmetro externo e execução do ensaio de penetração em diversas profundidades com amostrador padrão tipo "Raymond", de diâmetro interno de 34,9 mm e externo de 50,8 mm.

Este ensaio de penetração é realizado a cada metro de profundidade do terreno e corresponde ao número de golpes de um peso de 65 Kg, caindo de uma altura de 75 cm, necessários à cravação de 30 cm do amostrador onde este se determina o índice de resistência, a partir do número de golpes obtidos, que nos fornece a indicação da compacidade (caso dos solos de predominância arenosa ou siltosa) ou de consistência (caso dos solos de predominância argilosa) dos solos em estudo, e assim sendo são coletadas amostras do solo a cada metro de profundidade, que são analisadas e classificadas táctil-visualmente pelo próprio operador em campo.

Segue abaixo a relação de todos os furos executados, indicando as profundidades atingidas em cada caso.

FURO	PROFUNDIDADE
SP1	5,30
SP2	5,40
SP3	5,80
SP4	7,30
SP5	12,2
TOTAL	36,00

Os resultados apresentam certa regularidade, que pode ser representada pelos perfis geotécnicos dos ensaios de penetração dinâmica.

Esta regularidade se reafirma pela profundidade ao impenetrável associada ao posicionamento dos furos de acordo com o perfil do trecho em estudo, correlacionada a grande quantidade de percussões em um trecho de tamanho bem reduzido, com os mesmos sendo executados não no fundo do talvegue, mas sim no seu entorno e este sendo posicionado a margem esquerda do trecho em rua adjacente ao estudo, que se localiza, justamente na crista do talvegue do córrego estudado.

Isto mostra a que altura deste impenetrável, se encontra em ponto próximo em referência ao fundo do talvegue, o que nos mostra a situação latente que considerando a altura da crista do levantamento e a cota de fundo desta canalização quase que se equiparam.

Desta forma é notório que o talvegue está diretamente instalado sob uma bacia de decantação formada pelo grande acúmulo de sedimentos, ou está se encontra em uma base predominantemente rochosa, sendo assim, os nossos estudos geotécnicos se mostram bem claros e sua análise ser torna dotada de grande pragmatismo, que afastam em muito a postura empírica, forçando assim a uma posição bem conservadora dos elementos, e assim caminhando para a solução muito mais prática e econômica neste ponto, do uso a que se propõe como implemento público, já que é conceitualmente um aparelho do poder público.

A conclusão da análise dos estudos do local, aponta para que o estudo em análise conta com várias influências do entorno, e mais ainda conta com pressões externas aos serviços a serem executados mais por parte da comunidade ribeirinha que pela esteira de acontecimentos.

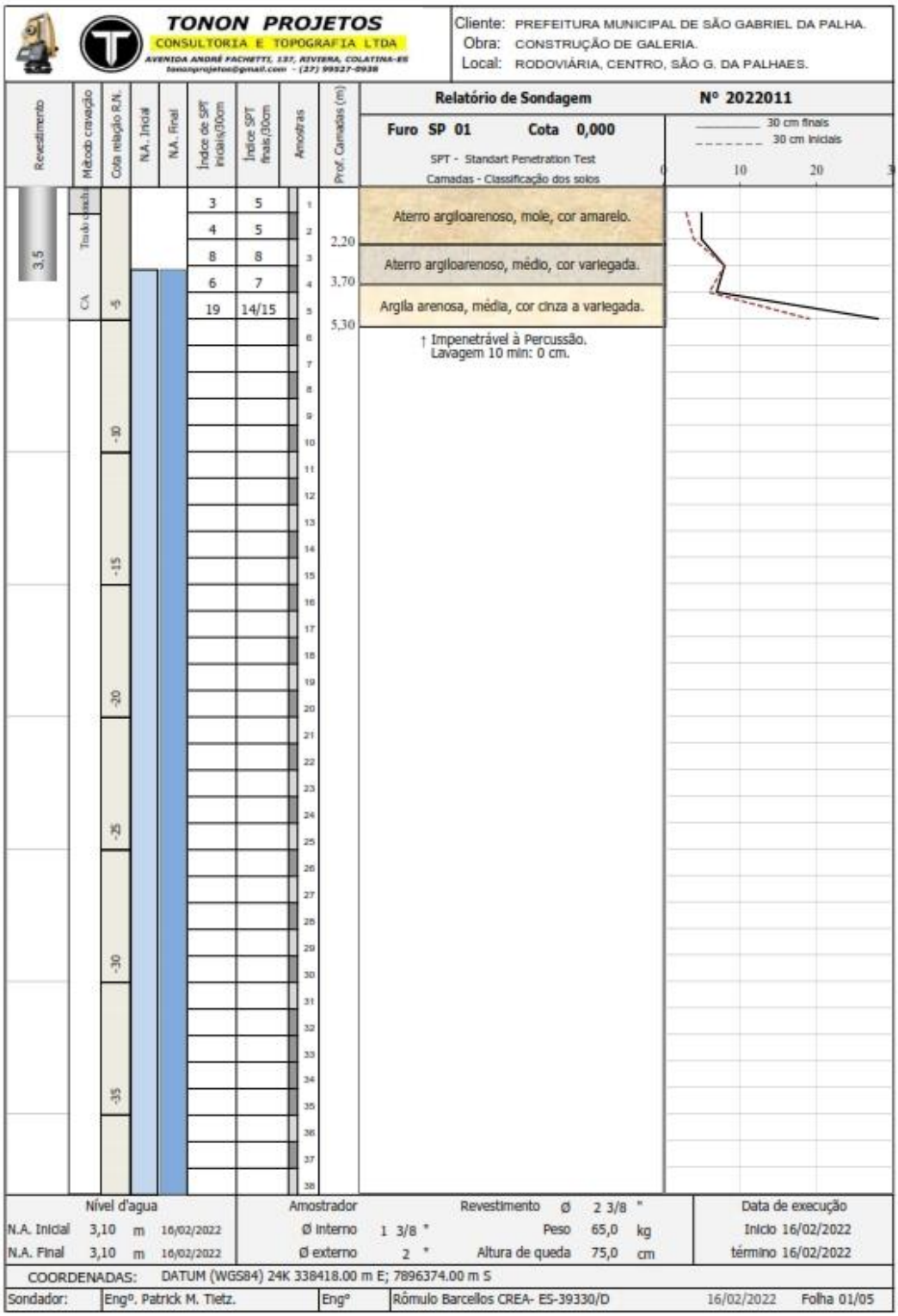
Vejamos a seguir os perfis encontrados no estudo em questão realizado no bairro centro, para a canalização da Rodoviária.

Vemos que em todos os furos, o solo se inicial com traços arenosos e argilosos, já nos primeiros metros e na primeira camada se refere ao solo de acomodação da rua uma vez que podemos ver que a execução dos furos não se deu na crista da calha do córrego, e sim na rua, onde esta se encontra localizada como anteriormente citado não na calha do córrego ou próximo ao talvegue, estas furações como dissemos tem um padrão.

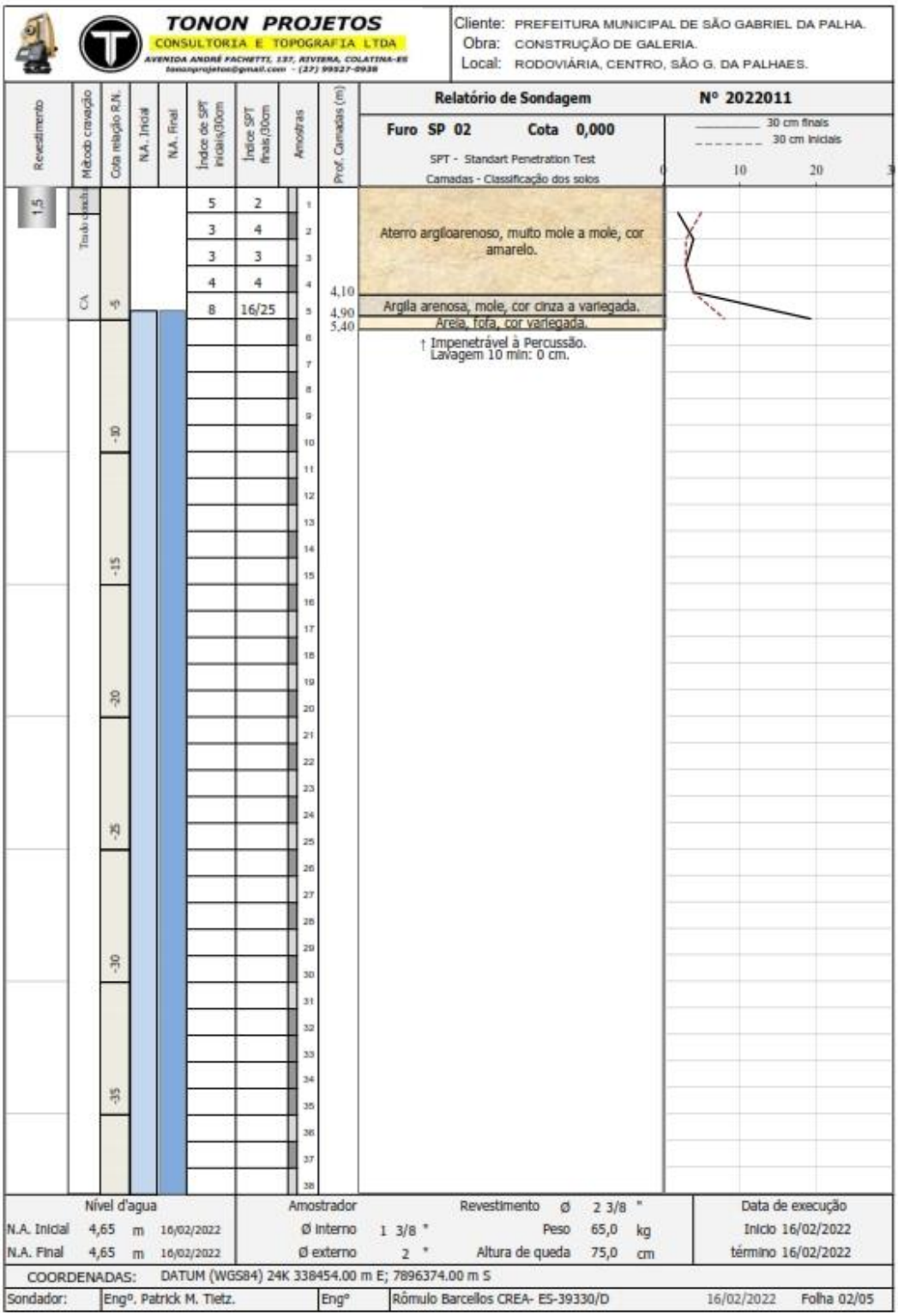
Notamos facilmente que este padrão se dá por conta de uma profundidade muito próxima e comum a todos os pontos de sondagem do impenetrável, esta se encontra em uma cota quase que na base do talvegue do córrego em estudo, além de quase comum a todos os pontos.

Para o primeiro furo registrado podemos notar a camada inicial de 2,20 m de altura em material argilosoarenoso, mostrando que por se tratar da caixa de rua este material é de aterro, em seguida o horizonte de material se torna mais próximo de um material resultante de eventos de decantação de sedimentos, o impenetrável

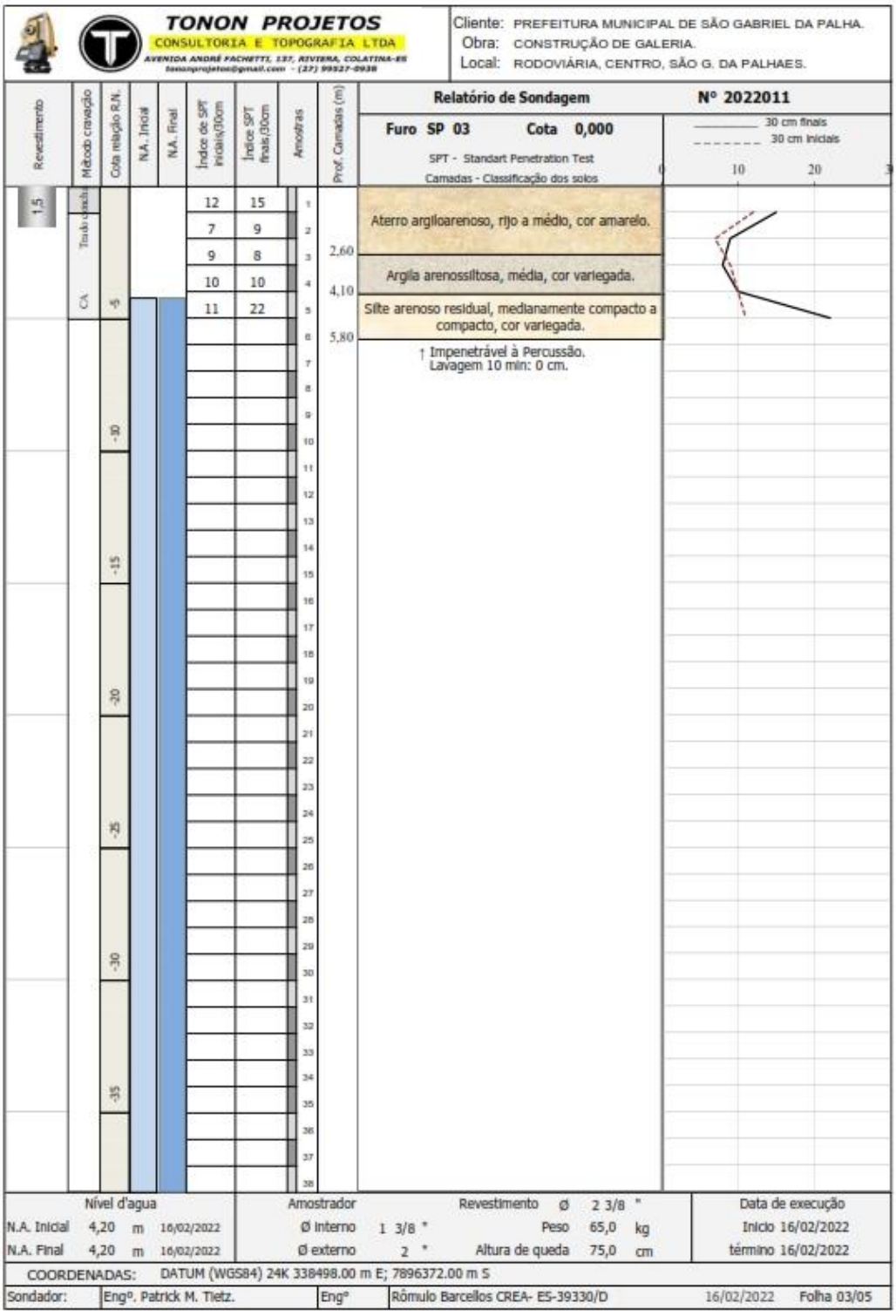
vem logo em seguida ao aumento da compacidade do solo e o aparecimento de um solo mais arenoso, como fatores que reforçam esta observação, o impenetrável é obtido a 5,30 m.



Vemos que no furo 02, os materiais são os mesmos encontrados no primeiro furo, porém estas camadas tem espessuras diferentes em seu horizonte de solo, mas se confirma o impenetrável em altura quase equivalente, 5,40 m.



Vemos que no furo 03, se mantem o horizonte de solo, apenas o que diferencia é a espessura da camada, e sua compacidade melhora um pouco, o impenetrável varia pouco também 5,80 m.



TONON PROJETOS
CONSULTORIA E TOPOGRAFIA LTDA
AVENIDA ANDRÉ FACHETTI, 137, RIVIERA, COLATINA-ES
tononprojetos@gmail.com - (27) 99527-0938

Cliente: PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO GABRIEL DA PALHA.
Obra: CONSTRUÇÃO DE GALERIA.
Local: RODOVIÁRIA, CENTRO, SÃO G. DA PALHAES.

Relatório de Sondagem **Nº 2022011**

Furo SP 03 **Cota 0,000**

SPT - Standart Penetration Test
Camadas - Classificação dos solos

30 cm finais
30 cm iniciais

Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	N.A. Inicial	N.A. Final	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)
1,5	Trado cavado				12	15	1	
					7	9	2	
					9	8	3	2,60
					10	10	4	4,10
	CA	-5			11	22	5	5,80
							6	
							7	
							8	
							9	
		-10					10	
							11	
							12	
							13	
							14	
		-15					15	
							16	
							17	
							18	
							19	
		-20					20	
							21	
							22	
							23	
							24	
		-25					25	
							26	
							27	
							28	
							29	
		-30					30	
							31	
							32	
							33	
							34	
		-35					35	
							36	
							37	
							38	

Aterro argiloarenoso, rijo a médio, cor amarelo.

Argila arenossiltosa, média, cor variegada.

Silte arenoso residual, medianamente compacto a compacto, cor variegada.

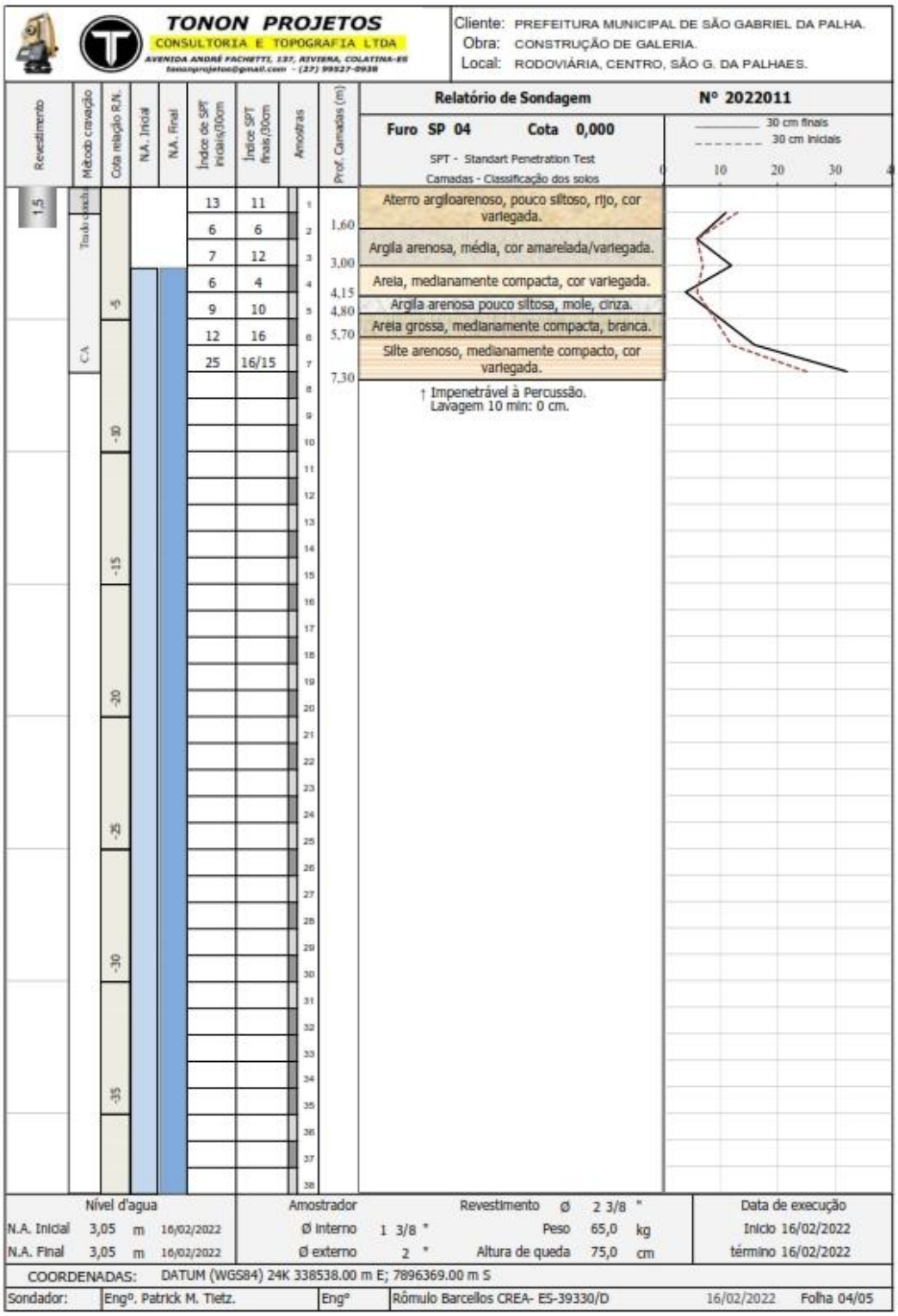
↑ Impenetrável à Percussão.
Lavagem 10 min: 0 cm.

Nível d'agua			Amostrador			Revestimento	Ø	2 3/8	"	Data de execução
N.A. Inicial	4,20	m 16/02/2022	Ø Interno	1 3/8	"	Peso	65,0	kg		Início 16/02/2022
N.A. Final	4,20	m 16/02/2022	Ø externo	2	"	Altura de queda	75,0	cm		término 16/02/2022

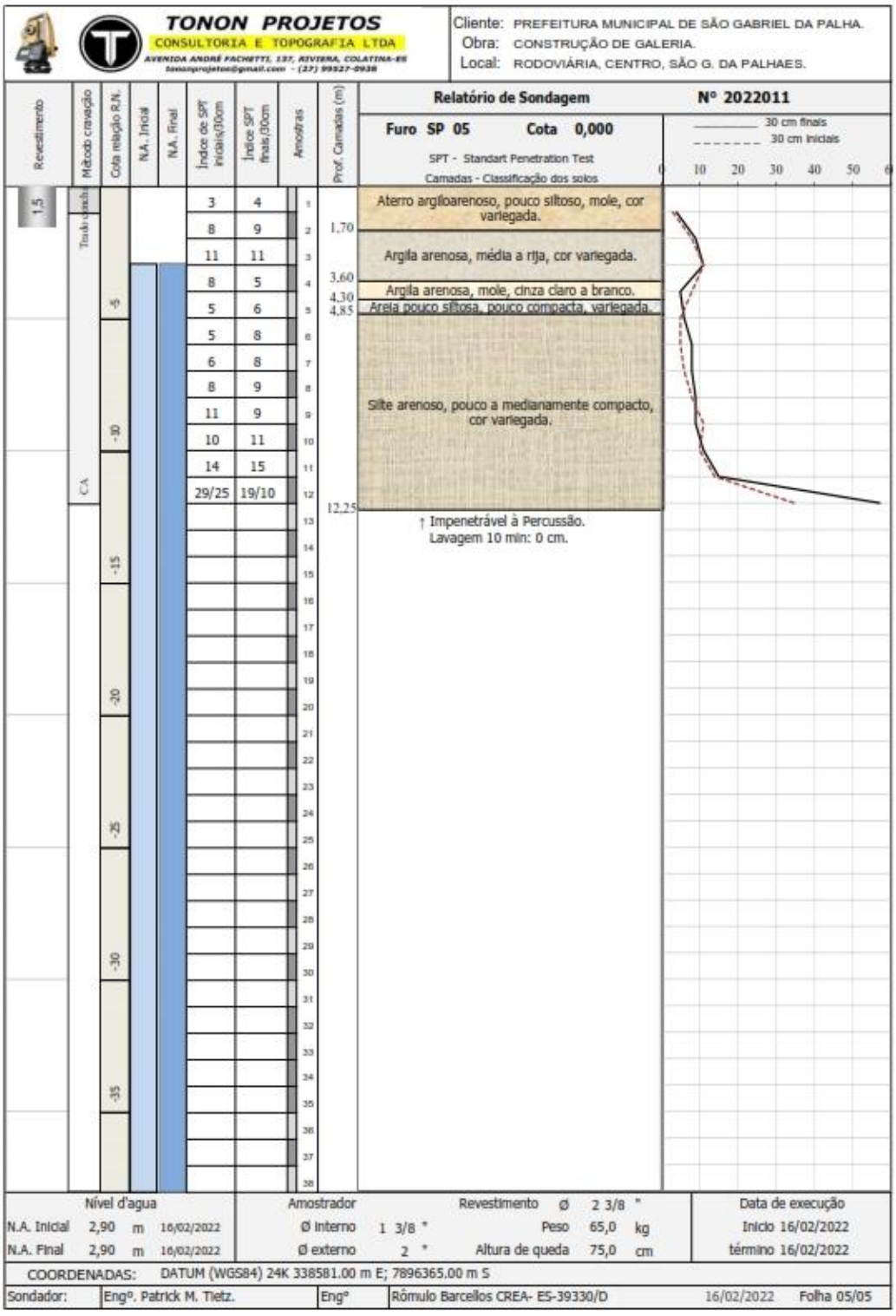
COORDENADAS: DATUM (WGS84) 24K 338498.00 m E; 7896372.00 m S

Sondador: Engº. Patrick M. Tietz. Engº Rômulo Barcellos CREA- ES-39330/D 16/02/2022 Folha 03/05

Vemos que no furo 04, há uma variação do terreno, para horizontes mais variáveis, porém somente com maior número de camadas, vemos que também houve um aprofundamento do impenetrável.



Vemos que no furo 05, o horizonte de solo é muito parecido com as percussões anteriores, porém este se prolonga por mais camadas, que se parecem em compacidade, mas o impenetrável se aprofundou mais.



Nestes ensaios portanto podemos verificar a baixa profundidade do terreno rochoso na maior parte do trecho sondado, o lençol freático, não se apresenta claramente em nenhuma percussão.

2.1.1.5 Densidade e Ocupação Urbana no Cenário de Interesse

A densidade de ocupação urbana atual e futura preserva a sua correlação direta com o escoamento superficial e consequentemente com a vazão de pico.

Com base nas imagens adquiridas no local e outras mais antigas confrontadas em pelo menos 10 anos, nas restrições impostas pela legislação municipal para a expansão da ocupação urbana e nas áreas ainda disponíveis para esta expansão, este plano determinou um percentual de parcela de área impermeável para o trecho em análise, a saber:

A parcela da bacia com área impermeável varia entre 80% a 90% (montante) conforme figura a seguir.



Conforme podemos notar, a imagem nos revela que a ocupação no local tem grande densidade, notemos que a montante há grande densidade ocupacional o que ajuda a ampliar a velocidade de escoamento dos deflúvios tornando esta bacia de contribuição mais rápida que o normal, devido a maior impermeabilização do solo.

Desta forma a análise também levou em conta o fato desta peculiaridade, associado ao fato das contribuições a montante dos 9 pequenos cursos d'água e a análise que leva em conta a taxa de retorno de chuvas em período de 50 anos, isso nos levou a uma análise de muitos fatores específicos além dos comummente analisados, o que nos leva a crer que este estudo é muito bem embasado e está cobrindo as várias possibilidades de eventos alheios a normalidade.

Podemos dizer que este não é um plano infalível, porém analisa vários fatores e dimensiona um dispositivo de drenagem para passar por severas condições

climáticas e de uso, de forma que este se torne definitivo, não necessitando de recuperação ou alteração.



A título de comparação apresentamos ainda esta imagem do local em 2010, o que pode mostrar claramente os efeitos da demografia sobre a região em estudo, podemos notar claramente que as áreas permeáveis não eram muito maiores, o que volta os nossos olhares para a questão do estudo histórico pregresso das enchentes da região e no local, donde vimos que ocorreram em duas vezes em um período de apenas dois anos em 2015/2017, a ocupação do local reduziu a níveis que precisam de políticas públicas para a solução do problema de alagamentos e enchentes no local.

Um importante aspecto observado nesta forma de ocupação urbana é a densidade de edificações margeando o corpo hídrico, o que restringe drasticamente a sua capacidade de escoamento superficial por meio da redução do espaço disponível.

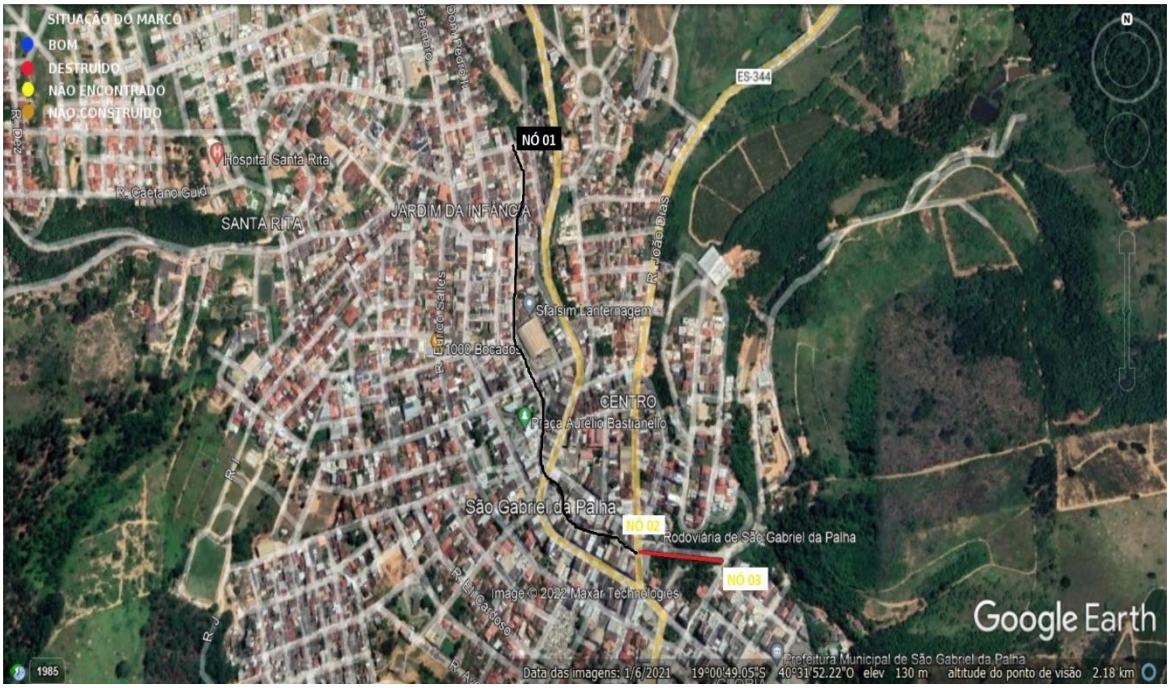
2.2 Dados da Drenagem

2.2.2.1 Definição da bacia e sub-bacias

A bacia do Córrego São Gabriel foi anteriormente definida, como podemos ver a área de influência conta com a aproximação a carta do terreno em estudo bem como a avaliação das declividades pelo processo de análise computacional.

Dentro das análises foram encontrados nove intersecções de contribuição a montante, a que se tornou um curso d'água que passa por um bueiro da rodovia e encontra a canalização no nó 01, onde este recebe a contribuição da área de contribuição 02, mas que por estar inserida dentro da própria bacia inicialmente estudada, foi considerada parte integrante citada e referenciada, veremos também que ao final a localização do lançamento foi alterada, buscando não só a solução para o represamento, mas também o saneamento da área de captação de água bruta, uma vez que o córrego em estudo apresenta um certo nível de esgoto in natura.

Vejamos as imagens a seguir para a definição dos dados a serem empregados no modelo de dimensionamento, cujos pontos principais do elemento estudado já foram bem delimitados até o momento, bastando assim apenas a sua compilação.



Aqui demarcamos os braços e seus nós afim de facilitar o dimensionamento com a divisão dos trechos em lotes.

Vimos que as áreas de contribuição do entorno estão em sua quase totalidade impermeabilizadas, ainda existe o trecho canalizado antes do ponto de intersecção, ou seja esta canalização proposta recebera de um trecho já canalizado de 822,00 m de extensão de diferentes maneiras e métodos, trecho este que se inicia na travessia com a Rua Virgílio Cassani, seguindo pela Rua Horácio Coutinho, seguindo a Rua José Bragato, seguindo também a Rua do Canal e em seguida pelo trecho em que esta canalização se torna o calçadão, que por fim termina na ponte da Rua João Dias, antiga ES 344, no centro da cidade adjacente à Rodoviária.

Até o ponto em que se inicia a já citada canalização, a travessia com a Rua Virgílio Cassani, o Córrego São Gabriel conta com 2.406,62 m até o ponto em que este se divide em dois braços, o direito contando com 755,32 m até a cota 129 m, e para o seu braço esquerdo contando com 1.676,53 m até a cota 127 m.

Portanto para iniciar os estudos dos talvegues e nós de referência, fizemos a divisão dos trechos levando em conta a situação relatada em que denominamos como nó 01, o ponto do inicio já canalizado, na travessia da Rua Virgílio Cassani, o nó 02 então se defini pela finalização desta canalização e início da proposta deste relatório, para a canalização adjacente a rodoviária e até o nó 03, onde se finaliza a nossa proposta de canalização.

Sub-bacia	Trecho entre os Nós	Comprimento do Talvegue (L)	Cota de Montante	Cota de Jusante	Declividade do Trecho	Áreas		
		(m)	(m)	(m)	(m/m)	(Km²)	(m²)	(ha)
AC 1	1 - 2	822,00	115,00	104,46	0,013	0,26	258.140,54	25,81
AC 2	1 - 2	822,00	115,00	104,46	0,013	0,94	941.955,64	94,20
AC 3	2 - 3	172,57	104,46	104,38	0,0004	0,16	161.513,14	16,15
AC 4	2 - 3	172,57	104,46	104,38	0,0004	0,30	300.172,05	30,02

2.2.2.2 Tabulação dos dados da Precipitação de Projeto

Esta precipitação podemos obter de estações meteorológicas instaladas nas proximidades e também por meio do programa Pluvio, para as estações locais mantidas nas proximidades pela ANA – Agência Nacional das Águas, sendo a de nº 1840000 em Águia Branca, nº 1940016 em Barra de São Gabriel e nº 56998400 também em Barra de São Gabriel, porém está é de base fluviométrica, bem como a de uma PCH nº 56997300 CGH Cachoeira da Onça, também fluviométrica de menor série histórica.

Vejamos abaixo os dados do programa Plúvio, cujas informações também serão utilizadas.

GPRH **Plúvio 2.1** GPRH

Copyright (2005) © GPRH

RELATÓRIO

Parâmetros da Equação de Intensidade, Duração e Frequência da Precipitação

LOCALIZAÇÃO:

Localidade: São Gabriel da Palha **Estado:** Espírito Santo

Latitude: 19°01'00"

Longitude: 40°34'00"

PARÂMETROS DA EQUAÇÃO:

K: 1309,205

a: 0,23

b: 15,375

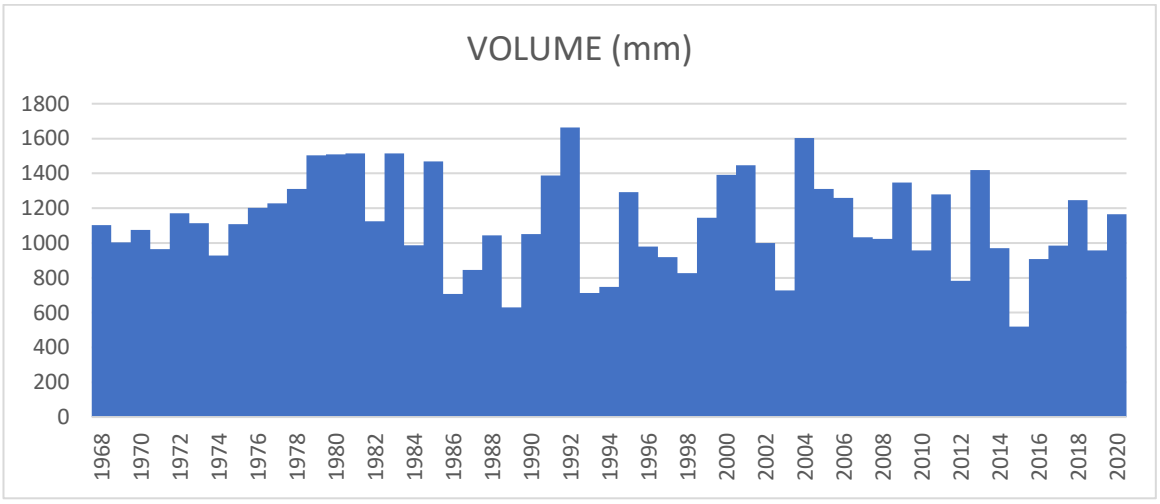
c: 0,821

MAPA DE LOCALIZAÇÃO:



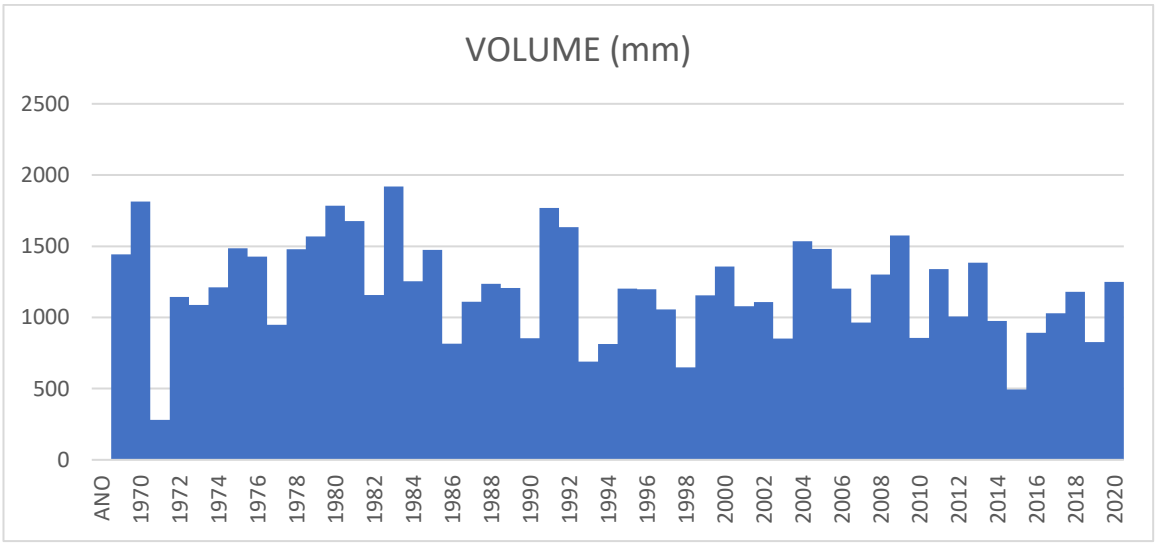
Com os dados das duas estações pluviométricas da ANA, compilamos os dados de suas séries históricas para também termos parâmetros de referência quanto a época de maior pluviosidade registrada.

Portanto abaixo vemos a compilação dos dados da série histórica da estação nº 1840000 em Águia Branca, que nos forneceu uma série histórica de 52 anos, entre 1968 e 2020.



Com um pico máximo de 1.662,80 mm no ano de 1992, e contando com uma média de 1115,24 mm para os 52 anos esta estação também será considerada no cálculo de vazão para estes parâmetros.

Também segue abaixo a compilação dos dados da série histórica da estação nº 1940016 em Barra de São Gabriel, que nos forneceu uma série histórica de 51 anos, entre 1969 e 2020.



Com um pico máximo de 1.919,20 mm no ano de 1983, e contando com uma média de 1.196,77 mm para os 51 anos esta estação também será considerada no cálculo de vazão para estes parâmetros.

3. DEFINIÇÃO DO PLANEJAMENTO

Os cenários de planejamento foram definidos conforme o desenvolvimento local previsto para o bairro, nas poucas áreas remanescentes, assim como o mapeamento destas áreas desocupadas e já delimitadas e devidamente parceladas, também considerando as futuramente parceladas. Foram assim considerados os cenários de ocupação, recorrência de chuvas, intensas e esforços de cargas de veículos pesados sobre a canalização.

Para tal este plano considerou dois **Cenários de Ocupação Terrestre**:

a) Ocupação Regular – representado pela situação que ocorrerá se o disciplinamento de uso do solo for seguido, acrescentado de uma margem de erro de 30% do limite legal;

b) Ocupação Máxima – envolve a ocupação máxima com base nas observações feitas no bairro, este representa a não observância as leis de ocupação do uso do solo.

Da mesma maneira foram considerados os cenários para as cargas móveis atuantes sobre as travessias e canalização:

a) Para o estacionamento projetado esta prevê o trânsito apenas de veículos leves, porém as galerias foram dimensionadas para suportar veículos com três eixos, detentores de trem-tipo fixado pela NBR 7188, para pontes de classe 30 em vias secundárias;

b) A canalização em sua totalidade contará com aterro maior ou igual a 1,00 m portanto esta postura foi adotada para os procedimentos do dimensionamento também das caixas de transição 01 e 02 mesmo que estas se encontrem em áreas totalmente gramadas pelo projeto, mas estas podem ser modificadas posteriormente então ficou convencionado também para estas caixas a capacidade de resistir a trem-tipo de classe 30.

Período de retorno ou taxa de recorrência é definido como sendo o período de tempo médio em anos, em que se espera que um determinado evento venha a ser igualado ou superado pelo menos uma vez.

Nos projetos de obras hidráulicas, a adoção deste período esta diretamente condicionada a fatores econômicos e ao risco que se pretenda correr durante a vida útil da obra, nos cálculos para este plano foram considerados os seguintes cenários:

a) Para dispositivos de drenagem superficial **T = 10 anos;**

b) Para bueiros, galerias e canalização de córregos, **T = 50 anos,** sem considerar borda livre.

3.1 Determinação da Precipitação de Projeto

Com base nas características topográficas do local, das bacias e contribuições, seguindo-se os parâmetros bases de precipitação das estações 1840000 e nº 1940016, bem como os dados do programa Plúvio 2.1, foram determinados os coeficientes de distribuição de chuva, escoamento superficial, tempo de concentração e a intensidade pluviométrica do trecho de estudo, das áreas de contribuição e da bacia encontrada

3.2 Tempo de Concentração

Segundo o "Bureau of Reclamation of U.S.A ", tempo de concentração (Tc) é o tempo necessário par que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial na secção de saída.

Sendo assim apresentamos em seguida a memória de cálculo do tempo de contribuição:

Memória de Cálculo

Segundo o "Bureau of Reclamation of U.S.A " , tempo de concentração (Tc) é o tempo necessário par que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial na secção de saída.

BASE DE CÁLCULO

L =	3,73	Km
S =	0,670	%
A =	6,36	Km²
I=	6,70	m/km
Desnível	25	m

I=declividade em m/km

Fórmula de Kirpich

$$T_c = 0,39 \times \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$$

Tc - tempo de concentração em horas.
L - Comprimento da bacia em Km.
S - declividade equivalente Constante em %.

$$T_c = 0,39 \times \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$$

Tc = 1,25 horas = 75,22 minutos

V = L/Tc

V = Velocidade Km/hora
L = Comprimento da bacia em Km
Tc = Tempo de concentração em horas

V = 2,98 Km/hora

KIRPICH Modificada

TC = 1,42*(L³/H)^0,385

TC = Tempo de concentração em horas
L = comprimento do curso de água em Km
H = DN em metros

Tc = 1,88 horas 112,86 minutos

V = L/Tc

V =	Velocidade Km/hora
L =	Comprimento da bacia em Km
Tc =	Tempo de concentração em horas

V = 1,98 Km/hora

Fórmula de Ven Te Show

$$T_c = 0{,}8773 \times \left(\frac{L}{\sqrt{i}}\right)^{0{,}64}$$

Tc - tempo de concentração em horas.
L - Comprimento da bacia em Km.
i - declividade do rio principal em m/Km

$$T_c = 0{,}8773 \times \left(\frac{5{,}911}{\sqrt{24{,}6}}\right)^{0{,}64} = 0{,}98h$$

Tc = 1,11 horas = 66,50 minutos

V = L/Tc

V =	Velocidade Km/hora
L =	Comprimento da bacia em Km
Tc =	Tempo de concentração em horas

V = 3,37 Km/hora

Fórmula de CHPW

$$T_c = 57 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0{,}385}$$

Tc - tempo de concentração em minutos.
L - Comprimento da bacia em Km.
H- Diferença de cotas entre o ponto mais afastado da bacia e o ponto considerado em m. Esta diferença de cotas tem a seguinte relação:

$$H = L \times I$$

L - Comprimento do rio em m
I - Declividade equivalente constante em m/m

$$H = 5911 \times 0,0246 = 145,41$$

$$T_c = 57 \times \left(\frac{5,911^3}{145,41} \right)^{0,385} = 65,25m$$

Tc = 75,51 minutos

V = L/Tc

V =	Velocidade Km/hora
L =	Comprimento da bacia em Km
Tc =	Tempo de concentração em horas

V = 2,96 Km/hora

Fórmula de Picking

$$T_c = 5,3 \times \left(\frac{L^2}{i} \right)^{0,333}$$

Tc - tempo de concentração em minutos.
L - Comprimento da bacia em Km.
I - Declividade equivalente constante em m/m

$$T_c = 5,3 \times \left(\frac{5,911^2}{0,0246} \right)^{0,333} = 59,4m$$

Tc = 67,44 minutos

V = L/Tc

V = Velocidade Km/hora

L = Comprimento da bacia em Km

Tc = Tempo de concentração em horas

V = 3,32 Km/hora

Fórmula de TEMEZ

$$T_c = 0{,}3 \times \left(\frac{L}{i^{0{,}25}} \right)^{0{,}76}$$

Tc - tempo de concentração em horas.
L - Comprimento da bacia em Km.
S - declividade equivalente Constante em %.

$$T_c = 0{,}3 \times \left(\frac{5{,}911}{2{,}46^{0{,}25}} \right)^{0{,}76} = 0{,}98h$$

Tc = 0,88 horas = 52,82 minutos

V = L/Tc

V = Velocidade Km/hora

L = Comprimento da bacia em Km

Tc = Tempo de concentração em horas

V = 4,24 Km/hora

Fórmula de Giandotti

$$T_c = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1{,}5 \times L}{0{,}80 \times \sqrt{H}}$$

Tc - tempo de concentração em horas.
L - Comprimento da bacia em Km.
A - área da bacia em Km^2

H - altura média da bacia em metros

Tc = 3,92 horas = 235,23 minutos

V = L/Tc

V = Velocidade Km/hora

L = Comprimento da bacia em Km

Tc = Tempo de concentração em horas

V = 0,95 Km/hora

Fórmula que estamos usando

Tc = 0,0256*Raiz(L³/Dn)^0,77

Tc - tempo de concentração em horas.

L - Comprimento da bacia em m.

H - altura média da bacia em metros

Tc = 98,94 minutos

V = 2,26 Km/hora

Fórmula de Dodge

Tc= 21,88*A^0,41*So^-0,17

Tc= 96,24 minutos

V= 0,65 m/s

V= 2,33 Km/h

Bacias de 140 a 930Km²

A= área da bacia em Km²

So= declividade média do talveque em m/m

COMPARATIVO

Fórmulas	Tempo de concentração em minutos	Velocidade - Km/hora
Fórmula de Kirpich	**75,22**	**2,98**
Fórmula de Kirpich Modificada	**112,86**	**1,98**
Fórmula de Ven Te Show	**66,50**	**3,37**
Fórmula de CHPW	**75,51**	**2,96**
Fórmula de Picking	**67,44**	**3,32**
Fórmula de TEMEZ	**52,82**	**4,24**
Fórmula de Giandotti	**235,23**	**0,95**
Fórmula que estamos usando	**98,94**	**2,26**
Fórmula de Dodge	96,24	2,33

Destes separamos como de maior e melhor parâmetro para dimensionamento os da fórmula de kirpich modificada, e a fórmula mais utilizada e que empregamos atualmente como título de comparação, uma do método empírico, mas muito próxima a do método de kirpich, porém devido as condições de impermeabilização assim como tratamos anteriormente, este relatório optamos pela utilização da formula indicada com a que estamos usando pois esta considera os fatores determinantes a velocidade para o escoamento em maior evidência.

3.3 Distribuição de Chuvas

Segundo o manual de drenagem urbana, a precipitação máxima pontual não ocorre sobre toda a bacia ao mesmo tempo, esta precipitação é variável até em áreas menores, esta variação ocorre; pois, dificilmente há uma uniformidade de precipitação das chuvas, além do fato que esta ainda pode variar rapidamente durante a precipitação, durante um evento chuvoso há a apresentação de diferentes e variados núcleos de chuva, que nascem, crescem e desaparecem durante o evento.

Com base no exposto anteriormente ainda nos preocupamos ainda mais com a velocidade de escoamento e a intensidade de chuva o que nos levou a adotar para esta intensidade calculada uma posição de maior pragmatismo na escolha dos valores.

Por não ser um evento espacial estável, este é contornado pela avaliação estatística dos dados, onde extrai-se uma correlação espacial do evento chuvoso no entorno do ponto de máxima precipitação.

Segue apresentada a seguir a memória de cálculo para tal.

Intensidade de chuva

Lat = 19º 02' 25"
Long = 40º 32' 21"

k =	1309,205	
a =	0,23	
b =	15,375	
c =	0,821	
T =	50	Tempo de retorno em anos
t =	45,38	Tempo de concentração em minutos

$$I = \frac{k * T^{a}}{(b+Tc)^{c}} \quad \text{mm/h}$$

I= 110,52 mm/h

Cálculo do volume de afluente anual

Método do Engº Francisco Aguiar

R= 28,53 x H- 112,95 xH² + 351,91 x H³ - 118,74 x H⁴

R= 189,26 mm/ano

Va= (1/1000) x R x U x A

Va= 1.624.753,30 m³/ano

H=	**1,1**	**precipitação anual em m**
U=	**1,35**	**Coeficiente da bacia (tabela)**
A=	**6.359.139,03**	**área da bacia em m²**

Desta forma vemos os cálculos apontando aos limites máximos aos parâmetros de projeto a serem empregados no dimensionamento com sendo R = Precipitação escoada por ano em mm, igual a 189,26 mm por ano e Va = Volume de afluente anual em m³, igual a 1.624.753,30 m³ por ano.

3.4 Simulação dos Cenários e Determinação da Vazão de Pico

Assim juntando todos os dados até aqui já definidos podemos calcular a vazão de pico.

Definida pelo sistema de condutos pluviais ou de canais em redes de drenagem urbana, a microdrenagem é um sistema projetado para atender a drenagem de precipitações com risco moderado, já a macrodrenagem é para áreas de mais de 200 km² ou 200 há, o sistema de macrodrenagem deve ser projetado com maior capacidade que o de microdrenagem, com os riscos de prejuízos humanos e materiais potenciais, como no caso em questão, onde os prejuízos materiais ocorreram devido ao dimensionamento existente não mais atender as necessidades locais.

A seguir apresentamos a memória de cálculo desta vazão de pico.

VAZÃO MÁXIMA VERTIDA

Base de cálculo

Coeficiente de enxurrada	0,5	
Precipitação	110,52	mm/hora
Comprimento da bacia	3,73	km
Largura da bacia	1,70	km
Área da bacia	635,91	ha
Área da bacia	6,36	Km²

Fórmula Racional - Bacias pequenas até 80 ha

Q = (C*I*A)/360

C =	Coeficiente de enxurrada	
I =	Precipitação mm/hora	
A =	Área da bacia em ha	
Q =	**97,61**	**m³/seg**

Fórmula Racional modificada CCN, 1991 - de 200 até 500 ha

Q = 2,778*C*I*(A^0,9)/1000

Q =	**51,19**	**m³/seg**

Método I - PAI - WU Professor Hiroschi - vazão de cheia de 80 até 200 ha

Q =0,278*C*I*A^0,9*K

C =	Coeficiente de escoamento superficial	0,36
I =	Precipitação mm/hora	
A =	Área da bacia em Km²	
K =	Coeficiente de distribuição espacial da chuva - caso não tenha informações usar 0,99	
Q =	**57,58**	**m³/seg**

Método I - PAI - WU CNN,1991 - de 200 até 20.000 ha

$$Q=2,778.C.I.A^{D}.K$$

C =	Coeficiente de escoamento superficial	0,36
I =	Precipitação mm/hora	
A =	Área da bacia em ha	
K =	Coeficiente de distribuição espacial da chuva - caso não tenha informações usar 0,9	
Q =	**36,67**	**m³/seg**

Fórmula empírica de Ryves- Usada pelo DNOCS no Nordeste- até 1000 ha

Q = K* A^0,67

Q =	m³/Seg	
	Área da bacia em	
A =	Km²	
K =	Fator - 10 a 14 para bacias até 1000 ha e 7 a 10 para grandes bacias - acima de 1000 ha Usar fator de 12 a 14 por segurança	

		m³/se
Q =	**48,35**	**g**

Fórmula empírica I de Myer - até 1.000 ha

Q = 0,546*P*A

	Fator - aconselh	
P =	a 20	
	Área da bacia em	
A =	Km²	

		m³/se
Q =	**69,44**	**g**

Fórmula empírica II de Myer - acima de1.000 ha

Q = 1,76*P*Raiz(A)

	Fator - aconselh	
P =	a 20	
	Área da bacia em	
A =	Km²	

		m³/se
Q =	**88,77**	**g**

COMPARATIVO

Fórmula Racional - Bacias pequenas até 80 ha	**97,61**	**m³/Seg**
Fórmula Racional modificada CCN, 1991 - de 200 até 500 ha	**51,19**	**m³/Seg**
Método I - PAI - WU Professor Hiroschi - vazão de cheia - de 80 até 200 ha	**57,58**	**m³/Seg**
Método I - PAI - WU CNN,1991 - de 200 até 20.000 ha	**36,67**	**m³/Seg**
Fórmula empírica de Ryves- Usada pelo DNOCS no Nordeste- até 1000 ha	**48,35**	**m³/Seg**
Fórmula empírica I de Myer - até 1.000 ha	**69,44**	**m³/Seg**
Fórmula empírica II de Myer - acima de1.000 ha	**88,77**	**m³/Seg**

Para um plano de drenagem assim como este geralmente consideramos como vazão de projeto as do método I-Pai-Wu, que é um aprimoramento do método racional, para aplicações em bacias de 2 e 200 km², sua apresentação é muito

parecida com método racional, com a inclusão do coeficiente de distribuição espacial da chuva, porém para este plano adotamos uma forma mais conservadora e pragmática assim como os cálculos iniciais então portanto estaremos assumindo para este estudo em específico a vazão pelo Método Racional.

Canal

Copyright (2000) © GPRH

RELATÓRIO

Dimensionamento de Canais Retangulares

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Nome: Canalização Rodoviária
Empresa: Prefeitura de São Gabriel da Palha
Técnico: Alexandre G. Mansur Zaine
Local: Centro
Estado: Espírito Santo
Data: 29/05/2022

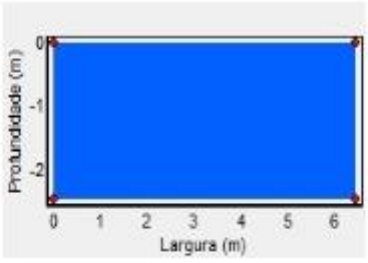
DADOS DE ENTRADA

INCÓGNITA DO PROBLEMA: Profundidade Normal

Vazão: 97,61 m3/s
Profundidade Normal: 2,460 m
Declividade: 0,0041 m/m
Coeficiente de Rugosidade: 0,0130
Folga: 0,00 m
Comprimento do Canal: 173,7 m
Largura da Base: 6,45

RESULTADOS

Área: 15,8688 m2
Perímetro Molhado: 11,371 m
Largura da Superfície: 6,450 m
Profundidade Crítica: 2,858 m
Número de Froude: 1,252
Regime de Escoamento: Supercrítico
Velocidade: 6,151 m/s
Energia Específica: 4,389 m
Movimentação de Terra: 2756,413 m3



Como podemos ver, acima segue os dados obtidos pelos cálculos de um canal retangular equivalente a vazão dos galerias especificadas para a canalização projetada, onde os dados principais mostram ainda uma certa folga mínima na seção devido a profundidade encontrada, 2,46 m apontando para o mesmo dimensionamento.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLHA PARA A CANALIZAÇÃO

Portanto foi escolhido para a canalização cujas justificativas e memórias de cálculo foram apresentadas neste relatório, as definições a saber:

a) Para o trecho compreendido entre a estaca 0 e à estaca 0 + 5,00 a Caixa de Transição 01 para adequar a canalização anterior a projetada;

b) Para o trecho compreendido entre a estaca 0 + 5,00 e à estaca 8 + 8,74 a galeria dupla de seção 3,00 x 3,00 m em classe 30;

c) Para o trecho compreendido entre a estaca 8 + 8,74 e à estaca 8 + 12,74 a Caixa de Transição 02 para adequar a canalização a ala da ponte existente;

5. PRODUTOS DO RELATÓRIO DO PROJETO DE ENGENHARIA PARA O PLANO DE DRENAGEM URBANA DO CANAL DA RODOVIÁRIA

5.1 Projeto geométrico

5.1.2 Planta perfil e seções transversais

5.1.2.1 Carta Planialtimétrica

5.1.2.2 Perfil Longitudinal

5.1.2.3 Seções Geométricas

5.1.3 Relatório Técnico do Plano de Drenagem

5.1.4 Projeto Estrutural

5.1.4.1 Projeto Galeria Dupla 3,00 x 3,00 m classe 30;

5.1.4.2 Caixa de Transição 01 classe 30;

5.1.4.3 Caixa de Transição 02 classe 30.

ALEXANDRE GONCALVES MANSUR ZAINE:09447525784

Assinado de forma digital por ALEXANDRE GONCALVES MANSUR ZAINE:09447525784
Dados: 2022.08.04 17:55:09 -03'00'

Alexandre G. Mansur Zaine

CREA-ES 043.313/D