
ESCAVAÇÃO DE TERRENO URBANO

MAPEAMENTO,
QUANTIFICAÇÃO E
METODOLOGIA

BASE PARA O PROJETO DE
CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÃO

AV. MARQUÊS DO PARANÁ,
350, CENTRO
NITERÓI-RJ. CEP: 24.030-211

Sumário

1	LOCALIZAÇÃO	2
2	QUANTIFICAÇÃO DOS VOLUMES A SEREM ESCAVADOS.....	4
2.1	SISTEMÁTICA	4
2.2	EMPOLAMENTOS	11
3	MAPEAMENTO GEOLÓGICO.....	13
4	CLASSIFICAÇÃO DO MACIÇO ROCHOSO QUANTO AOS ÍNDICES DE ENGENHARIA.....	15
5	ASPECTOS TÉCNICOS DA ESCAVAÇÃO.....	18
5.1	METODOLOGIAS DE DESMONTE	18
5.2	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	22
5.3	DESTINAÇÃO DO MATERIAL DESMONTADO	23
5.4	ESCALA DE PRODUÇÃO E ESTIMATIVA PARA A CONCLUSÃO DA ESCAVAÇÃO	24
5.5	REGIME DE TRABALHO	24
5.6	CONSUMO DE ÁGUA	25
5.7	CONSUMO DE ÓLEO DIESEL	25
5.8	PESSOAL A SER UTILIZADO.....	25
5.9	FLUXOGRAMA OPERACIONAL.....	26
6	INFORMAÇÕES BASE PARA ESTE ESTUDO.....	28
7	RESPONSÁVEL PELO ESTUDO	28
8	ANEXOS.....	28

1 LOCALIZAÇÃO

O Terreno está localizado na Avenida Marquês do Paraná, nº 350, Centro, Niterói-RJ. CEP: 24.030-211.



Figura 1: Localização da área em relação à malha municipal.

2 QUANTIFICAÇÃO DOS VOLUMES A SEREM ESCAVADOS

2.1 SISTEMÁTICA

O empreendimento terá corte do flanco do morro, cujo talude será recuado para comportar a edificação bem como corte do piso, para aprofundamento da cota atual, para comportar os níveis de subsolo.

O volume total de material a ser removido do terreno (rocha + solo), será de 619.517,07 m³, conforme Tabela 2. Este dimensionamento está bem preciso, pois as informações utilizadas para esta quantificação são a topografia atual do terreno e os cortes previstos em projeto. Mantendo-se o projeto sem alterações, será este o volume a ser removido do terreno, podendo ser confirmado com alta precisão.

Quanto à proporção de solo e rocha a serem removidos, a base para a definição da interface solo/rocha foram dois furos de sondagens no interior do terreno, afloramentos rochosos também no interior do terreno, conforme figuras 8 e 9, além de mapeamento geológico de detalhe, apresentado no item 3. Com estes dados foi possível fazer o modelamento tridimensional do comportamento do maciço rochoso com boa aproximação. É lógico, que com uma malha fechada de furos de sondagem, o nível de confiança na proporção rocha/solo seria maior, porém, o fato de haver afloramentos rochosos no terreno, aliado aos dois furos de sondagem, trás boa segurança ao modelamento da interface rocha/solo. Em relação ao volume total a ser removido, através do modelamento tridimensional realizado, a proporção de solo será de 19% e a proporção de rocha será de 81%. Em qualquer tipo de quantificação de volumes geológico, sempre há um erro associado à estimativa, porém, esta proporção solo/rocha não deverá variar mais do que cinco pontos percentuais, pois a pouca quantidade de sondagens pôde ser compensada pelos afloramentos rochosos no interior do terreno.

SEÇÕES PARALELAS

A metodologia para cubagem dos volumes de corte consiste em traçar seções paralelas ao longo do terreno e, em seguida, calcular o volume da substância mineral entre as seções, através da fórmula:

$$\text{Volume} = \frac{(A_n + A_{n+1})}{2} \times d$$

A = Área da seção

d = Distância entre as seções.

Após calcular os volumes entre as seções, basta realizar o somatório dos volumes para encontrar o volume de solo e rocha a serem removidos.

As áreas das seções foram traçadas e calculadas através de software CAD 3D Professional 2014. Todas as seções com os perfis dos afloramentos estão em anexo a este documento.

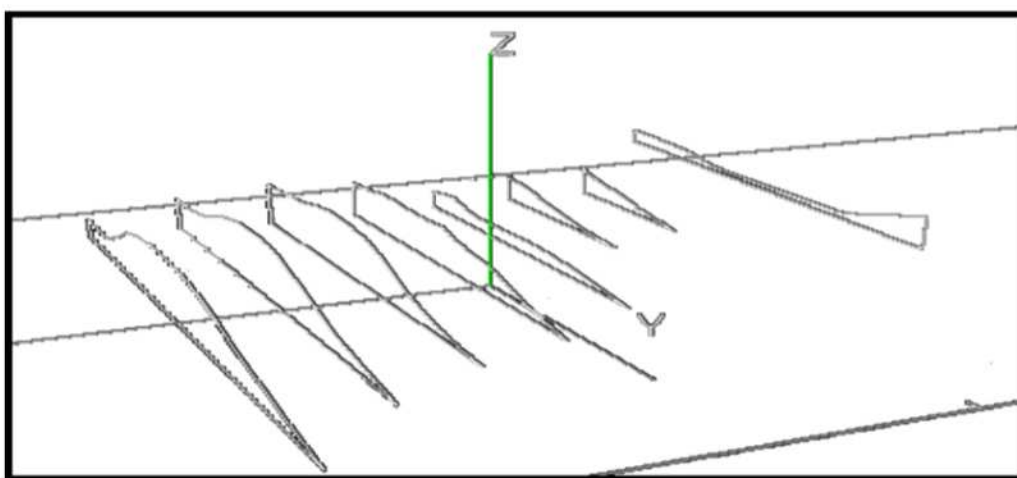


Figura 2: Exemplo da metodologia de cubagem com as seções paralelas.

Após a execução dos trabalhos de mapeamentos geológicos e amostragens a tabulação e cálculo dos volumes foram efetuados em função das características topogeológicas do terreno.

O modelamento tridimensional do maciço rochoso foi realizado utilizando como base os dois furos de sondagem e os afloramentos rochosos no interior do terreno e o levantamento planialtimétrico de detalhe da área. Após a obtenção do modelo contínuo tridimensional do maciço rochoso, foram traçados perfis sobre este modelo. Estes perfis, então, serviram de base para a quantificação dos volumes a serem retirados do terreno. Esta sequência lógica está definida no fluxograma cronológico abaixo:

Fluxograma dos trabalhos de quantificação dos volumes a serem removidos do terreno.

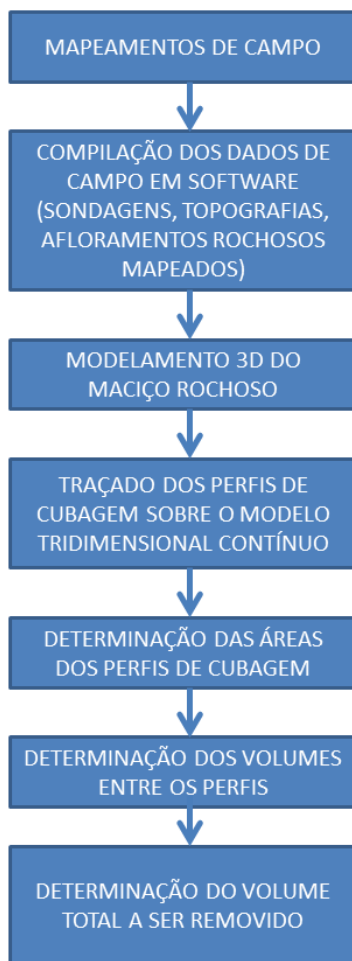


Foto 1: Vista frontal de expressivo afloramento rochoso no interior do terreno.

Foram traçados 11 perfis ao longo do terreno, conforme imagem abaixo.



Figura 3: Localização dos 11 perfis de cubagem (azul) em relação ao limite do terreno (vermelho).

A figura 5 apresenta um dos perfis de cubagem onde aparece a Avenida Marquês do Paraná como referência e as principais feições do projeto e modelamento. Este perfil e os outros 10 perfis estão anexos a este documento.

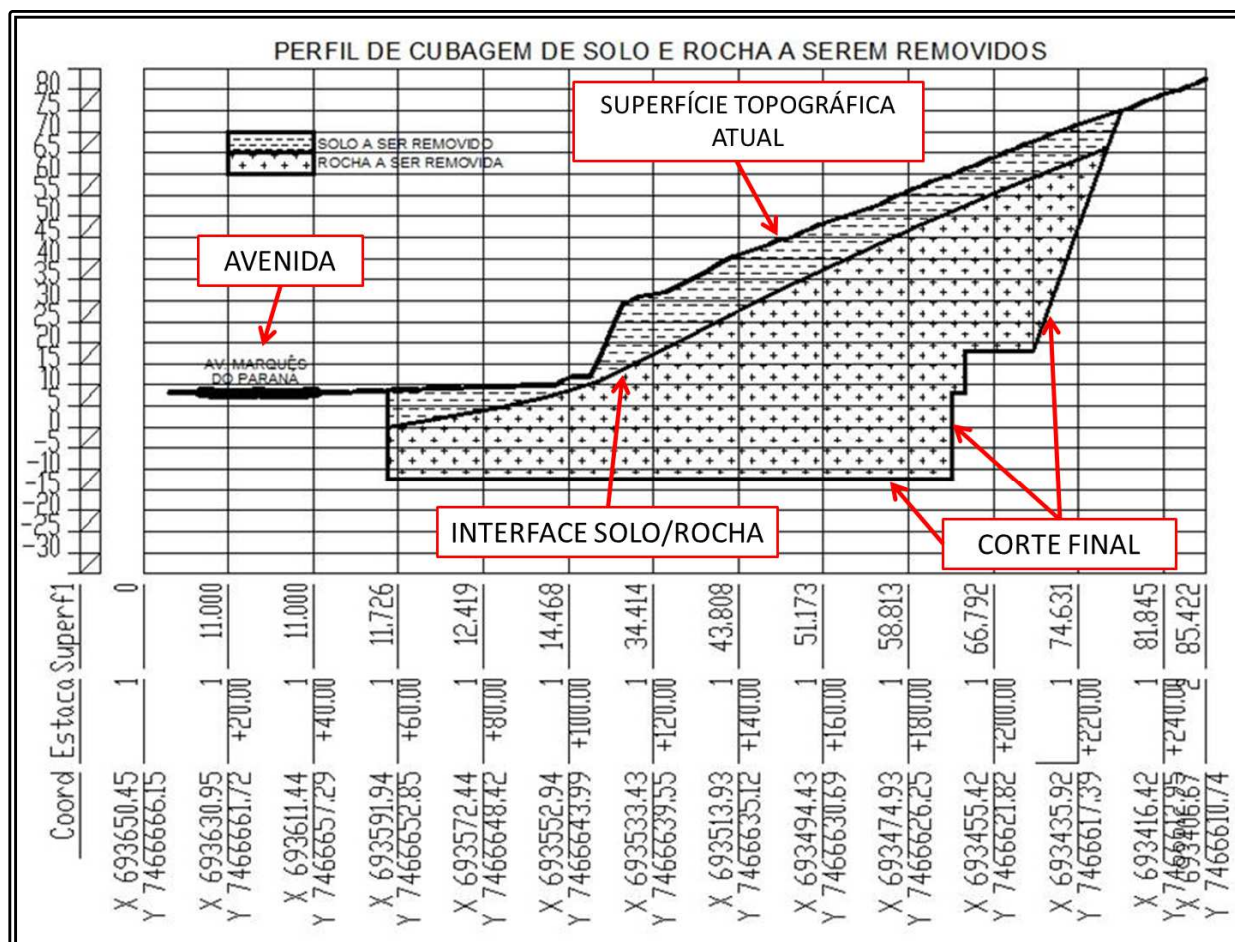


Figura 4: Um dos Perfis de cubagem georreferenciado, destacando as porções de solo e rocha a serem removidas do terreno e as feições de projeto.

Todos os 11 perfis georreferenciados estão em anexo a este documento.

Todos os perfis, como informado ao longo de todo o relatório, são georreferenciados e suas áreas foram medidas cuidadosamente através de software ZWCAD 3D Professional 2014, além de outros softwares auxiliares. As áreas medidas, em metros quadrados, estão expostas na tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Área das seções de cubagem, considerando as porções de solo e rocha.

Área de solo e rocha a serem removidos interceptadas pelas seções de cubagem			
Seção	Área solo (m²)	Área Rocha (m²)	Área total (m²)
P02	352,13	782,63	1.134,76
P04	903,82	2.268,75	3.172,57
P06	1.302,50	5.342,14	6.644,64
P08	1.303,95	5.698,03	7.001,98
P10	1.549,55	5.600,35	7.149,90
P12	1.269,61	6.022,04	7.291,65
P14	1.408,60	5.843,98	7.252,58
P16	1.127,02	6.062,43	7.189,45
P18	1.039,88	5.978,44	7.018,32
P20	1.220,57	5.359,06	6.579,63
P22	482,14	2.697,55	3.179,69

As tabelas abaixo apresentam os volumes calculados entre as seções de cubagem, para determinação do volume de corte de solo e rocha.

Tabela 2: Volumes parciais e total de corte.

Cubagem do Volume de corte de solo e rocha			
Cubagem	Volume solo (m³)	Volume Rocha (m³)	Volume Total (m³)
Volume entre P02 e P04	6.279,75	15.256,90	21.536,65
Volume entre P04 e P06	11.031,60	38.054,45	49.086,05
Volume entre P06 e P08	13.032,25	55.200,85	68.233,10
Volume entre P08 e P10	14.267,50	56.491,90	70.759,40
Volume entre P10 e P12	14.095,80	58.111,95	72.207,75
Volume entre P12 e P14	13.391,05	59.330,10	72.721,15
Volume entre P14 e P16	12.678,10	59.532,05	72.210,15
Volume entre P16 e P18	10.834,50	60.204,35	71.038,85
Volume entre P18 e P20	11.302,25	56.687,50	67.989,75
Volume entre P20 e P22	8.513,55	40.283,05	48.796,60
Total perfis	115.426,35	499.153,10	614.579,45
Cubagem setor NE	927,35	4.010,26	4.937,62
TOTAL A SER REMOVIDO	116.353,70	503.163,36	619.517,07

Logo, o volume total de material a ser desmontado e removido do terreno é 619.517,07 metros cúbicos, dos quais 18,8% são solo (116.353,70 m³) e 81,2% são rocha (503.163,36m³).

Conforme tabela, acima foram adicionados 4.937,62 m³ de material a ser desmontado e removido, correspondente ao setor NE (nordeste do terreno). Isto ocorreu devido às seções não terem preenchido este setor.

Este cálculo foi simples: procedeu-se a multiplicação da área deste setor, que é de 242,04m² pela diferença de cota (cota atual menos a cota de projeto, que é de 20,4m, resultando no volume de 4.937,62 m³ para este setor).

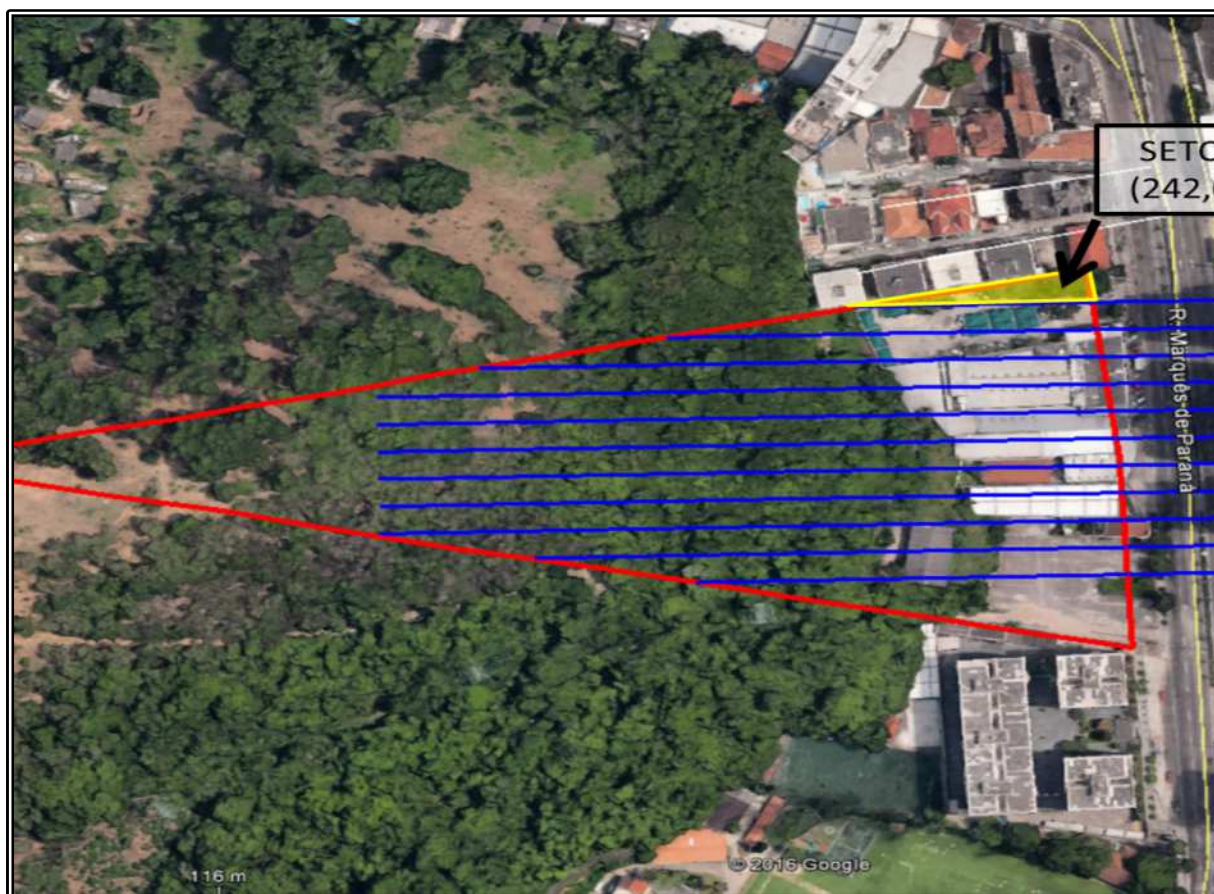


Figura 5: Localização do Setor NE, que foi cubado através de outra metodologia e adicionado ao volume total.

2.2 EMPOLAMENTOS

Quando se escava o terreno natural, a rocha que se encontrava num certo estado de compactação, proveniente do seu próprio processo de formação, experimenta uma expansão volumétrica.

Após o desmonte, a rocha e solo assumem, portanto, volume solto (V_s) maior do que aquele em que se encontrava em seu estado natural (V_n) e, conseqüentemente, com a massa específica solta (γ_s) correspondente ao material solto, obviamente menor do que a massa específica natural (γ_n).

Assim temos: $\gamma_s < \gamma_n$, pois, $V_s > V_n$

Chama-se fator de empolamento ϑ_1 a relação:

$$\vartheta_1 = \frac{\gamma_s}{\gamma_n} < 1$$

Mas, $\gamma_s = \frac{m}{V_s}$, pela definição de massa específica e, $\gamma_n = \frac{m}{V_n}$

Temos,

$$\sigma_1 = \frac{\frac{m}{V_s}}{\frac{m}{V_n}} = \frac{V_n}{V_s}$$

e

$$V_n = \vartheta_1 \cdot V_s$$

Chama-se porcentagem de empolamento (f) à relação:

$$f(\%) = \left(\frac{1}{\rho_1} - 1 \right) \cdot 100$$

Os empolamentos considerados foram de 60% para a rocha e 30% para o solo. Sendo assim, um metro cúbico de rocha in situ, torna-se 1,6m³ de rocha empolada e um metro cúbico de solo in situ torna-se 1,3 m³ empolados.

Estes fatores de empolamento foram considerados baseado em outros empreendimentos com solo e rocha de características similares ao deste terreno.

Desta forma, os volumes que serão removidos, após empolamento estão descritos na tabela abaixo.

Tabela 3: Volumes de solo e rocha a serem removidos, considerando o volume natural (in situ) e volume empolado.

Material	Volume in situ (natural) a ser removido (m³)	Fator de Empolamento	Volume após empolamento (m³)
SOLO	116.353,70	30%	151.259,81
ROCHA	503.163,36	60%	805.061,38
TOTAL	619.517,07		956.321,20

As rochas da Unidade São Fidelis são consideradas as mais antigas da área, tendo sido intrudidas por rochas magmáticas posteriores: o Arco Magmático Rio Negro (ca. 700-600 Ma); o plutonismo granítico relacionado às etapas colisionais da Faixa Ribeira (580-560, 530-510, 485 Ma); e o magmatismo intraplaca do Cretáceo-Terciário.

Quanto à classificação petrográfica, a rocha mapeada no empreendimento trata-se de Sillimanita granada biotita gnaiss.



Figura 7: rocha Sillimanita granada biotita gnaiss mapeada no terreno, nas coordenadas 22°53'50.68"S, 43° 6'45.58"W.

Na área mapeada predominam sillimanita-granada biotita gnaisses quartzo-feldspáticos, geralmente com um bandamento definido por relativas concentrações de biotita versus quartzo+feldspatos. Caracteristicamente estes gnaisses contêm frequentes camadas e lentes de espessuras decimétricas a métricas, passíveis de espessamento por dobramento isoclinal, de quartzitos feldspáticos, portadores biotita, muscovita e localmente grafita.

Quanto à geologia estrutural, eventos tectônicos originaram o que denominamos de “embasamento cristalino” da região, compreendendo gnaisses, migmatitos e granitos e uma complexa estruturação sequência de estruturas dúcteis, como dobras, foliações, lineações e zonas de cisalhamento.

4 CLASSIFICAÇÃO DO MACIÇO ROCHOSO QUANTO AOS ÍNDICES DE ENGENHARIA

As características de qualidade de maciços rochosos são fundamentalmente consequência do seu estado de alteração e de fraturamento. A ocorrência de água percolando nos maciços atua também, com frequência, na respectiva estabilidade. Importa desde já referir os dois primeiros parâmetros considerados - estado de alteração e grau de fraturamento - e fazer considerações sobre os critérios de classificação de maciços neles baseados.

Quanto ao grau de alteração (intemperismo), podemos classificar o maciço rochoso do terreno como W3, pois há sinais visíveis de alteração, porém a rocha não é friável.

Tabela 4: Classificação do maciço rochoso quanto ao grau de alteração (intemperismo).

Símbolos	Designações	Características
W₁	são	sem quaisquer sinais de alteração
W₂	pouco alterado	sinais de alteração apenas nas imediações das discontinuidades
W₃	medianamente alterado	alteração visível em todo o maciço rochoso mas a rocha não é friável
W₄	muito alterado	alteração visível em todo o maciço e a rocha é parcialmente friável
W₅	decomposto (saibro)	o maciço apresenta-se completamente friável com comportamento de solo

Quanto ao estado de fraturamento de um maciço há vários critérios razoavelmente semelhantes entre si que caracterizam em regra, o espaçamento entre diaclases. No geral contêm igualmente 5 classes correspondendo cada uma às designações de muito próximas, próximas, medianamente afastadas, afastadas e muito afastadas. Apresenta-se na tabela abaixo a classificação elaborada pela respectiva comissão da ISRM.

Tabela 5: Classificação quanto ao grau de fraturamento do maciço rochoso.

Símbolos	Intervalo entre fracturas (cm)	Designação
F_1	> 200	muito afastadas
F_2	60 - 200	afastadas
F_3	20 - 60	medianamente afastadas
F_4	6 - 20	próximas
F_5	< 6	muito próximas

No mapeamento realizado em campo, a contagem média das fraturas ficou em 15 fraturas (diaclases) por metro linear. Desta forma, o intervalo médio entre fraturas ficou em 7 centímetros. Sendo assim, o maciço é classificado como F4 (fraturas próximas).

Relacionado com os estados de alteração e fraturamento, Deere (1967) desenvolveu um sistema de classificação baseado num índice que designou por RQD ("Rock Quality Designation"), indicativo da qualidade de maciços rochosos, definido a partir dos testemunhos de sondagens realizadas com recuperação contínua de amostra.

Quando não há amostragem obtida por sondagens mas sejam identificáveis os traços das descontinuidades em afloramentos rochosos ou em escavações, poder-se-á estimar o valor do RQD recorrendo à relação proposta por Palmström (1982):

$$RQD = 115 - 3,3 J_v$$

onde J_v representa o índice volumétrico (somatório do número de descontinuidades por unidade de comprimento, para o conjunto das famílias).

Pelo mapeamento no maciço, o valor de J_v ficou em 15, resultando num valor de RQD de 65.

Tabela 6: Classificação dos maciços com base no RQD

<i>RQD</i>	Qualidade do Maciço Rochoso
0 - 25%	muito fraco
25 - 50%	fraco
50 - 75%	razoável
75 - 90%	bom
90 - 100%	excelente

Considerando, então, o RQD definido para o maciço rochoso do terreno e a tabela de classificação internacional, podemos enquadrar o referido maciço rochoso como sendo de qualidade razoável.

A classificação dos maciços rochosos baseada nos valores do RQD, embora útil, é bastante limitada. De fato, além das fraturas, outras descontinuidades que caracterizam a estrutura geológica das formações, podem, de forma idêntica, imprimir um dado comportamento a um maciço. Estão neste caso, por exemplo, as superfícies de estratificação e de xistosidade.

Em resumo, do ponto de vista de desmonte de rocha, a situação do maciço rochoso do terreno é bastante favorável, pois, apesar da rocha não ser friável, o maciço possui alto grau de fraturamento e a estratificação gnáissica da rocha imprime outro plano de fraqueza na rocha, o que favorece o desmonte mecânico do maciço.



Figura 8: Vista parcial do maciço rochoso do terreno, com destaque ao grau de fraturamento da rocha.

5 ASPECTOS TÉCNICOS DA ESCAVAÇÃO

5.1 METODOLOGIAS DE DESMONTE

O desmonte do maciço rochoso pode ser efetuada adotando-se diferentes tecnologias, onde a escolha do método e a seleção dos equipamentos a serem empregados, está diretamente relacionado com determinados fatores geológicos do corpo rochoso, tais como estrutura, direção do acamamento, diaclasamentos, etc, e, com as características intrínsecas da rocha, como resistência a compressão, dureza, tenacidade, abrasividade e porosidade, entre outras.

O solo será escavado por escavadeiras hidráulicas e depositado diretamente sobre os caminhões rodoviários que farão o transporte do material até o bota fora.



Figura 9: Escavação do solo com a utilização de escavadeira hidráulica.

Quanto à rocha, devido ao alto grau de fraturamento, parte do maciço rochoso poderá ser desmontado mecanicamente, através de rompedores hidráulicos acoplados à escavadeiras hidráulicas.



Figura 10: Escavadeiras hidráulicas acopladas com rompedores hidráulicos para o desmonte da rocha e com conchas para o manuseio e carregamento.



Figura 11: Escavadeira hidráulica sobre a pilha de rocha desmontada preparando o carregamento do material sobre os caminhões rodoviários.

Nos setores onde houver rochas de grau 3, ou seja, que não seja possível o desmonte através dos rompedores hidráulicos, será realizado o desmonte utilizando-se máquinas de corte com fio diamantado.

Esta técnica será utilizada também nos limites do terreno, propiciando uma superfície melhor acabada, de forma a facilitar as etapas seguintes de estabilização e acabamento.



Figura 12: Máquina de corte com fio diamantado. Observar a superfície de corte bem acabada.

O princípio básico de corte com fio diamantado é a translação deste, sob tensão, quando enlaçado na rocha. Para isso, primeiramente, são efetuados furos coplanares e perpendiculares que se interceptam nas extremidades. Em seguida o fio diamantado é inserido dentro destes furos, as duas pontas são emendadas, formando um circuito fechado, e colocado sobre a polia motriz do equipamento de corte. O corte se processa com o movimento de translação do fio, tensionado, em contato com a rocha. Durante o corte é fornecida água ao sulco de corte, com a finalidade de refrigeração e limpeza das partículas provenientes do corte.

A máquina de fio diamantado (equipamento de corte) consiste em uma plataforma motorizada com uma polia motriz ligada ao motor principal, com potência de 75 CV. A polia motriz, também conhecida como volante, tem a função de transladar o fio diamantado em contato com a rocha, com uma velocidade periférica que pode chegar a 40 m/s, no entanto usualmente é utilizada no setor, velocidades periféricas numa faixa de 28 a 36 m/s. O equipamento de corte, também possui um motor secundário, efetua o tensionamento contínuo do fio, com o movimento de recuo da máquina, à medida que avança o corte.

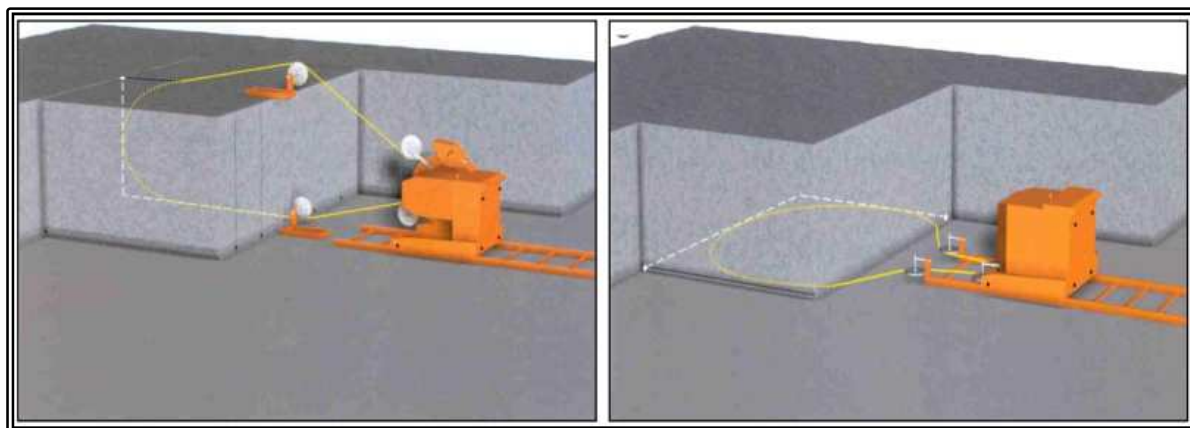


Figura 13: Representação do corte horizontal e vertical, respectivamente.

O fio diamantado pode ser utilizado em todas as fases do desmonte de rochas, seja ele primário ou secundário, e no esquadrejamento de blocos. O desmonte primário consiste no isolamento de grandes porções de rochas do maciço, conhecidos como quadrotres. Os quadrotres são divididos em filões, o que configura o corte secundário. Uma vez tombados, os filões são denominados de pranchas, que serão subdivididas em blocos de tamanho menor, de forma que os rompedores hidráulicos possam subdividi-los em fragmentos de tamanhos transportáveis pelos caminhões rodoviários.



Figura 14: Prancha já cortada pela máquina de fio diamantado, sendo esquadrejada em blocos menores.

5.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Conforme as metodologias descritas no item anterior, abaixo estão descritos os principais equipamentos a serem utilizados na obra para o desmonte, incluindo as respectivas quantidades.

Tabela 7: Descrição e quantidade dos principais equipamentos a serem utilizados para o desmonte de solo e rocha no terreno.

Descrição dos principais equipamentos	Quant.	Valor Total
Carregadeira sob pneus	1	530.000,00
Escavadeira 24 a 36 t	4	2.040.000,00
Máquina de fio diamantado 75CV	2	170.000,00
Rompedor Hidráulico	2	260.000,00
Sonda DTH (Fundo Furo)	2	64.000,00
Container	2	22.000,00
Gerador	2	100.000,00
Outros	1	50.000,00
TOTAL		3.236.000,00

5.3 DESTINAÇÃO DO MATERIAL DESMONTADO

A destinação do material desmontado (solo e rocha inertes) será feito na Pedreira Estrela, localizada no endereço Estrada Nelson da Costa Barros, 2724 - Engenho do Roçado, São Gonçalo - Rio de Janeiro, CEP: 24752-445.

O trajeto entre o terreno e o bota-fora é de 22 Km, conforme trajado na imagem abaixo.

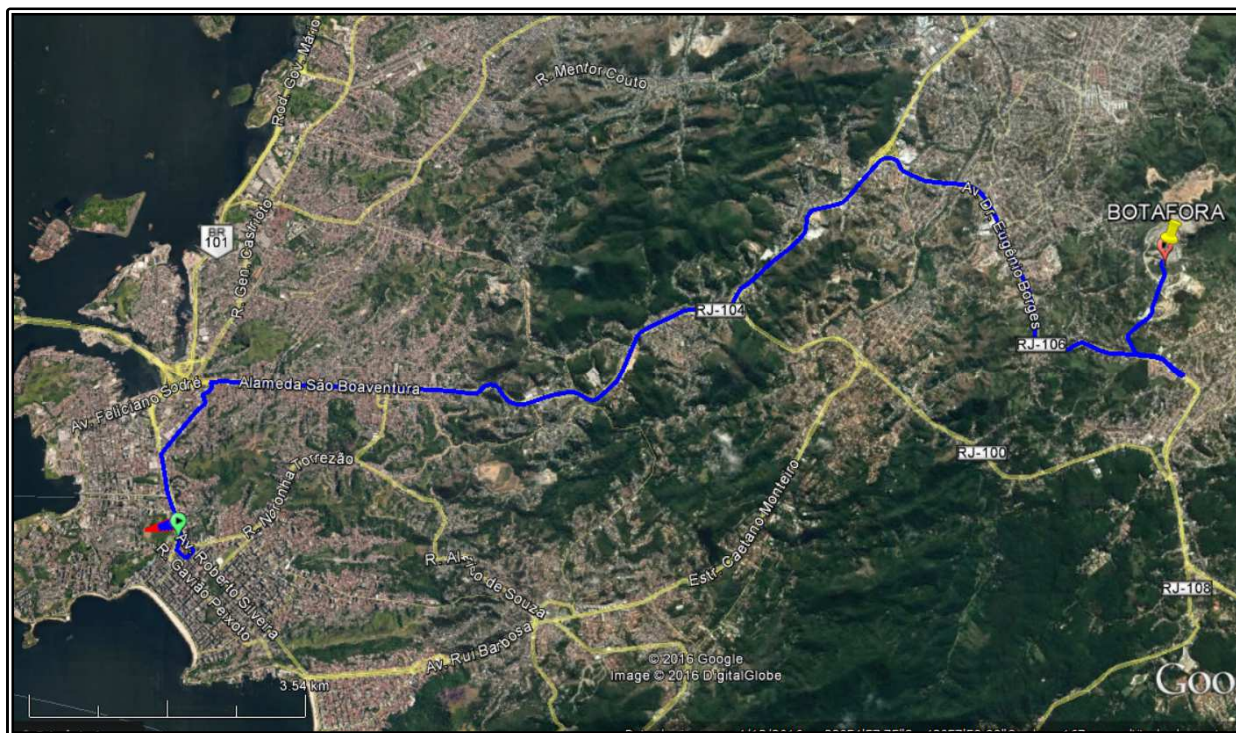


Figura 15: Trajeto entre o terreno e o bota-fora.

5.4 ESCALA DE PRODUÇÃO E ESTIMATIVA PARA A CONCLUSÃO DA ESCAVAÇÃO

Considerando o transporte como o gargalo de toda a operação, haverá 30 caminhões com capacidade para 15 m³.

Considerando o volume total de 956.321 m³ (empolados), haverá a necessidade de 63.755 viagens, no total.

Considerando a distância, tempos de carregamento e basculamento e logística, cada caminhão conseguirá fazer 3 viagens por dia. Sendo, possível, então, um total de 90 viagens por dia. Neste cenário, será possível transportar um volume de 1350 m³ diariamente.

Serão necessários, então, 708 dias para transportar todo o material de corte do terreno até o bota-fora.

Considerando 300 dias de trabalho por ano, em virtude de feriados, disponibilidade mecânica dos equipamentos e outros fatores, serão necessários 2,4 anos, ou 34 meses para a conclusão das obras de escavação.

5.5 REGIME DE TRABALHO

A operação funcionará segundo o regime de 01 (um) turno diário, 06 (seis) dias por semana e 300 (trezentos) dias ao ano, já deduzidos domingos e feriados mais importantes. Cada turno terá duração de 08 horas, iniciando-se as atividades às 7h e terminando às 17h e cumprindo-se, assim, uma jornada de trabalho de 40h semanais, de acordo com a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

As paradas programadas correspondem a 01 hora e 30 min para almoço e 30 minutos para o lanche da tarde.

Deste modo, as horas programadas por ano serão o resultado da multiplicação de 8 horas/dia (44h semanais/6 dias de trabalho) vezes 300 dias/ano que dá um total de 2.400 horas programadas/ano, que serão cumpridas conforme horário diário estabelecido acima.

5.6 CONSUMO DE ÁGUA

O consumo de água na obra deverá girar em torno de 8 m³ diários.

Os principais usos serão no corte da rocha com fio diamantado, perfuração à úmido com a sonda DTH e, quando necessário, umectação das vias de acesso e pátios internos.

5.7 CONSUMO DE ÓLEO DIESEL

Os equipamentos que utilizam óleo diesel como fonte de energia na obra são os equipamentos de desmonte e transporte, e os equipamentos que apresentam maior consumo são: carregadeiras, escavadeiras e caminhões.

O consumo de óleo diesel da obra deverá girar em torno de 2.000 litros diários, sendo 650 litros dos equipamentos de desmonte e carregamento e 1.350 litros dos caminhões.

5.8 PESSOAL A SER UTILIZADO

A obra contará com os seguintes profissionais para os serviços de desmonte:

Tabela 8: Profissionais que trabalharão na obra

Descrição	Quant.
Engenheiro	1
Encarregado geral	1
Operador de fio diamantado	1
Operador de escavadeira e carregadeira	5
Operador de sonda DTH	1
Ajudante	2

Auxiliar de escritório	1
Vigia	2
TOTAL	14

5.9 FLUXOGRAMA OPERACIONAL

A estabilização do talude final deverá ser feito concomitantemente com o avanço da escavação, conforme esquema abaixo.

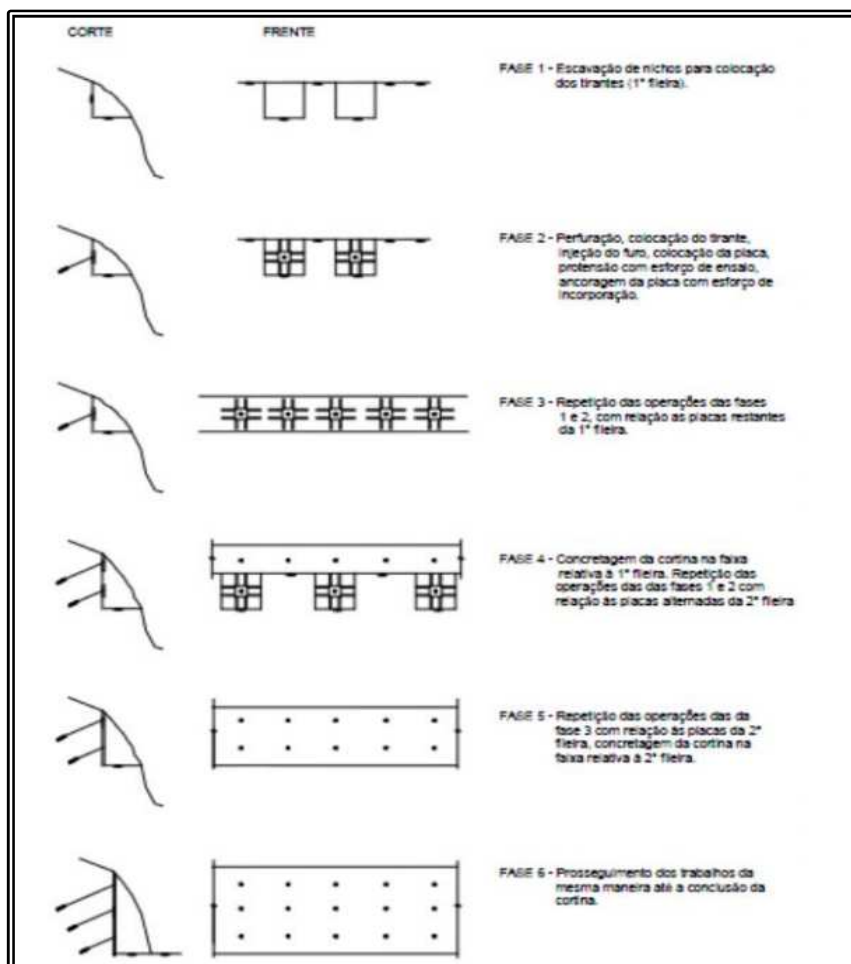


Figura 16: Evolução da estabilização do talude final, conforme avança a escavação.

A figura abaixo apresenta um fluxograma simplificado das operações unitárias a serem desenvolvidas durante os serviços de escavação do terreno.

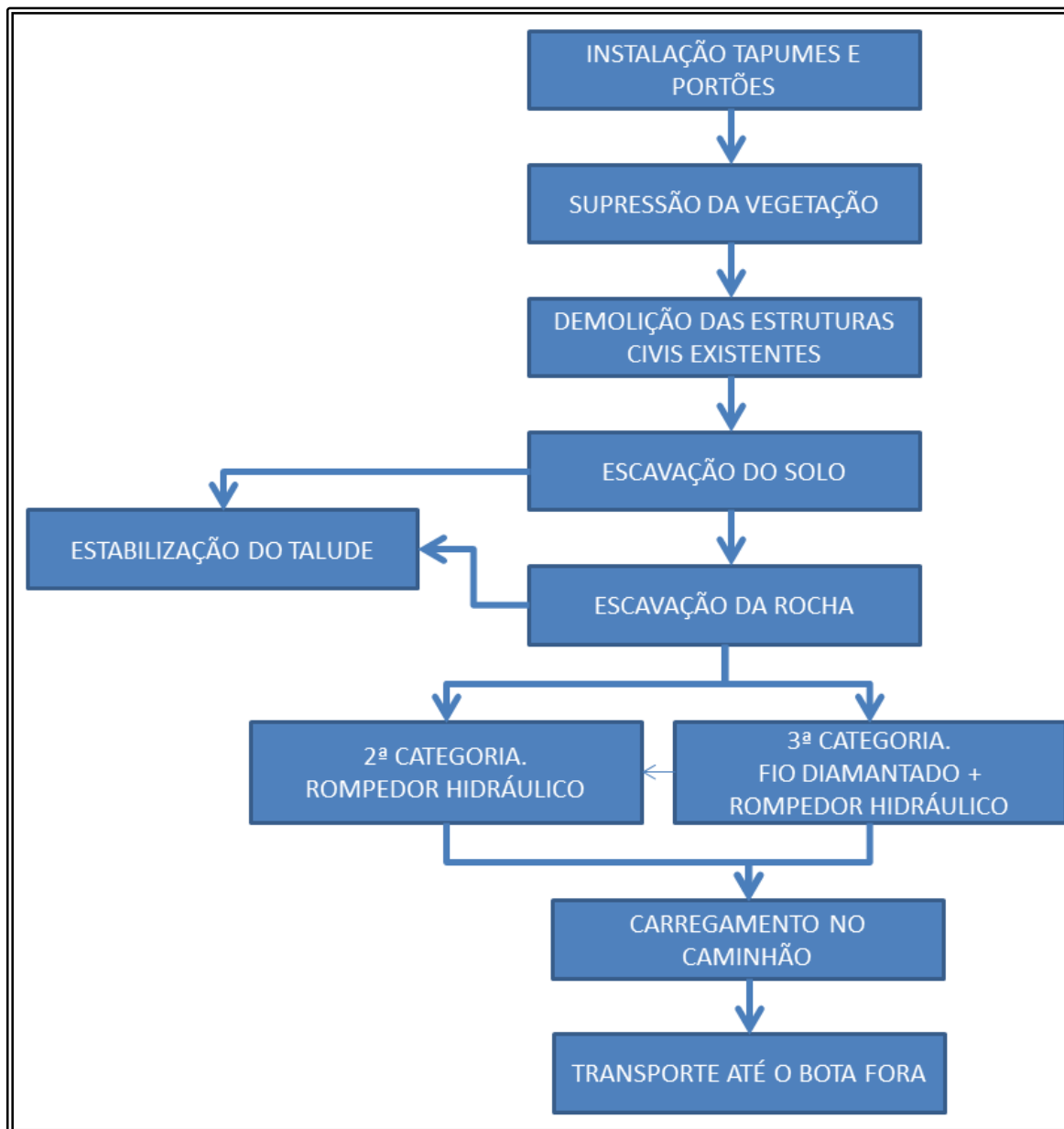


Figura 17: Fluxograma dos trabalhos de escavação do terreno.

6 INFORMAÇÕES BASE PARA ESTE ESTUDO

As informações base para este estudo foram fornecidas pela empresa Gimenez Andrade Arquitetos, localizada em Icaraí, Niterói-RJ (21 2707-5222). Tais informações compreendem:

- delimitação da área de corte para comportar o projeto, que inclui distanciamento da avenida, distanciamento da linha de transmissão de energia, cota limite de projeto, etc;
- boletim das sondagens realizadas na área;
- local da destinação final do material desmontado;
- Planta topográfica planialtimétrica atual do terreno.

7 RESPONSÁVEL PELO ESTUDO



ERNANI SCHEUER

ENG°. DE MINAS

CREA-RS nº 139.717/D

Registro RJ nº 2007123758

(27) 99909-8876, (27)99237-0089

ernani@atlasgeologia.com.br

8 ANEXOS

Perfis de cubagem (11 perfis).