



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	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> -- -- </div> </div>				09/12/21	
				Folha: 1 de 12	
Direitos Autorais Reservados ® – Lei Nº 5194/66				Nº DO DOCUMENTO: FG-TPH-BSRE-FUN-0002-R01 REVISÃO 1	



1 - INTRODUÇÃO	3
2 - DOCUMENTOS DE CONSULTA	3
3 - PERFIL DO TERRENO	3
4 - CONSIDERAÇÕES DA CEIV	6
4.1 - EXECUÇÃO DE TIRANTES	6
4.2 - DRENAGEM PLUVIAL	9
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.).



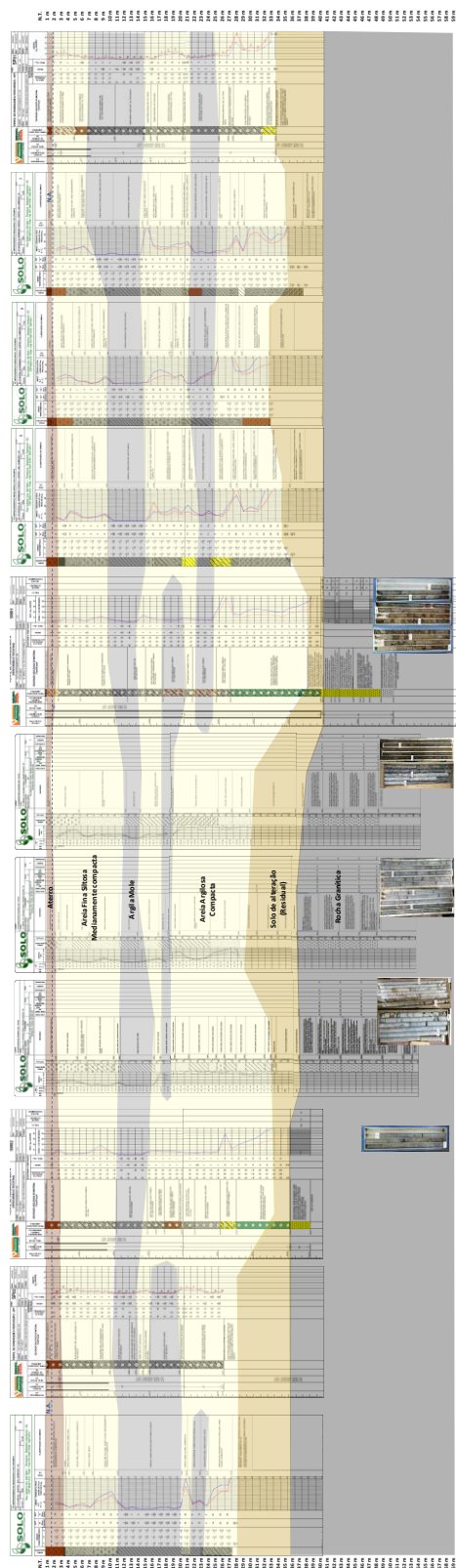


Figura 1 – Perfil estratigráfico do terreno a partir dos furos de sondagem mista (SM) e a percussão (SPT).

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%

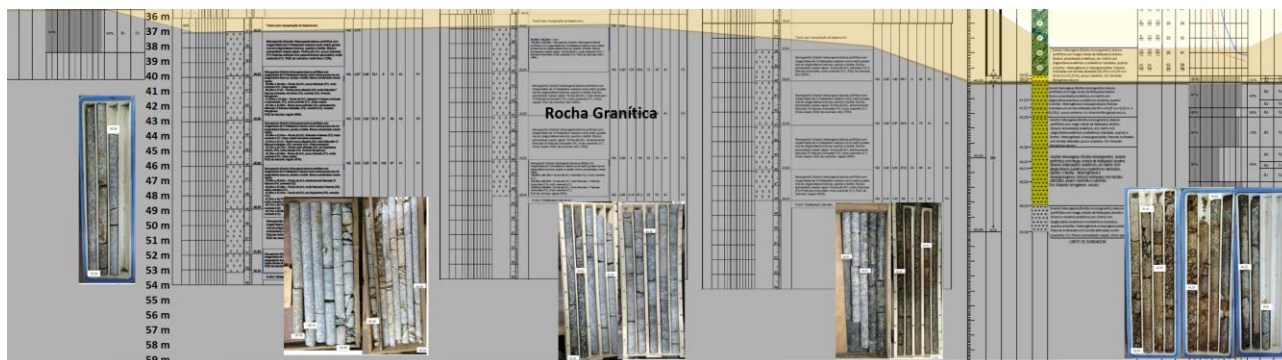


Figura 2 – Perfil rochoso no terreno.

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), provavelmente ancorada por tirantes.

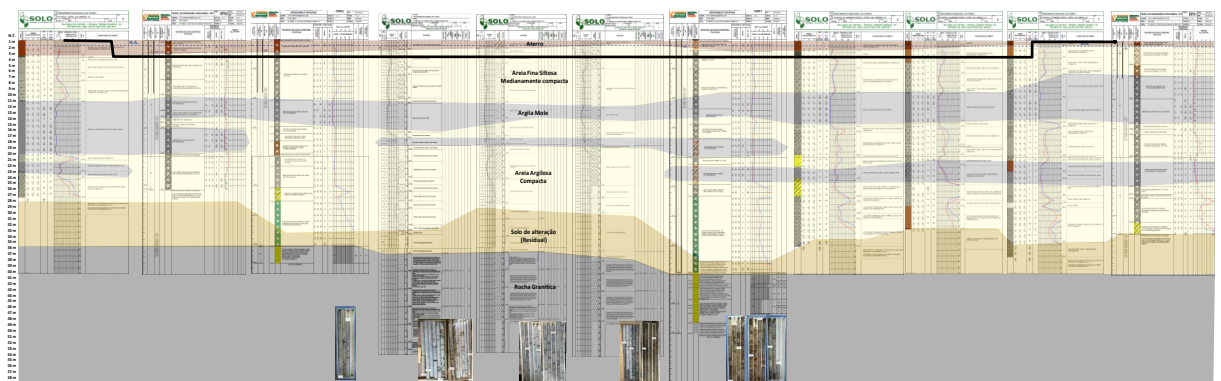


Figura 3 – Desenho esquemático, da projeção em corte, da implantação do subsolo com o perfil geotécnico do terreno.

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).

4.1 - Execução de tirantes

Segundo o parecer emitido pela CEIV, tem-se a seguinte consideração (pág. 2):

9. Conforme descrição do item 5 do 1º complemento, haverá o uso de tirantes para travamento das contenções do subsolo. Especificar como será realizando este travamento nas divisas com as ruas lindeiras, bem como com os lotes vizinhos.

A execução de tirantes ancorados no terreno é considerada técnica consagrada em soluções de contenção para implantação de pavimentos subsolo em áreas urbanas. As diretrizes de projeto, execução e monitoramento são descritas na **ABNT NBR 5629:2018 Tirantes ancorados no terreno – Projeto e execução**.

Outra referência para a execução de tirantes é o **Manual de Execução de Fundações – Práticas Recomendadas**, publicação técnica da Associação Brasileira de Empresas de Engenharia de Fundações e Geotecnia (ABEF), que traz no **Grupo B – Contenções**, a descrição dos equipamentos, equipes, procedimentos executivos, atividades, responsabilidades, procedimentos para verificação e avaliação dos serviços, especificação dos materiais, manutenção e segurança do trabalho, todos voltados à implantação de tirantes.

Segundo a NBR 5629, o conceito de tirantes é: dispositivo capaz de transmitir esforços ativos de tração distribuídos a uma região estável do terreno, sendo constituído de cabeça, trecho livre e trecho ancorado ou



bulbo. Pode ser considerado como provisório (tirante com prazo previsto de utilização inferior a 2 (dois) anos, a partir da sua instalação); ou permanente (tirante com prazo previsto de utilização superior a 2 (dois) anos).

Para o empreendimento em análise, prevê-se a utilização dos tirantes como provisórios, visto que, com a execução dos pavimentos subsolo, haverá o travamento da cortina por meio das lajes. Após este travamento na estrutura, os tirantes poderão ser desabilitados (alívio das cargas de protensão).

A NBR 5629 especifica as etapas de projeto, execução e manutenção e inspeção periódica de tirantes. Especificamente para elaboração do projeto, tem-se os seguintes dados a serem disponibilizados e analisados:

- a) Relatório de investigação geológico-geotécnico;
- b) Levantamento planialtimétrico cadastral;
- c) Informações relativas aos elementos interferentes (deve ser feito levantamento das tubulações subterrâneas, das fundações existentes e das especificações relativas à implantação e ao funcionamento dos tirantes ancorados no terreno);
- d) Interações entre as construções próximas (consideração sobre as sobrecargas nas áreas de influência, as escavações nas imediações, o estabelecimento dos prazos previstos para a utilização dos tirantes (provisórios ou permanentes), a sequência executiva);
- e) Condições na época do projeto em relação à legislação vigente relativa à implantação e execução dos tirantes.

Tais dados serão analisados na etapa de elaboração do projeto de engenharia da solução de contenção ao longo do perímetro do pavimento subsolo. São considerados como documentos de consulta e devem apresentar informações completas a respeito do perfil geotécnico do terreno, dos elementos interferentes, das construções próximas e da legislação vigente.

Na figura 4 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).

A especificação dos tirantes (cargas de protensão, diâmetro e comprimento da armadura, comprimentos dos trechos livres e ancorados) e os seus posicionamentos ao longo do perímetro da contenção (parede diafragma) serão definidos a partir destes levantamentos de campo, conforme especificado pela própria NBR 5629.

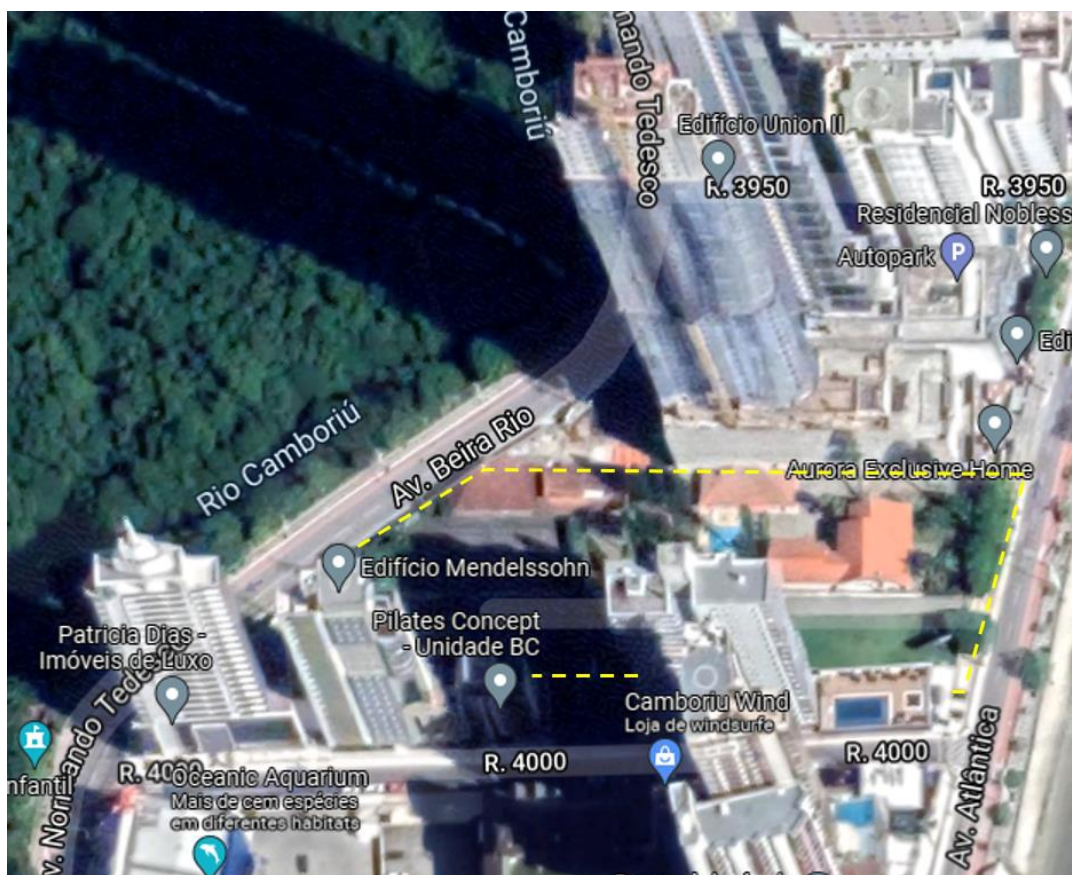


Figura 4 – Imagem de satélite da área do terreno e seu entorno (Fonte: Google Maps®).

É perfeitamente possível implantar tirantes em solos, compatibilizando o projeto de contenção com os projetos/levantamentos de informações das fundações e implantações das edificações vizinhas.

Cabe destacar que os tirantes são elementos de ancoragem em solo que visam promover a segurança às escavações obrigatórias no terreno, bem como minimizar os deslocamentos das edificações vizinhas.

Experiência adquirida em outros projetos e obras de contenção na região (Balneário Camboriú, Itajaí e Itapema), cujo perfil geotécnico do solo apresenta camadas intercaladas de areia e argila mole, com presença de água do lençol freático, tem levado ao uso de tirantes autoinjetáveis ou autoperfurantes.



Os tirantes autoperfurantes são constituídos de elemento monobarra vazado, cuja perfuração é realizada com sua própria barra e acessórios, ficando todos incorporados na perfuração, e injetado simultaneamente com a calda de cimento ou outro fluído aglutinante. O uso deste tipo de tirante tem minimizado efeitos adversos (erosão interna no solo, concentração de fluxo de água na boca do furo) durante a execução dos tirantes, visto que o processo de perfuração, instalação da armadura e injeção da calda ocorre de forma simultânea, portanto, em menor tempo.

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

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





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 mm/h.

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

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

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 ($Q_{\text{total}} = 0,342 \text{ m}^3/\text{s}$).

$$\phi_{\text{Tubulação}} = 1,55 \cdot \left(\frac{Q \cdot n}{\sqrt{I}} \right)^{3/8} = 1,55 \cdot \left(\frac{0,342 \cdot 0,013}{\sqrt{\left(\frac{1}{100} \right)}} \right)^{3/8} = 0,48 \text{ m} = \text{DN600 mm}$$

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.



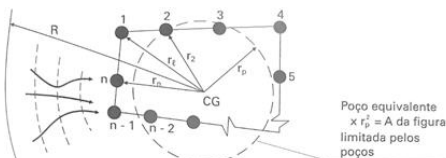
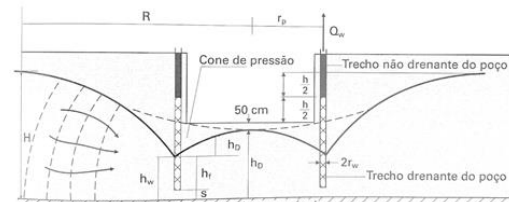
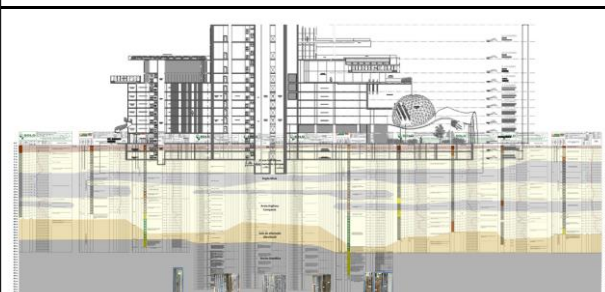
DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE REBAIXAMENTO DO N.A.			
1- DADOS DE ENTRADA			
Parâmetros de permeabilidade do solo:			
$k_v =$	2,0E-04	m/s	Coef. de permeabilidade vertical do solo
$k_v/k_h =$	0,5	a dm	Relação entre permeabilidade vertical e horizontal
Alturas relativas ao lençol freático			
$h_0 =$	0,50	m	Altura do lençol rebaixado em relação ao impermeável
$h_R =$	0,50	m	Altura do lençol rebaixado em relação ao nível de escavação
$h_e =$	9,00	m	Altura de escavação do terreno
Dimensões das ponteiros e poços:			
$d_p =$	0,0318	11/4"	Diâmetro das ponteiros
$d_w =$	0,1016	4"	Diâmetro dos poços onde serão instaladas as ponteiros
$h_f =$	0,70	m	Altura de água dentro das ponteiros (altura filtrante)
Dimensões da área a ser rebaixada:			
$B =$	43,00	m	Largura da área a ser rebaixada
$L =$	116,00	m	Comprimento da área a ser rebaixada
$xf =$	-1,00	m	Afastamento das ponteiros em relação à largura (B)
$yf =$	-1,00	m	Afastamento das ponteiros em relação ao comprimento (L)
 <p>Poço equivalente $\times r_p^2 = A$ da figura limitada pelos poços</p>			
 <p>Cone de pressão</p> <p>Trecho não drenante do poço</p> <p>50 cm</p> <p>Trecho drenante do poço</p> <p>Impermeável</p>			
			
2- DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA COM PONTEIRAS			
Altura total do lençol freático e área de rebaixamento:			
$H =$	10,00	m	Altura do lençol freático em relação ao impermeável
$A =$	4674	m ²	Área limitada pelos poços e ponteiros filtrantes
Raios dos poços e ponteiros filtrantes:			
$r_p =$	38,57	m	Raio do poço equivalente à área a ser rebaixada
$R =$	403,05	m	Raio de influência do rebaixamento
$FS =$	1,20	a dm	Fator de segurança
Vazão de projeto:			
$Q =$	0,027	m ³ /s	Vazão total do sistema de rebaixamento
$Q_{proj} =$	0,032	m ³ /s	Vazão total de projeto em m ³ /segundo
$Q_{proj} =$	116	m ³ /h	Vazão total de projeto em m ³ /hora
Dimensionamento das ponteiros filtrantes:			
$r_w =$	0,051	m	Raio de influência de cada ponteira
$Q_w =$	2,11E-04	m ³ /s	Vazão de cada ponteira filtrante
$Q_w =$	0,76	m ³ /h	Vazão de cada ponteira filtrante
$v =$	9,43E-04	m/s	Velocidade de fluxo na entrada do filtro
$n =$	153	unit.	Quantidade de ponteiros filtrantes
$a =$	2,1	m	Afastamento entre ponteiros
$z_p =$	11,0	m	Profundidade da ponta das ponteiros
Cálculo reverso para quantidade de ponteiros:			
$n =$	280	unit.	Quantidade de ponteiros filtrantes
$a =$	1,20	m	Afastamento entre ponteiros
Fenômeno de areia movediça e ruptura de fundo:			
$\gamma_{solo} =$	19,00	kN/m ³	Peso específico do solo saturado
$\gamma_{sub} =$	9,00	kN/m ³	Peso específico do solo submerso
$f_p =$	0,24	kN/m ³	Pressão de percolação
$FS =$	38,2	m	Fator de segurança para ruptura de fundo
3- DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA MOTOR-BOMBA			
Potência do motor para acionamento da bomba:			
$\gamma_w =$	10,0	kN/m ³	Peso específico do fluido a ser elevado
$H_{reserv.} =$	2,00	m	Altura do reservatório em relação ao nível do terreno
$H_{N.A.} =$	1,20	m	Profundidade do N.A. em relação ao nível do terreno
$H_{manom.} =$	12,70	m	Altura manométrica de elevação
$\eta =$	67	%	Rendimento global do conjunto elevatório
$P =$	8,0	HP	Potência do motor para cionamento da bomba
$P =$	10	HP	Potência do motor corrigida

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.

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, 9 de dezembro de 2021.

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

