



Reforço De Contenção com a Técnica De Solo Grampeado

Antônio Felipe de Miranda
Engenheiro Civil, Solotrat Engenharia Geotécnica, São Paulo, Brasil,
felipe.miranda@solotrat.com.br

George Joaquim Teles de Souza
Engenheiro Civil, Diretor, Solotrat Engenharia Geotécnica, São Paulo, Brasil,
georgeteles@solotrat.com.br

Ricardo Brendolan
Engenheiro Civil, Gerente Comercial, Solotrat Engenharia Geotécnica, São Paulo, Brasil,
ricardo@solotrat.com.br

José Eduardo Moeller Hosken
Engenheiro Civil, Diretor, MHosken Consultoria de Fundações e Mecânica dos Solos, Santo André, Brasil, hosken@mhosken.com.br

RESUMO: Devido à ruptura e desestabilização de uma contenção executada com a técnica de geogrelha e blocos de concreto, ocorrida em um muro de contenção de uma grande rede varejista de Minas Gerais. O fato provocou a interdição de uma via pública devido ao risco de acidentes com transeuntes. O reforço foi projetado com utilização da técnica de solo grampeado. Para o plano de ataque da obra, se fez necessário uma avaliação criteriosa, de modo a não expor os colaboradores a risco. Este artigo abordará sobre a técnica aplicada, o método executivo e as dificuldades encontradas para a execução da obra.

PALAVRAS-CHAVE: Solo Grampeado, Reforço de Contenção, Contenção de talude

ABSTRACT: Due to the rupture and destabilization of a containment carried out using the geogrid and concrete block technique, which occurred in a containment wall of a large retail chain in Minas Gerais. The incident led to the closure of a public road due to the risk of accidents with passers-by. The reinforcement was designed using the soil nailing technique. For the project's attack plan, a careful assessment was necessary, so as not to expose employees to risk. This article will address the applied technique, the executive method and the difficulties encountered in carrying out the work.

KEYWORDS: Soil Nailing, Containment reinforcement, Slope Containment

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.





sefe 10

1 Introdução

A ruptura de uma contenção utilizando sistema de geogrelhas e face de blocos, executada para uma rede varejista de supermercados em Nova Lima / MG, provocou a interdição da avenida de acesso ao bairro Chácara Bom Retiro, na mesma cidade. Embora o ponto de ruptura tenha sido pequeno, a contenção em si apresentava trincas e movimentações incompatíveis com as normas de prevenção e segurança. A figura 1 apresenta o ponto de ruptura da contenção.



Figura 1. Cortina com ponto de ruptura

A figura 02 mostra o local da ruptura da contenção de forma mais aproximada.

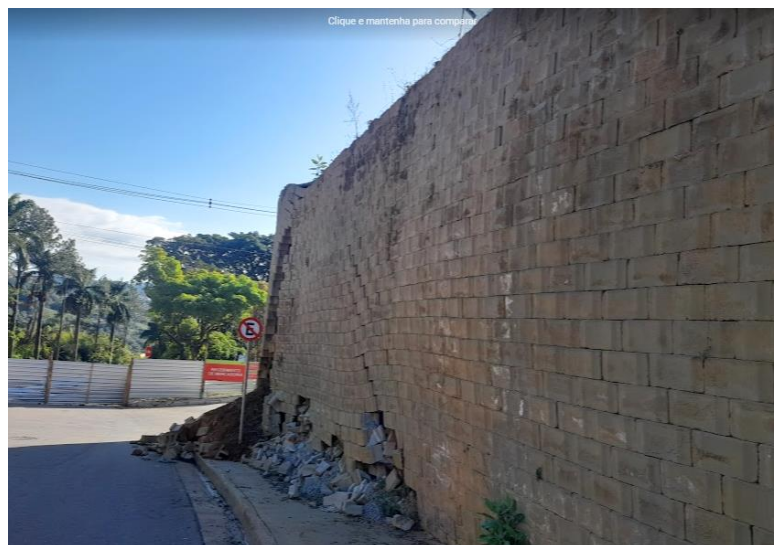


Figura 2. Local da ruptura da contenção

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.



A solução proposta para a recuperação do local e a liberação da via de acesso ao bairro, foi o reforço da contenção com o emprego da técnica de solo grampeado. Para a contenção que possui cerca de 8,0 (oito) metros de altura e 63,0 (sessenta e três) metros de comprimento, foram dimensionados grampos com 12,0 (doze) e 10,0 (dez) metros de comprimento. As três primeiras linhas de grampos foram instaladas com comprimento de 12,0 (doze) metros e as outras cinco linhas com 10,0 (dez) metros de comprimento. A figura 3 apresenta a implantação do projeto de reforço da obra.

A região da curva é a região mais crítica da contenção, onde ocorreu a ruptura parcial da contenção inicial. O projeto optou por reforçar esta região por meio de malha dupla de grampos ortogonais, melhorando inclusive o tratamento do maciço através das reinjeções setorizadas dos grampos.

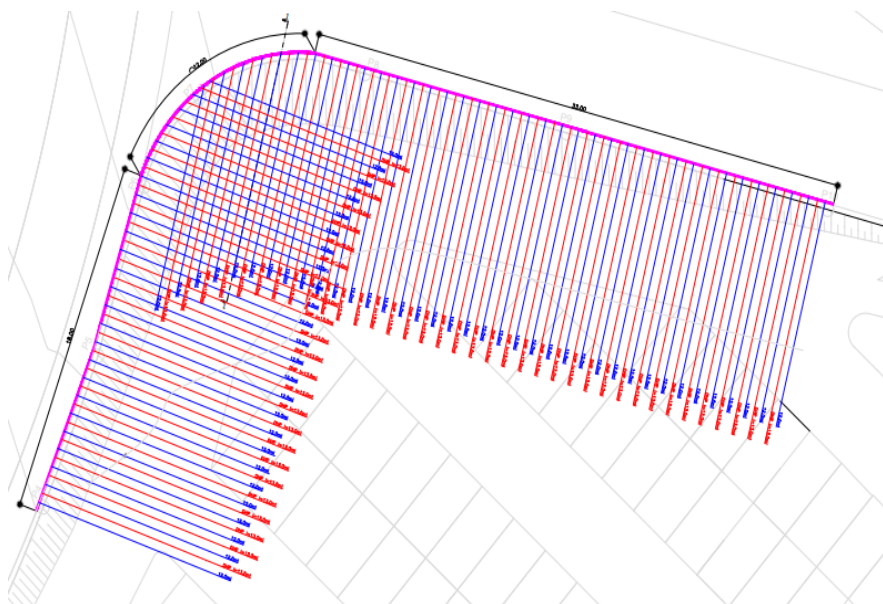


Figura 3. Implantação da obra

Para a disposição dos grampos foram utilizados os espaçamentos de 1,0 (um) metro na horizontal e 0,90 m (noventa) centímetros na vertical. Com esse dimensionamento o projeto obteve coeficiente de segurança à ruptura global de 2,43.

O projeto adotou esta disposição dos grampos para facilitar suas perfurações e diminuir o entrelaçamento dos mesmos, aumentando o tratamento na área crítica.

O projeto adotou o método de cálculo que trata o solo grampeado como bloco monolítico, sendo assim, o paramento não tem função estrutural. O revestimento da face da contenção foi executado com concreto projetado $f_{ck}=20$ (vinte) MPa, com adição de fibra sintética de polipropileno na proporção de 6 (seis) kg/m^3 , e 10 (dez) centímetros de espessura.

Também foram instaladas duas linhas de DHP (drenos sub-horizontais profundos), a linha superior com 13,0 (treze) metros e 12,0 (doze) metros na linha inferior.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.



A figura 4 apresenta o corte típico do projeto mostrando a disposição das linhas de grampos e drenos.

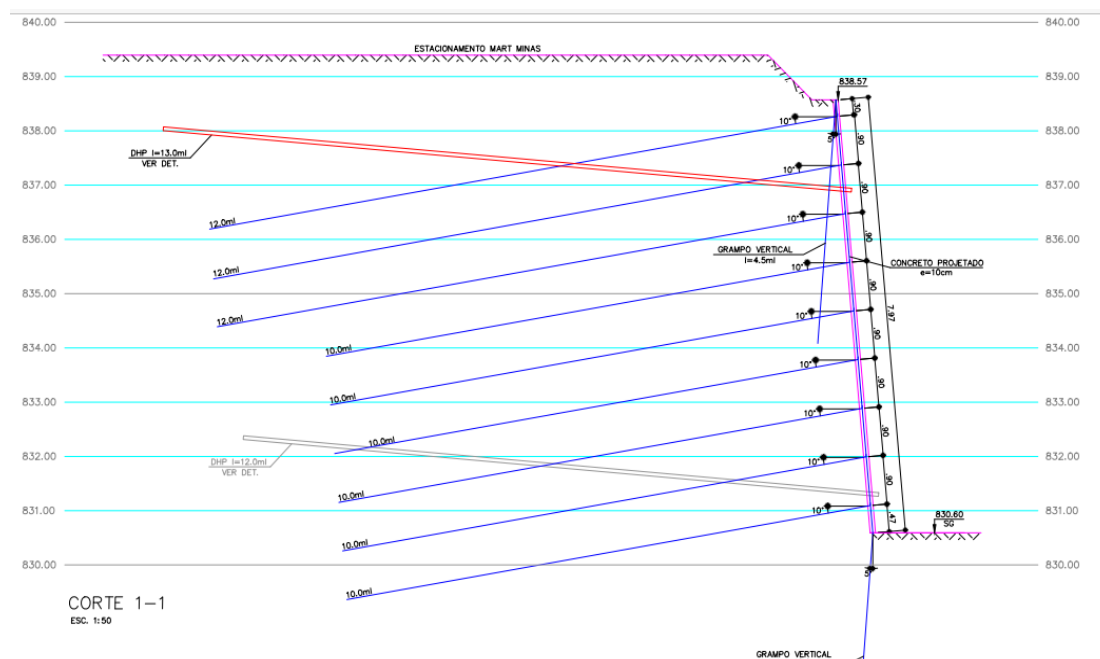


Figura 4. Corte do projeto

2 Metodologia executiva

2.1 Processos construtivos

2.1.1 Grampeamento da contenção

O processo utilizado para o reforço da estrutura foi o Solo Grampeado com face em concreto projetado. Como medida adicional de segurança, o reforço foi executado das laterais para o centro da ruptura. Foram utilizados grampos de aço CA-50 $\phi 16$ mm, perfurados em solo com diâmetro de 0,10 m. No processo executivo, primeiro é realizada a perfuração, posteriormente é executada a bainha, preenchimento do furo de forma ascendente, para que o furo fique completamente cheio de calda de cimento e livre de impurezas. Após a realização da bainha, o grampo previamente preparado com espaçadores e mangueiras para as reinjeções setorizadas, é instalado no furo. A figura 5 apresenta o início dos serviços de perfuração dos grampos.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.





Figura 5. Início dos serviços de perfuração

Os grampos foram preparados com 4 mangueiras para reinjeção setorizada, conforme representa a figura 6.

DETALHE DOS GRAMPOS HORIZONTAIS
l = 12.0ml (65x)
ESC. 1:20

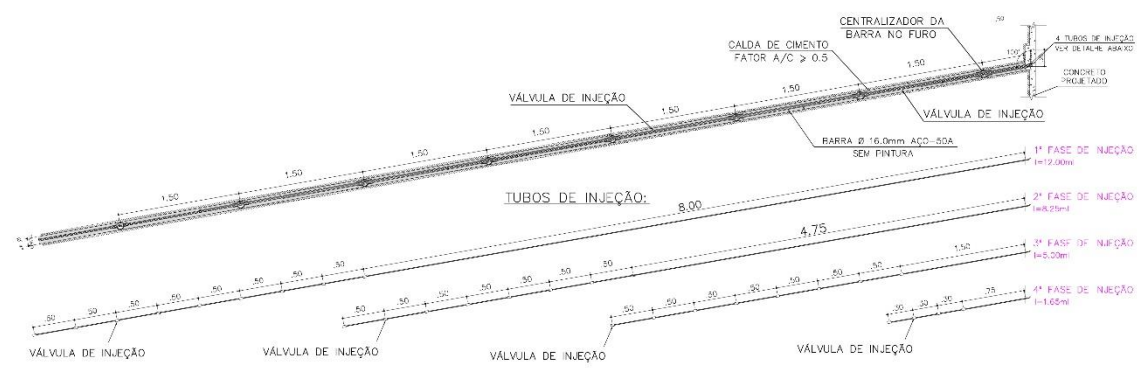


Figura 6. Detalhe da montagem dos grampos com os setores de injeção

Conforme ilustrado pela figura 6 acima, o grampo é previamente montado com as mangueiras para reinjeção setorizada. Para realizar a injeção setorizada do grampo, deve-se aguardar o período mínimo de 6 (seis) horas após o preenchimento da bainha. A injeção é feita através do acoplamento entre bico de injeção e as mangueiras previamente instaladas na barra de

Aponte a câmera do seu smartphone para o QR Code ao lado e salve o evento na sua agenda.





aço. É adotado um traço de calda de cimento com fator água/cimento 0,5 em peso. A injeção é iniciada pelo setor mais inferior do grampo, e os demais setores são injetados na sequência. Caso ocorra o extravasamento da calda de cimento pela boca do furo durante a injeção de algum setor, a injeção desse grampo deve ser paralisada e deve-se aguardar no mínimo 6 (seis) horas para retomar a injeção nos próximos setores do grampo.

Como controle de qualidade deve ser preparado boletins para os grampos contendo as informações sobre perfuração, bainha, injeção com os volumes e pressões obtidas. A figura 7 apresenta trecho de um boletim de grampo já preenchido, com todos os dados citados acima.

Nº Grampo	Bainha		1º Setor				2º Setor				3º Setor				4º Setor				Perfuração				
	Data	V (l)	Data	Pa	Pi	V (l)	Data	Pa	Pi	V (l)	Data	Pa	Pi	V (l)	Data	Pa	Pi	V (l)	Data	solo	aterro	rocha	Total
1	16/09/2022	53,0	20/09/2022	18	13	21,0	20/09/2022	18	13	21,0	20/09/2022	16	13	21,0	20/09/2022	16	13	21,0	16/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
2	16/09/2022	53,0	20/09/2022	17	14	21,0	20/09/2022	17	12	21,0	20/09/2022	16	12	21,0	21/09/2022	16	12	21,0	16/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
3	16/09/2022	53,0	20/09/2022	25	-	0,0	20/09/2022	18	14	21,0	20/09/2022	18	15	21,0	20/09/2022	16	12	21,0	16/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
4	16/09/2022	53,0	19/09/2022	25	-	0,0	19/09/2022	17	13	21,0	19/09/2022	17	12	21,0	19/09/2022	16	12	21,0	16/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
5	16/09/2022	53,0	19/09/2022	19	14	21,0	19/09/2022	25	-	0,0	19/09/2022	17	13	21,0	20/09/2022	16	11	21,0	16/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
6	16/09/2022	53,0	19/09/2022	17	14	21,0	19/09/2022	17	13	21,0	19/09/2022	25	-	0,0	19/09/2022	16	12	21,0	16/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
7	19/09/2022	53,0	20/09/2022	17	13	21,0	20/09/2022	18	12	21,0	20/09/2022	17	13	21,0	20/09/2022	16	12	21,0	19/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
8	16/09/2022	53,0	19/09/2022	17	13	21,0	19/09/2022	17	13	21,0	19/09/2022	18	13	21,0	19/09/2022	25	-	0,0	19/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
9	16/09/2022	53,0	19/09/2022	18	13	21,0	19/09/2022	116	12	21,0	19/09/2022	15	11	21,0	19/09/2022	16	13	21,0	16/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
10	19/09/2022	35,0	20/09/2022	18	12	21,0	21/09/2022	18	13	21,0	21/09/2022	16	12	21,0	21/09/2022	25	-	0,0	16/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
11	19/09/2022	35,0	20/09/2022	17	10	21,0	21/09/2022	15	11	21,0	21/09/2022	25	-	0,0	21/09/2022	16	12	21,0	19/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
12	16/09/2022	53,0	19/09/2022	17	13	21,0	19/09/2022	16	14	21,0	19/09/2022	16	13	21,0	20/09/2022	25	-	0,0	19/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
13	16/09/2022	53,0	19/09/2022	17	14	21,0	20/09/2022	25	-	0,0	20/09/2022	16	12	21,0	20/09/2022	25	-	0,0	16/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
14	16/09/2022	53,0	19/09/2022	25	-	0,0	19/09/2022	16	12	21,0	20/09/2022	17	12	21,0	20/09/2022	16	12	21,0	16/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0
15	16/09/2022	53,0	19/09/2022	16	14	21,0	19/09/2022	16	12	21,0	19/09/2022	16	12	21,0	19/09/2022	18	13	21,0	16/09/2022	6,0	0,0	0,0	6,0

Figura 7. Boletim de execução dos grampos de n.º 1 a 15

2.1.2 Revestimento da face da contenção

Para o revestimento da face da contenção foi adotada a aplicação de concreto projetado com espessura de 10 (dez) centímetros e resistência de 20 (vinte) MPa. O concreto é preparado na obra e aplicado “via seca” através de um conjunto de projeção de concreto, composto por uma bomba de concreto projetado e um compressor de ar. A figura 8 apresenta a contenção após a aplicação do concreto projetado.

Aponte a câmera do seu smartphone para o QR Code ao lado e salve o evento na sua agenda.





Figura 08: Contenção após a aplicação do concreto projetado

2.1.3 Controle de qualidade

Afim de garantir a qualidade da execução, para que o projetista confira as hipóteses de projeto e a garantia da adesão grampo x solo, foram executados cinco grampos para execução de ensaio de arrancamento conforme estipulado pela norma ABNT NBR 16920-2 Muros e taludes em solos reforçados: Parte 2 - solos grampeados.

Para o ensaio de arrancamento é utilizado um conjunto hidráulico, composto por macaco-bomba-manômetro, previamente aferido por laboratório credenciado. A carga máxima a ser aplicada no grampo deve ser limitada à resistência de cálculo da barra de aço utilizada, reduzida pelo coeficiente de minoração γ_s . A figura 9 apresenta o conjunto de protensão montado no grampo para os ensaios de arrancamento.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.





Figura 9 - Ensaio de arrancamento

Para a execução do ensaio é previamente preparada uma tabela contendo as informações de pressão da bomba e carga correspondentes para só então realizar os carregamentos e leituras de deslocamento da cabeça do grampo. Antes do início das leituras deve ser aplicado uma carga no conjunto para eliminação das folgas no sistema, essa carga deve ser da ordem de 10% da carga total do ensaio. O ensaio é realizado através do carregamento do sistema e leituras nas cargas previamente inseridas na tabela do ensaio. A figura 10 apresenta o boletim do ensaio de arrancamento de um grampo.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.



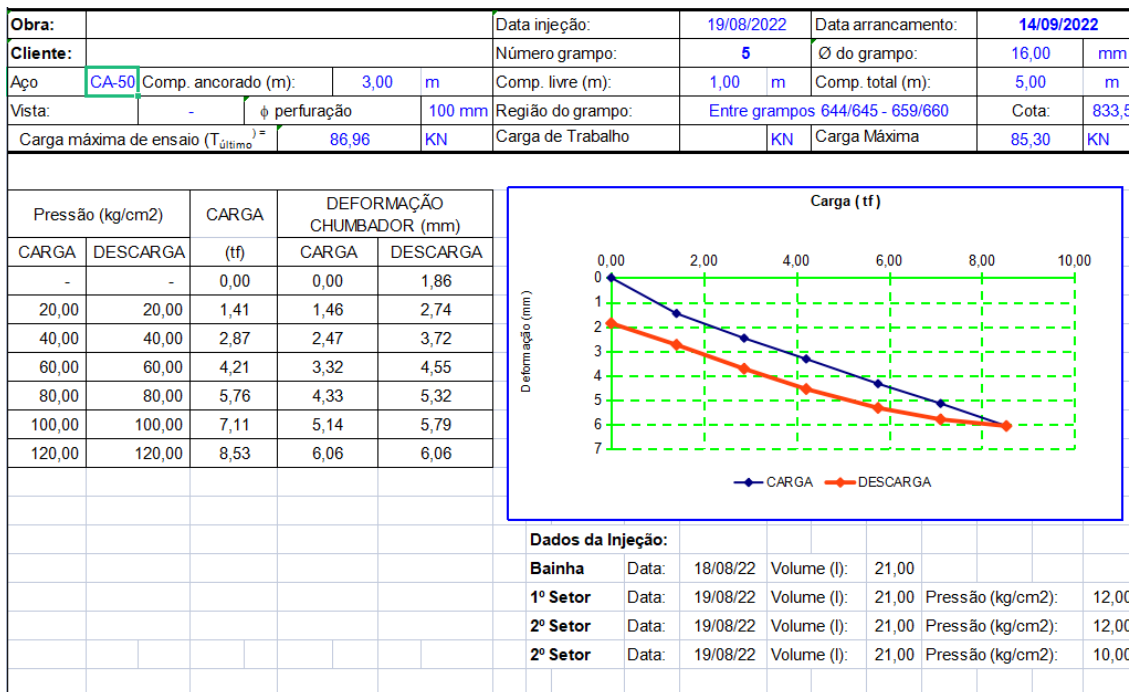


Figura 10. Boletim do ensaio de arrancamento do grampo n.º5

Conforme pode ser visto através da figura 10, o grampo é carregado por estágios de carga até que se atinja o arrancamento ou a carga máxima permitida para o tipo de aço utilizado. Tendo os estágios de carga já definidos são realizados os carregamentos e as leituras correspondentes, tanto na carga quanto na descarga. Entre uma leitura e a leitura subsequente deve-se aguardar a estabilização dos deslocamentos do grampo para então ser anotado o resultado. De posse das leituras do ensaio, os resultados são lançados no boletim e então é gerado um gráfico de tensão x deformação, onde é possível efetuar a verificação da curva de carga e descarga, como também o deslocamento máximo e o alongamento residual da barra de aço.

O valor da adesão grampo x solo (q_s) adotado em projeto foi de 30,0 kPa, enquanto o q_s obtido através dos ensaios de arrancamento foi de 92,27 kPa.

3 Conclusão e considerações finais

Esta foi mais uma obra em que a solução Solo Grampeado é utilizada para corrigir ou consertar contenções em aterro e face de blocos. Estas contenções com aterro e face de blocos são problemáticas devido ao “impedimento” de se compactar corretamente o aterro junto aos blocos, ficando uma grande área da contenção sem o atrito necessário ao seu funcionamento, acarretando recalques, movimentações indesejáveis e desconfinamento do muro em blocos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aponte a câmera do seu smartphone para o QR Code ao lado e salve o evento na sua agenda.



sefe 10

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2021). NBR 16920-2. Muros e taludes em solos reforçados - Parte 2: Solos Grampeados. Rio de Janeiro/RJ.

Souza, G.J.T.; Pitta, C.A.; Zirlis, A.C. (2013) *Alguns detalhes da prática de solo grampeado*. In: VI COBRAE – CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS – 2013, Angra dos Reis/RJ. Anais ABMS. p. 1-25.

SOLOTRAT ENGENHARIA GEOTÉCNICA, Manual de Serviços Geotécnicos. 6ª Edição. P. 5 - 21. Solotrat Engenharia Geotécnica, 2018. São Paulo/SP.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.



Realização:



Avenida Rebouças, 353, Sala 74 A
Cerqueira César, São Paulo/SP, 05401-900
Telefone: (11) 3052-1284
E-mail: abef@abef.org.br

Organização:



Avenida T-9, 2310 - Ed. Inove Intelligent Place
Sala B701, Jardim América, Goiânia/GO, 74255-220
E-mail: secretaria@qeeventos.com.br
Site: www.qeeventos.com.br