



2	21/02/2022	R02	LFPS	RBB	RBB
1	09/12/2021	R01	LFPS	RBB	RBB
0	30/11/2021	EMIÇÃO INICIAL	LFPS	RBB	RBB
REV.	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	ELAB.	VERIF.	APROV.
CLIENTE: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>					
EMPREENHIMENTO: TRIUMPH					
ÁREA: CIVIL					
TÍTULO: RESPOSTAS AO PARECER 051/2021 - CEIV					
ELAB. LFPS		VERIF. RBB		APROV. RBB	
				RESP. TEC.: RBB CREA Nº 110.503-1	
CÓDIGO DOS DESCRITORES			DATA		Folha: de
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px;"></div> </div> </div>			21/02/22		1 de 12
Direitos Autorais Reservados ® – Lei Nº 5194/66			Nº DO DOCUMENTO: FG-TPH-BSRE-FUN-0002-R02 REVISÃO 2		



1 - INTRODUÇÃO	3
2 - DOCUMENTOS DE CONSULTA	3
3 - PERFIL DO TERRENO	3
4 - CONSIDERAÇÕES DA CEIV	6
4.1 - EXECUÇÃO DE TIRANTES	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.2 - SISTEMA TOP-DOWN	6
4.3 - DRENAGEM PLUVIAL	8
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	12





1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório traz as considerações técnicas referentes às considerações apresentadas pela Comissão Permanente de Análise de Estudos de Impacto de Vizinhança – CEIV, da Secretaria de Planejamento e Gestão Orçamentária do município de Balneário Camboriú/SC, por meio do Parecer 051/2021, especificamente nos itens 9 (execução de tirantes) e 21 (drenagem pluvial).

2 - DOCUMENTOS DE CONSULTA

Para elaboração do presente relatório fez-se a consulta aos seguintes documentos:

- ABNT NBR 6122:2019 – Projeto e execução de fundações.
- ABNT NBR 5629:2018 – Tirantes ancorados no terreno – Projeto e execução.
- ABNT NBR 15.645:2020 – Execução de obras utilizando tubos e aduelas pré-moldados em concreto.
- ABNT NBR 12.266:1992 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana.
- ABEF (2016) – Manual de Execução de Fundações – Práticas Recomendadas.
- BORNSALES (2021) – Projeto de investigação geotécnica. Ref. FG-TRI-BSDE-INV-0001-R03.
- BRASECOL (2020) – Relatório de sondagem. Referência: SG 00043/20.
- SOLO (2021a) – Relatório de sondagem à percussão SPT. Referência: 6635.
- SOLO (2021b) – Relatório de sondagem mista SM. Referência: 369.

3 - PERFIL DO TERRENO

O perfil estratigráfico preliminar do terreno foi elaborado a partir dos resultados de 2 (dois) furos de sondagem mista, realizados por Brasecol (2020). Novas campanhas de investigação geotécnica foram apresentadas, de forma a complementar o estudo da análise do perfil de solo-alteração-rocha do terreno.

O perfil estratigráfico preliminar do terreno pode ser descrito da seguinte forma, conforme apresentado na figura 1:

- **N.T. a 24 m:** camadas intercaladas de areia fina siltosa e argila mole, de baixa resistência;
- **24 a 28 m:** areia argilosa compacta.
- **27 a 36 m:** solo residual (argila pouco arenosa) duro.
- **36 a 40 m:** variação do topo rochoso (granito).

O nível do lençol freático está entre **1,5 e 2,0 m de profundidade** em relação ao nível do terreno (N.T.).



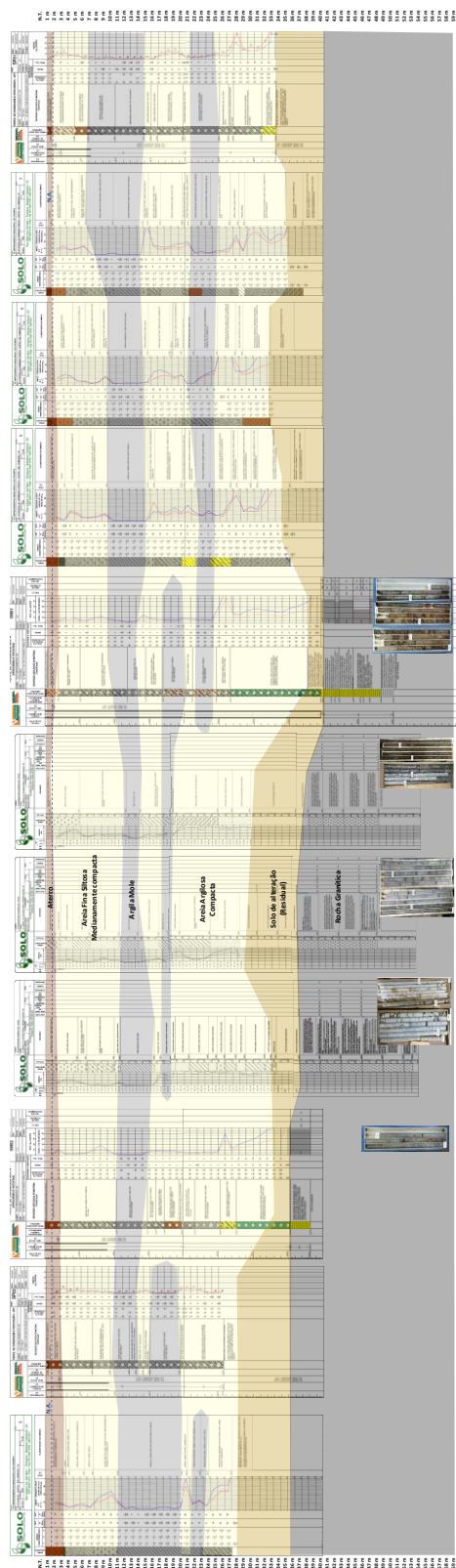


Figura 1 – Perfil estratigráfico do terreno a partir dos furos de sondagem mista (SM) e a percussão (SPT).

Na figura 2 é apresentado, com mais detalhes, as descrições do maciço rochoso apresentado no relatório de sondagem mista Brasecol (2020) e SOLO (2021b). A rocha identificada é Granito Valsungana, cujas classificações quanto ao grau de alteração (A1/A3), grau de fraturamento (F1/F5) e designação da qualidade da rocha (R2/R5) podem ser observadas com mais detalhes.

Quadro 1 – Indicativos de qualidade do maciço rochoso.

Grau de Alteração		Grau de Fraturamento		Grau de Coerência	
A1	Rocha sã	F1	Rocha pouco fraturada	C1	Rocha muito coerente
A2	Rocha pouco alterada	F2	Rocha fraturada	C2	Rocha coerente
A3	Rocha medianamente alterada	F3	Rocha muito fraturada	C3	Rocha pouco coerente
A4	Rocha muito alterada	F4	Rocha extremamente fraturada	C4	Rocha friável
A5	Rocha extremamente alterada	F5	Rocha fragmentada		

Designação da Qualidade da Rocha (RQD%)		
R1	Qualidade excelente	100 - 91%
R2	Qualidade boa	90 - 76%
R3	Qualidade regular	75 - 51%
R4	Qualidade pobre	50 - 26%
R5	Qualidade muito pobre	25 - 0%

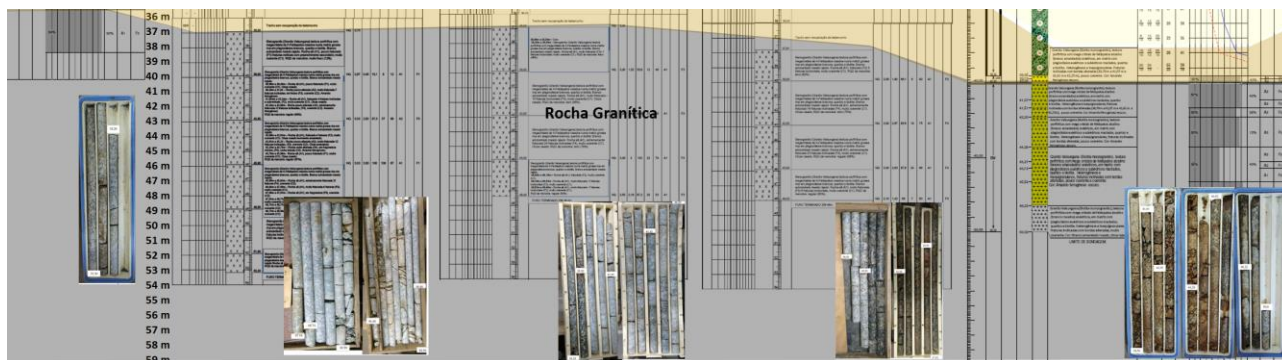


Figura 2 – Perfil rochoso no terreno.

Na figura 3 tem-se um desenho esquemático, da projeção em corte, da implantação do pavimento subsolo do empreendimento no perfil geotécnico do terreno. As fundações serão projetadas em estacas embutidas no maciço rochoso. O pavimento em subsolo terá implantado, ao longo do seu perímetro, sistema de contenção em cortina estanque (parede diafragma) com elementos de travamento horizontal.

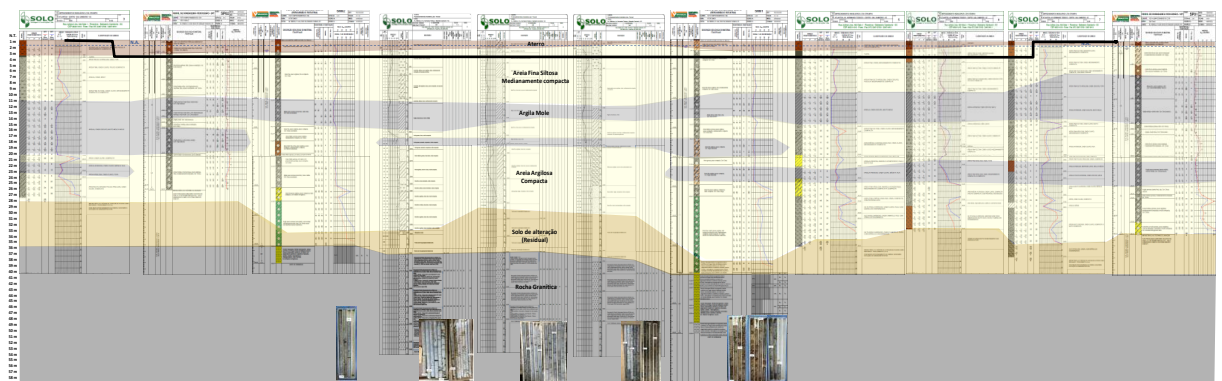


Figura 3 – Desenho esquemático, da projeção em corte, da implantação do subsolo com o perfil geotécnico do terreno.

4 - CONSIDERAÇÕES DA CEIV

A Comissão Permanente de Análise de Estudos de Impacto de Vizinhança – CEIV, por meio do Parecer 051/2021, especificamente nos itens 9 (execução de tirantes) e 21 (drenagem pluvial).

Para o empreendimento em análise, prevê-se a implantação dos pavimentos subsolo utilizando a técnica de cima para baixo (top-down), cuja grande vantagem é a não realização dos tirantes, além da grande rigidez resultante na contenção em etapas de escavação, com mínima perturbação dos vizinhos.

4.1 - Sistema top-down

A técnica de execução das escavações do subsolo de cima para baixo (top-down) tem por objetivo proporcionar que a escavação alcance o nível da fundação, antes da elevação da estrutura da edificação atinja os limites de carga dos apoios provisórios. A estrutura para ser erguida, não precisa estar com a fundação concluída. A estrutura começa a subir enquanto outra frente de trabalho segue nas escavações até o nível da fundação.

Milititsky (2016) apresenta desenhos esquemáticos com a sequência executiva do sistema top-down, neste caso com a implantação de três subsolos sem a possibilidade de tirantes (ver figura 4). Inicialmente é implantada a contenção periférica à escavação, denominada de cortina (parede diafragma), de forma a permitir a escavação até a cota final (1ª Etapa). Escava-se o terreno até o nível do primeiro subsolo e executa-se parte da laje, cuja estrutura parcial na periferia serve como travamento para a sequência da escavação (2ª Etapa). Executa-se a escavação interna na obra, deixando berma calculada para não permitir grandes deslocamentos dos vizinhos, até o nível de implantação das fundações da Torre (3ª e 4ª Etapas). Executam-se as fundações (5ª Etapa). Implanta-se a estrutura, removendo simultaneamente a berma (6ª Etapa).

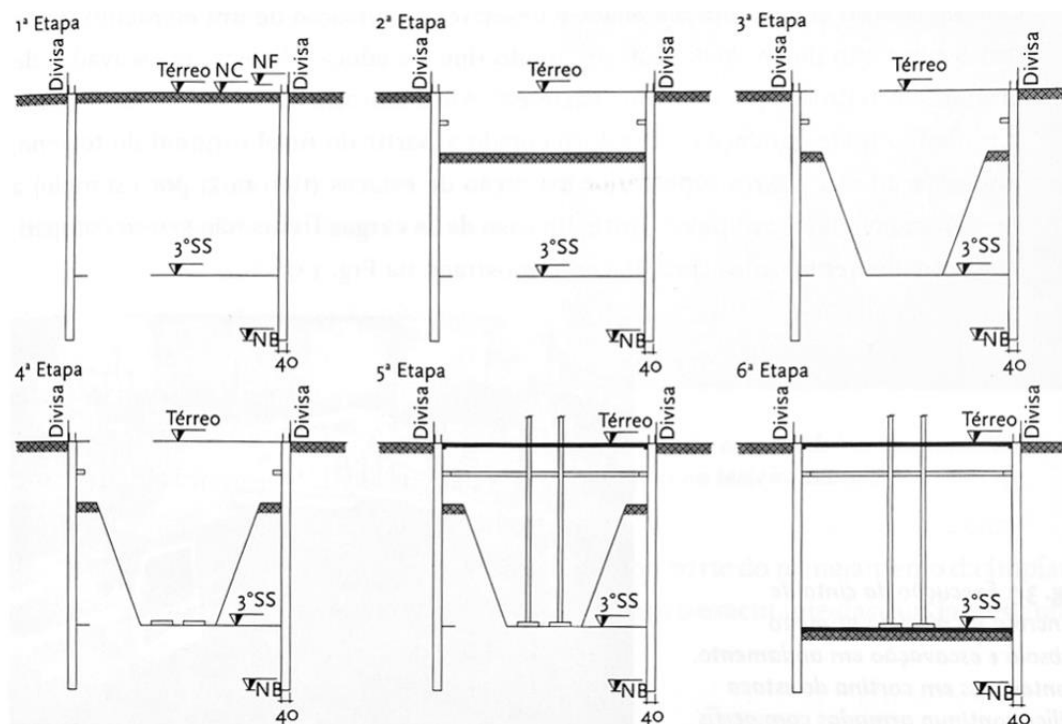


Figura 4 – Sequência executiva top-down (Milititsky, 2016).

Dependendo das condições locais de solo e da geometria da escavação, as fundações dos pilares contrais (não coincidentes com os limites da obra) podem ser executadas a partir do nível original do terreno ou de um nível intermediário.

Na figura 5 tem-se uma imagem de satélite da área do terreno e seu entorno. Constata-se a presença de algumas edificações lindeiras ao terreno na direção sul (rua 4000) e uma edificação lindeira na direção norte (Aurora Residence). Nas direções leste (Av. Atlântica) e oeste (Av. Normando Tedesco) não há edificações vizinhas ao terreno.

Para elaboração do projeto de contenção deverão ser levantadas as cotas de implantação das edificações vizinhas (sul e norte), observando se foram implementadas escavações nos terrenos, as fundações executadas (tipos, cotas de apoio), estruturas de contenção (tipo e cota de apoio), e eventuais estruturas enterradas (por ex. cisternas, piscinas). Para os alinhamentos das avenidas (Atlântica e Normando Tedesco) deverão ser levantados dispositivos de infraestrutura enterrados, tais como tubulações (esgoto, água, drenagem pluvial) e dutos (gás, energia).

Os níveis de implantação das lajes de travamento e a sequência de escavação do terreno até o nível de consolidação das fundações dependerão destes levantamentos e do planejamento da implantação da obra.



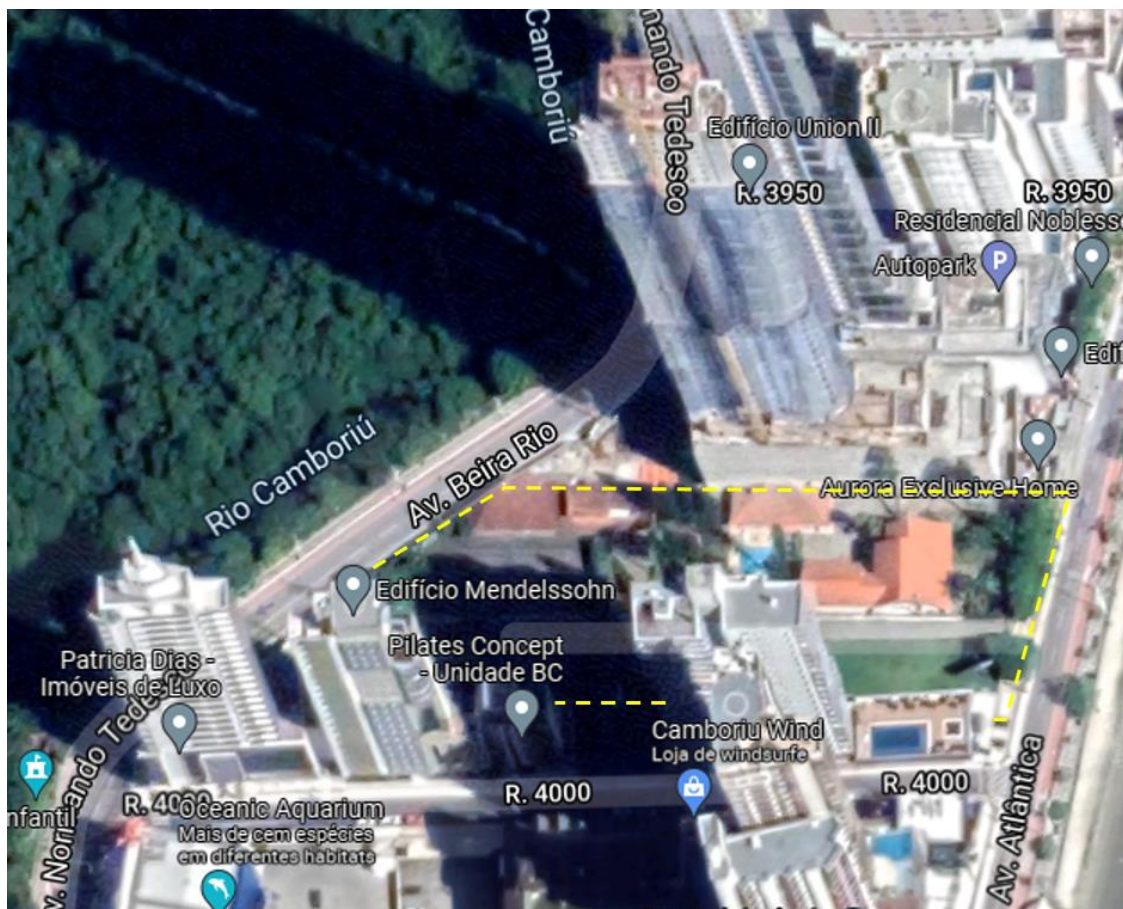


Figura 5 – Imagem de satélite da área do terreno e seu entorno (Fonte: Google Maps®).

4.2 - Drenagem pluvial

Segundo o parecer emitido pela CEIV, tem-se a seguinte consideração (pág. 4):

21. No item “2.10.5 Efluente de Drenagem e Águas Pluviais Geradas”, na fase de implantação, cita que “será implantada drenagem provisória para captação das águas no momento de execução das obras de instalação do empreendimento”. Desta forma, apresentar a descrição/plano/projeto da drenagem pluvial provisória e informação da destinação final.

A implantação de um sistema de drenagem pluvial provisório tem por finalidade coletar e escoar as águas da chuva durante o período de execução das obras, bem como servir de apoio para o sistema temporário de controle do rebaixamento do lençol freático.



A drenagem provisória será dotada de dispositivos tais como caixa de ligação e passagem (CLP), bocas de bolo (BL) e tubulação de ligação e rede. O sistema temporário de controle e rebaixamento do lençol freático será implantado por meio de ponteiros filtrantes e sistema de bomba-vácuo.

Para a estimativa da vazão de projeto e dimensionamento dos diâmetros das tubulações da drenagem pluvial pode-se utilizar o Método Racional, o qual utiliza o coeficiente de escoamento superficial equivalente, a intensidade de chuva de projeto e a área de contribuição.

- Área aproximada de contribuição do terreno: $A = 7.000 \text{ m}^2$;
- Implantação de edificação multifamiliar: $c = 0,85$
- Para a estimativa da chuva de projeto, adotou-se como referência os valores sugeridos por Nerilo e outros (2002)¹ para o regime de chuvas do município de Camboriú-SC. Para um tempo de concentração da rede de drenagem de 5 minutos e tempo de recorrência de 5 anos (drenagem provisória), tem-se uma intensidade de chuva igual a $188,2 \text{ mm/h}$.

Para o cálculo da vazão pelo Método Racional, tem-se:

$$Q_{TR=5\text{anos}} = \frac{c \cdot i \cdot A}{3,6} = \frac{0,85 \cdot 188,2 \cdot 0,007}{3,6} = 0,31 \text{ m}^3/\text{s} = 18.600 \text{ litros/min}$$

Para o atendimento da vazão oriunda do sistema temporário do lençol freático, estimou-se, de forma conservadora, a implantação em todo o perímetro do subsolo, considerando a profundidade de rebaixamento de 9 metros.

Sabe-se que esta altura de rebaixamento ocorrerá somente na área de projeção da Torre. No embasamento, prevê-se uma escavação próxima a 4 metros, o que resultará numa menor altura de rebaixamento do lençol freático. Na figura 6 tem-se os dados da estimativa de vazão para o rebaixamento do lençol freático.

Para os cálculos do diâmetro da tubulação de concreto, assumiu-se uma declividade longitudinal de 1% e a rugosidade da parede da tubulação igual a 0,013. Somaram-se as vazões oriundas da chuva de projeto ($Q_1 = 0,31 \text{ m}^3/\text{s}$) e do sistema de rebaixamento do lençol freático ($Q_2 = 0,032 \text{ m}^3/\text{s}$), tendo-se a vazão total ($Q_{\text{total}} = 0,342 \text{ m}^3/\text{s}$).

¹ Nerilo, N. Medeiros, P.A. e Cordero, A. – Chuvas intensas do estado de Santa Catarina. Editora FURB/UFSC. Blumenau/Florianópolis, 2002.



Os sistemas de drenagem pluvial das avenidas Atlântica e Normando Tedesco deverão atender esta vazão ao longo do período das obras de implantação do empreendimento. A consulta à Emasa ou mesmo o levantamento cadastral dos sistemas de drenagem pluvial existentes deverá confirmar os diâmetros das tubulações ou seções das galerias implantadas.

10



Figura 6 – Dados de cálculo do sistema de rebaixamento do lençol freático.





5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente relatório foram descritos o perfil estratigráfico do terreno de implantação do empreendimento TRIUMPH, as considerações técnicas referentes à execução de tirantes como elementos de ancoragem da cortina de contenção, para implantação do pavimento subsolo e ao sistema provisório de drenagem pluvial e do rebaixamento temporário do lençol freático.

A técnica de execução das escavações urbanas de cima para baixo (top-down) não requer o uso de tirantes como elementos de travamento das contenções.

O uso do sistema de rebaixamento temporário do lençol freático com ponteiros filtrantes é usual em obras no município, sendo uma técnica consagrada no meio técnico da engenharia, utilizando a rede de drenagem pública como corpo receptor.

As soluções técnicas abordadas são normativas e perfeitamente viáveis para a implantação do empreendimento TRIUMPH TOWER, observando aspectos da vizinhança e levantamentos a serem, de fato, realizados na fase prévia dos projetos executivos.

Balneário Camboriú, 21 de fevereiro de 2022.

Luis Fernando P. Sales
Engenheiro Civil, M.Sc.
CREA/SC 039.164-3

Ricardo Bergan Born
Engenheiro Civil, M.Eng.
CREA/SC 110.503-1

