



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

ELVIS PRESTES

**ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMECÂNICOS DA ROCHA-MÃE DE CAMBARÁ
DO SUL**

ERECHIM

2020

ELVIS PRESTES

**ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMECÂNICOS DA ROCHA-MÃE DE CAMBARÁ
DO SUL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado na
Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.
Orientador: Pedro Eugênio Gomes Boehl.

ERECHIM

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Prestes, Elvis

ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMECÂNICOS DA ROCHA MÃE DE
CAMBARÁ DO SUL / Elvis Prestes. -- 2020.

40 f.

Orientador: Mestre Pedro Eugênio Gomes Boehl

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária,
Erechim, RS, 2020.

1. Rocha mãe. 2. Parâmetros geomecânicos. 3. Peso
específico. 4. Cambará do Sul. I. Boehl, Pedro Eugênio
Gomes, orient. II. Universidade Federal da Fronteira
Sul. III. Título.

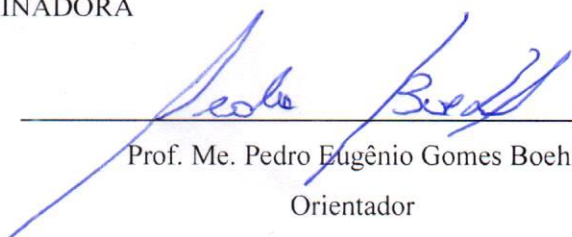
ELVIS PRESTES

**ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMECÂNICOS DA ROCHA-MÃE DE CAMBARÁ
DO SUL**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de grau de
Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária da
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 22/12/20

BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Pedro Eugênio Gomes Boehl
Orientador

Prof. Dr. Lierson Borges de Castro
UFFS

Prof.^a. Dra. Marília Teresinha Hartmann
UFFS

Dedico este trabalho a minha irmã, Aline, e a Gabi que me deram total incentivo nesse momento de pandemia e nunca deixaram de acreditar que era possível.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente quero agradecer ao meu orientador, Pedro Eugênio Gomes Boehl, por todo empenho em ajudar a concluir esse trabalho. À PAVIBRAS pelo fornecimento do material de amostra e uso do laboratório para as devidas análises, e aos professores Lierson e Marília que aceitaram compor a minha banca avaliadora.

Quero agradecer também a minha família, em especial a minha mãe que sempre me deu suporte para concluir minha graduação e a minha irmã Aline, que é a pessoa que mais me incentivou em todo esse processo.

Agradeço aos colegas com quem convivi em todo decorrer do curso, por tudo que aprendi com eles e pela amizade verdadeira que sempre se teve no grupo, em especial à Charline, Lucimara, Luiz e Tomas. Com imenso carinho, agradeço também a minha amiga Suéllen Tonatto Ferrazzo, por todo café compartilhado e as inúmeras horas que passamos no laboratório, sempre com muito humor e ginástica para não perder o urbano. Que a nossa amizade continue a render muitas risadas junto de muito bolo de milho e café.

Para a conclusão de todo esse processo, agradeço de coração a Gabriela Bassani Fahl. Uma pessoa incrível que conquistou em mim um sentimento gigante de admiração e gratidão, pela pessoa determinada que és e sua alma cor de rosa. Você é a pessoa mais forte que já conheci.

Por último agradeço a todo corpo docente da UFFS, o qual tenho imenso carinho e admiração pela forma como transmitem seus conhecimentos e todo apoio que sempre obtive com eles. Não serão apenas meus ex professores, mas sim amigos que levarei para a vida.

“O método científico é comprovado e verdadeiro.
Não é perfeito, é apenas o melhor que temos.
Abandoná-lo, junto com seus protocolos céticos,
é o caminho para uma idade das trevas.”

(CARL SAGAN)

RESUMO

Compreender as propriedades, físicas, geomecânicas e químicas da rocha é um fator essencial para a correta utilização do ambiente no ramo da construção civil, e posteriormente gestão ambiental, visando a sustentabilidade da área e impedir possíveis desastres. Esse trabalho avaliou alguns parâmetros geomecânicos da rocha-mãe de Cambará do Sul, com o objetivo de auxiliar nessas tomadas de decisões e gerar base científica para futuras pesquisas a serem realizadas na mesma matriz rochosa. As análises realizadas nesse processo foram: Recuperação da amostra, que até 6 metros de profundidade se mostrou com alto grau de fragmentação; Designação da qualidade da rocha (RQD), que a partir de 11 metros de profundidade demonstra que a rocha possui uma classificação de razoável à excelente; e peso específico da rocha, que apresentou uma média de 25,46 kN/m³, e demonstrou ser pouco porosa.

Palavras-chave: Geomecânicos, rocha-mãe, peso específico, Cambará do Sul.

ABSTRACT

Understanding the physical, geomechanical and chemical properties of the rock is an essential factor for the correct use of the environment in the civil construction field, and later to environmental management, aiming at the sustainability of the area and preventing possible disasters. This work evaluated some geomechanical parameters of the rock matrix of Cambará do Sul, in order to assist in these decision-making and generate a scientific basis for future research to be carried out in the same rock matrix. The analyzes carried out in this process were: sample recovery, which up to 6 meters in depth showed a high degree of fragmentation; Rock Quality Designation (RQD), which after 11 meters of depth shows that the rock has a classification of reasonable to excellent; and rock specific weight, which presented an average of 25.46 kN/m³, and proved to be slightly porous.

Keywords: Geomechanical, rock matrix, specific weight, Cambará do Sul.

SUMÁRIO

RESUMO	10
1 INTRODUÇÃO	10
2 MATERIAIS E MÉTODOS	12
2.1 ÁREA DE ESTUDO	12
2.2 RQD.....	13
2.3 PESO ESPECÍFICO DA ROCHA.....	14
3. RESULTADOS	14
4 DISCUSSÕES	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	38

ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMECÂNICOS DA ROCHA-MÃE DE CAMBARÁ DO SUL

Elvis Prestes

Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira
Sul, Campus Erechim/RS Brasil

prestes.elvis@gmail.com

Pedro Eugênio Gomes Boehl

Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira
Sul, Campus Erechim/RS Brasil

pedro.boehl@uffs.edu.br

Resumo. *Compreender as propriedades, físicas, geomecânicas e químicas da rocha é um fator essencial para a correta utilização do ambiente no ramo da construção civil, e posteriormente gestão ambiental, visando a sustentabilidade da área e impedir possíveis desastres. Esse trabalho avaliou alguns parâmetros geomecânicos da rocha-mãe de Cambará do Sul, com o objetivo de auxiliar nessas tomadas de decisões e gerar base científica para futuras pesquisas a serem realizadas na mesma matriz rochosa. As análises realizadas nesse processo foram: Recuperação da amostra, que até 6 metros de profundidade se mostrou com alto grau de fragmentação; Designação da qualidade da rocha (RQD), que a partir de 11 metros de profundidade demonstra que a rocha possui uma classificação de razoável à excelente; e peso específico da rocha, que apresentou uma média de 25,46 kN/m³, e demonstrou ser pouco porosa.*

Palavras-chave: *Geomecânicos, rocha-mãe, peso específico.*

1. INTRODUÇÃO

Analisar o ambiente físico de um determinado local antes de sua utilização pelo homem é imprescindível para garantir a segurança e a economia das obras a serem implantadas naquele local. As investigações geológicas do subsolo no Brasil possuem baixos custos associados aos seus

projetos, porém geram grande economia no custo final da obra ao evitar determinados erros de projetos, atrasos de cronograma construtivos, alterações construtivas e remediações de possíveis desastres atrelados ao uso incorreto do espaço físico (SCHNAID; ODEBRECHT, 2012).

Conhecer as características físicas do subsolo é de fundamental importância para a realização das obras de fundações, auxiliando nas diretrizes de projetos de interesse da construção civil e conseqüentemente projetos sanitários e ambientais que juntos garantem a sustentabilidade nas futuras instalações estruturais.

Nesse sentido, conhecer as propriedades físicas e mecânicas da rocha-mãe da região torna-se imprescindível na realização de um projeto estrutural, considerando que é ela quem dará o suporte necessário para as grandes estruturas que ali virão a serem instaladas.

Ao analisar as características geomecânicas da matriz rochosa do município de Cambará do Sul, nota-se que ela situa-se na região da Serra Geral do Rio Grande do Sul, sendo essa região composta por solos que ao serem utilizados na geotecnia, apresentam uma resistência mecânica boa, porém não possuem bom comportamento em presença de água, se mostrando instáveis em períodos de chuvas com níveis elevados (BOEHL, 2011).

Por possuir grande beleza natural, o município é bastante visado pelo setor de turismo, sendo esse um dos principais setores da economia presente. Apesar de ser considerado ecoturismo, tal atividade faz com que novas construções e alterações da paisagem sejam realizadas a fim de suprir a demanda do setor e aumentar a arrecadação. Portanto torna-se necessário conhecer bem as características da região para identificar as áreas mais frágeis e as que melhor se adequam a possíveis alterações físicas (MOREIRA, 2013). Essas alterações do solo e da rocha podem ser analisadas através de parâmetros físicos, geomecânicos e químicos, sem um consenso definido de qual parâmetro tem análise mais efetivo (OLIVEIRA, 2012).

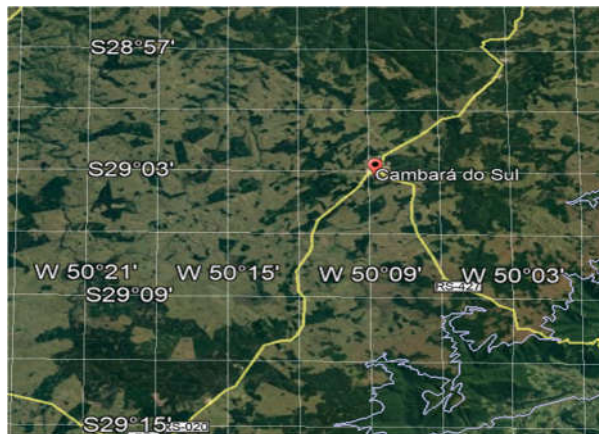
Nesse sentido, o presente artigo objetiva a análise acerca dos seguintes parâmetros geomecânicos da rocha-mãe de Cambará do Sul: *Rock Quality Designation* (RQD) e peso específico da rocha; com o intuito de auxiliar futuras gestões ambientais da região e uso da região para obras da construção civil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise presente neste artigo foram utilizadas 43 amostras rochosas distintas de 9 pontos amostrais determinados pela empresa PAVIBRAS, coletadas através de ensaio rotativo e posteriormente fornecido ao autor. A empresa inicialmente realizou a coleta e análise RQD da amostra rochosa, e posteriormente fora realizada pelo autor a análise do peso específico das amostras e tratamento gráfico das mesmas.

2.1 Área de estudo

O município de Cambará do Sul está situado no nordeste do Rio Grande do Sul (RS), na região de Campos de Cima da Serra. Devido a formação rochosa que caracteriza seu relevo, o município é conhecido popularmente como terra dos cânions. O município possui população de 6542 (IBGE, 2010), estando localizado na altitude de 980 metros e na coordenada geográfica 29°2'21.86"S 50°8'57.17"W.



Fonte: Google Earth, 2020.

Ainda de acordo com o Mapa Geológico do Rio Grande do Sul, o município de Cambará do Sul situa-se na região **Fácies caxias** (K1 α cx), composta por derrames de composição intermediária a ácida, riolitos a riolitos, mesocráticos, microgranulares a vitrofíricos, textura esferulítica comum (tipo carijó), forte disjunção tabular no topo dos derrames e maciço na porção

central, dobras de fluxo e autobrechas frequentes, vesículas preenchidas predominantemente por calcedônia e ágata, fonte das mineralizações da região.

2.2 RQD

O RQD (Rock Quality Designation) é um parâmetro que mede a qualidade do núcleo rochoso de acordo com a porcentagem de recuperação dos pedaços com mais de 100mm. Esse parâmetro foi desenvolvido por Deere et al. (1967), visando classificar a massa rochosa desde muito fraca à excelente. Tal parâmetro pode ser calculado através da seguinte Equação 1:

$$RQD = \left(\sum \frac{p}{n} \right) \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

p = Comprimento das peças maiores que 100 mm;

n = Comprimento da manobra de avanço da perfuração;

A coleta do material analisado foi realizada no município de Cambará do Sul pela PAVIBRAS. A referida é uma empresa de Erechim/RS que atua na área de Engenharia Civil, oferecendo serviços especializados, como sondagem de solos e rochas, contenções, fundações e movimentação de terra.

A extração da amostra rochosa foi executada pela empresa através de sondagem rotativa. Tal ensaio fora realizado de acordo com as normas: DNER-PRO 102-97 - Sondagem de reconhecimento pelo método rotativo (DNER, 1997); IN 02/94 - Descrição de testemunho de sondagens rotativas e parâmetros geomecânicos (DEINFRA, 1994), e NBR 6502/95, Rochas e Solos (ABNT, 1995). Posteriormente fez-se a análise em laboratório do material coletado pela empresa através do ensaio rotativo, podendo classificar a rocha de acordo com a Quadro 1.

Quadro 1- Classificação do núcleo rochoso através do parâmetro RQD.

RQD	Qualidade do maciço
-----	---------------------

Menor que 25%	Muito fraca
25% a 50%	Fraca
50% a 75%	Razoável
75% a 90%	Boa
90% a 100%	Excelente

Fonte: Adaptado de DEERE et al. (1997).

2.3 Peso específico da rocha

O peso específico dos materiais é a caracterização de um material relacionando o peso das partículas sólidas desse material e o volume que esse mesmo possui (BRAJA, 2007; PINTO, 2006). Tal parâmetro é representado por γ_s e calculado através da seguinte Equação 2 (BRAJA, M. Das 2006):

$$\gamma_s = \frac{W}{V} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

W = peso do sólido.

V = volume do sólido.

3. RESULTADOS

Após as análises realizadas em laboratório, realizou-se a confecção dos quadros e gráficos a seguir, demonstrando a descrição do material bem como sua recuperação e seu RQD.

Figura 1 - Imagem do material coletado no ponto 1 e sua profundidade



Fonte: PAVIBRAS, 2020.

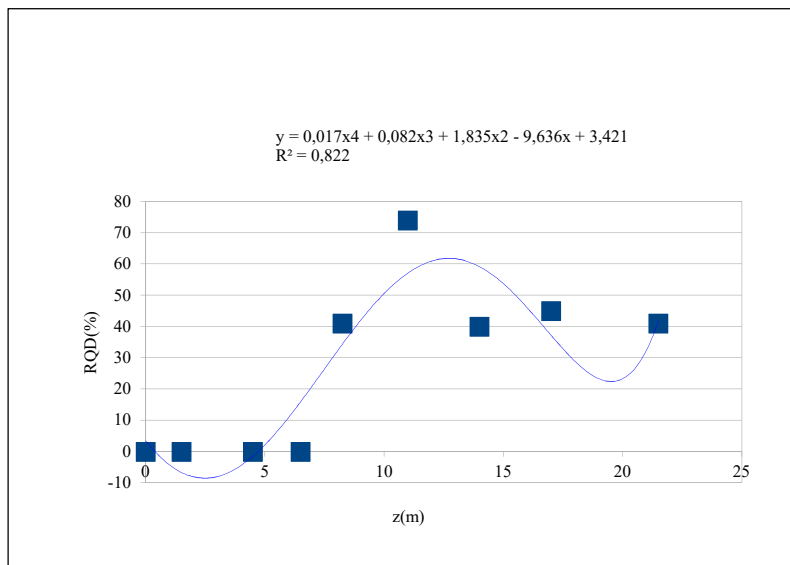
Quadro 2 - Descrição do material no ponto 1 de acordo com sua profundidade, grau de recuperação (REC) e RQD.

Z	Descrição do Material	REC (%)	RQD (%)
1,50	Solo Granular constituído por intercalações de Siltes arenosos amarelos matações de associações A.R. * A classificação refere-se aos segmentos rochosos encontrados, muitas vezes dispersos.	50	0
3,00			
4,00	Solos residuais do Riodacito, areias siltosas com pedregulhos alternado com alterações de rocha riodacítica	42	0
6,00			
7,50	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica.	69	0
8,00	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica.	76	41
9,00			
9,50			
10,00		100	74
11,00			

12,50	Riodacito tipo JKSGa (K1αc) coloração cinza claro, textura fanerítica com presença de cristas de quartzo.		
13,00	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica.	100	40
14,00			
15,50			
16,00	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica.	100	45
17,00			
18,50			
19,00	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica.	100	41
20,00			
21,50			

Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 2 – RQD (%) da rocha no ponto 1 em função da profundidade.



Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 3 - Imagem do material coletado no ponto 3 e sua profundidade.



Fonte: PAVIVRAS, 2020.

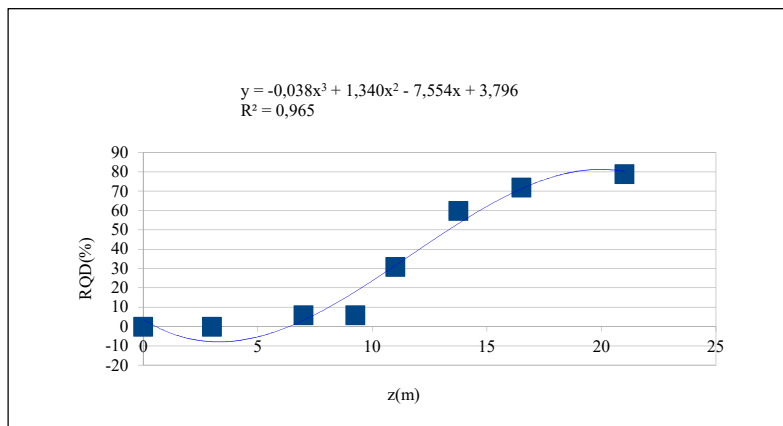
Quadro 3 - Descrição do material no ponto 3 de acordo com sua profundidade, REC e RQD.

Z	Descrição do Material	REC (%)	RQD (%)
3,00	Solo Fino residual de basalto constituído por intercalações de Siltes arenosos amarelos e Argilas siltosa coloração vermelha, matacões de associações A.R. * A classificação refere-se aos segmentos rochosos encontrados, muitas vezes dispersos.	14	0
6,00			
7,00	Basalto tipo JKSG \square (K1 α cx) coloração cinza claro, textura afanítica.	32	6
8,00			
9,00	Basalto tipo JKSG α (K1 α cx) coloração cinza claro, textura afanítica	67	6
9,50			
10,00	Basalto tipo JKSG \square (K1 α cx) coloração cinza claro, textura afanítica.	97	31
11,00			
12,00			
12,50			
13,00	Basalto tipo JKSG α (K1 α cx) coloração cinza claro, textura afanítica.	100	60
14,00			

15,00			
16,00	Basalto tipo JKSgα (K1αcx) coloração cinza claro, textura afanítica.	100	72
16,50			
17,00			
17,50			
18,00			
19,00	Basalto tipo JKSgα (K1αcx) coloração cinza claro, textura afanítica.	89	79
20,00			
21,00			

Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 4 – RQD (%) da rocha no ponto 3 em função da profundidade.



Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 5 - Imagem do material coletado no ponto 6 e sua profundidade.



Fonte: PAVIBRAS, 2020.

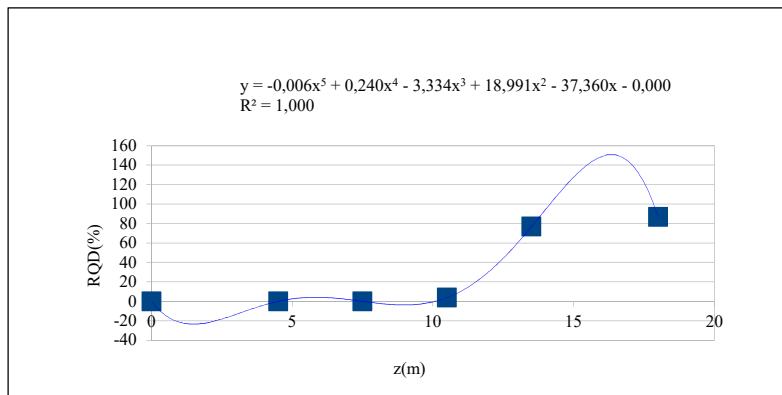
Quadro 4 - Descrição do material no ponto 6 de acordo com sua profundidade, REC e RQD.

Z	Descrição do Material	REC (%)	RQD (%)
1,50	A.R. e associações de solos argilosos com intercalações de matacão e segmentos rochosos.	30	0
3,00			
4,50	A.R. e associações de solos argilosos com intercalações de matacão e segmentos rochosos.	20	0
6,00			
8,00	A.R. e associações de solos arenosos com intercalações de matacão e segmentos rochosos residual de riodacito.	30	0
9,00			

10,00	Segmentos descontínuos de Riodacito Solos residuais do Riodacito, areias siltosas com pedregulhos alternado com alterações de rocha riodacítica.	30	4
11,00			
12,00			
13,00	Riodacito tipo JKSGa (K1α) coloração cinza médio, textura fanerítica.	100	77
14,00			
15,00			
16,00	Riodacito tipo JKSGa (K1α) coloração cinza médio, textura fanerítica.	100	87
17,00			
18,00			

Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 6 – RQD (%) da rocha no ponto 6 em função da profundidade.



Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 7 - Imagem do material coletado no ponto 7 e sua profundidade.



Fonte: PAVIBRAS, 2020.

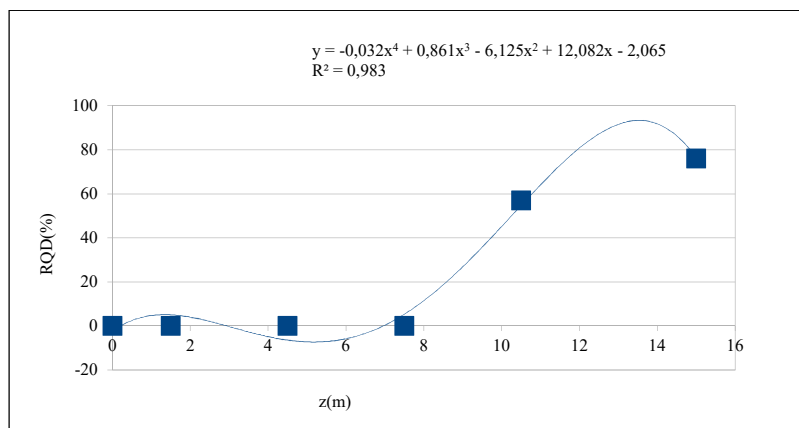
Quadro 5 - Descrição do material no ponto 7 de acordo com sua profundidade, (REC) e RQD.

Z	Descrição do Material	REC (%)	RQD (%)
1,00	Solo fino residual de basalto constituído por intercalações de Argilas siltosa coloração vermelha escura à clara, matações de associações A.R. * A classificação refere-se aos segmentos rochosos encontrados, muitas vezes disperses.	30	0
3,00			

4,00	A.R. e associações de solos argilosos com intercalações de matacão e segmentos rochosos.* A classificação refere-se aos segmentos rochosos encontrados, muitas vezes dispersos	50	0
5,00			
6,00			
7,50	A.R. e associações de solos argilosos com intercalações de matacão e segmentos rochosos.* A classificação refere-se aos segmentos rochosos encontrados, muitas vezes dispersos.	50	0
9,00			
10,00	A.R. e associações de solos argilosos com intercalações de matacão e segmentos rochosos.* A classificação refere-se aos segmentos rochosos encontrados, muitas vezes dispersos.	40	59
11,00			
12,00			
13,00	Basalto tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica intercalado por pequenos trechos em A.R e pedregulhos	100	76
14,00			
15,00			

Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 8 – RQD (%) da rocha no ponto 7 em função da profundidade.



Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 9 - Imagem do material coletado no ponto 8 e sua profundidade.



Fonte: PAVIBRAS, 2020.

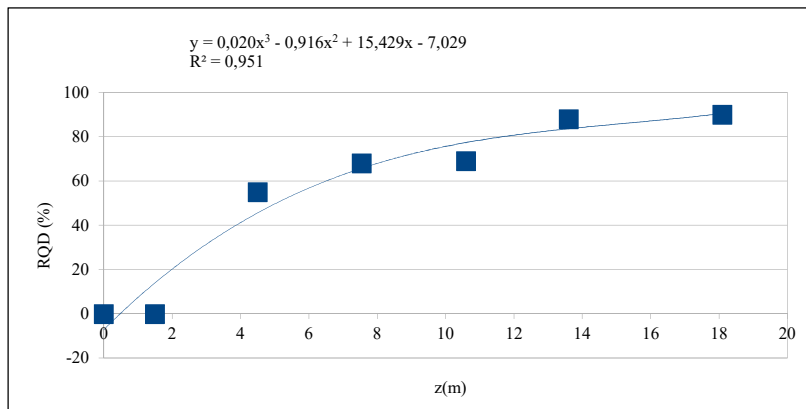
Quadro 6 - Descrição do material no ponto 8 de acordo com sua profundidade, REC e RQD.

Z	Descrição do Material	REC (%)	RQD (%)
1,50	Solo Fino residual de basalto constituído por intercalações de Siltes arenosos amarelos e Argilas siltosa coloração vermelha, matações de associações A.R. * A classificação refere-se aos segmentos rochosos encontrados, muitas vezes dispersos.	41	0
3,00			
4,00	Basalto tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura afanítica com presença de cristas de quartzo.	83	55
5,00			
6,00			
9,00	Basalto tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura afanítica.	100	68
9,10			
10,00	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica.	100	69
11,00			

12,00			
12,10			
13,00	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica.	100	88
14,00			
15,10			
16,00	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica.	100	90
16,50			
17,00			
17,50			
18,10			

Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 10 – RQD (%) da rocha no ponto 8 em função da profundidade.



Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 11 - Imagem do material coletado no ponto 9 e sua profundidade.



Fonte: PAVIBRAS. 2020.

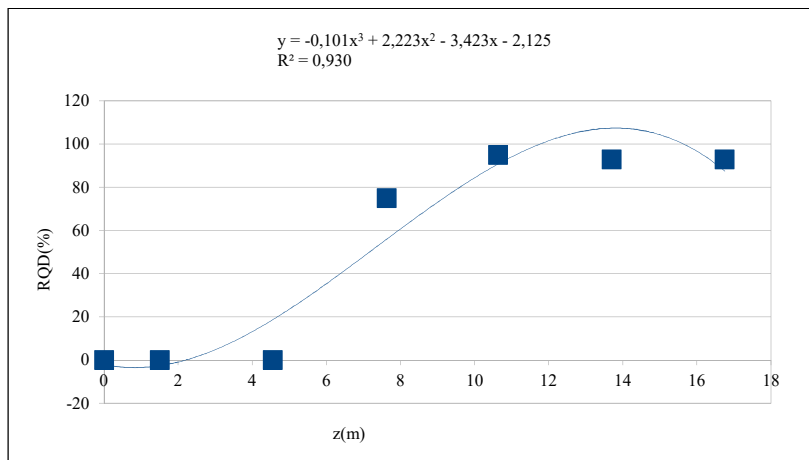
Quadro 7 - Descrição do material no ponto 9 de acordo com sua profundidade, REC e RQD.

Z	Descrição do Material	REC (%)	RQD (%)
1,00	Solo Fino residual de basalto constituído por intercalações de Argilas siltosa coloração vermelha escura à clara, matações de associações A.R. * A classificação refere-se aos segmentos rochosos encontrados, muitas vezes dispersos.	50	0
3,00			
4,00	A.R. e associações de solos argilosos com intercalações de matação e segmentos rochosos.* A classificação refere-se aos segmentos rochosos encontrados, muitas vezes dispersos.	46	0
5,00			
6,10			
9,00	Basalto tipo JKSGa (K1acx) coloração cinza médio e textura afanítica.	100	75
9,15			
10,00		98	95

11,00	Basalto tipo JKSGa (K1αc) coloração cinza médio e textura afanítica.		
12,00			
12,15			
13,00	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica.	100	93
14,00			
15,25			
16,00	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica.	100	93
16,50			
17,00			
17,50			
18,25			

Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 12 – RQD (%) da rocha no ponto 9 em função da profundidade.



Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 13 - Imagem do material coletado no ponto 16 e sua profundidade.



Fonte: PAVIBRAS, 2020.

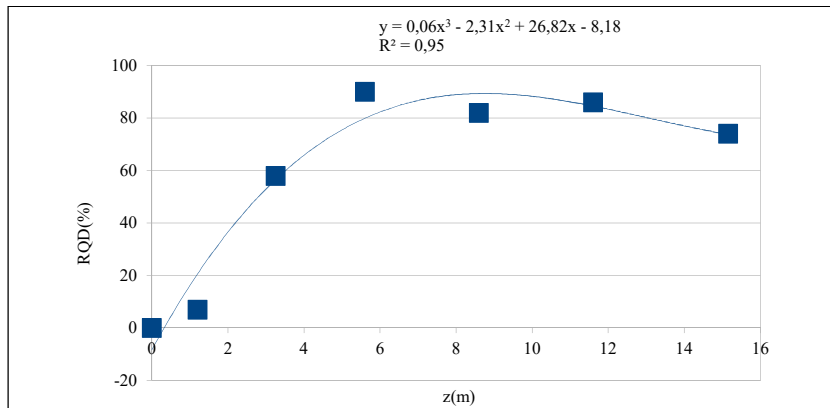
Quadro 8 - Descrição do material no ponto 16 de acordo com sua profundidade, REC e RQD.

Z	Descrição do Material	REC (%)	RQD (%)
2,40	A.R. e associações de solos argilosos com intercalações de matacão e segmentos rochosos.* A classificação refere-se aos segmentos rochosos encontrados, muitas vezes dispersos.	71	0
3,00	Basalto tipo JKSga (K1αcx) coloração cinza médio à escuro e textura afanítica.	100	58
4,10			
5,00	Basalto tipo JKSga (K1αcx) coloração cinza médio à escuro e textura afanítica.	100	90
7,10			
8,00	Riodacito tipo JKSga (K1αcx) coloração cinza médio e textura fanerítica.	100	82
9,00			

10,00			
10,10			
11,00	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza médio e textura fanerítica.	100	86
12,00			
13,10			
13,00	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza médio e textura fanerítica.	100	74
14,00			
15,15			

Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 14 – RQD (%) da rocha no ponto 16 em função da profundidade.



Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 15 - Imagem do material coletado no ponto 17 e sua profundidade.



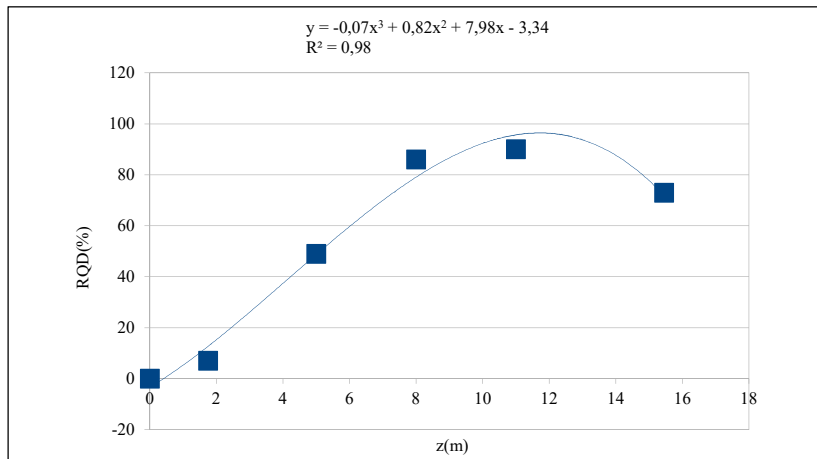
Fonte: PAVIBRAS, 2020.

Quadro 9 - Descrição do material no ponto 17 de acordo com sua profundidade, REC e RQD.

Z	Descrição do Material	REC (%)	RQD (%)
1,50	A.R. e associações de solos argilosos com intercalações de matacão e segmentos rochosos.* A classificação refere-se aos segmentos rochosos encontrados, muitas vezes dispersos.	58	7
3,50			
4,00	Basalto tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza médio à escuro e textura afanítica.	100	49
5,00			
6,50			
9,00	Basalto tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza médio à escuro e textura afanítica.	100	90
9,50			
10,00	Basalto tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza médio à escuro e textura afanítica.	100	90
11,00			
12,00			
12,50			
13,00	Basalto tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza médio à escuro e textura afanítica.	90	73
14,00			
15,45			

Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 16 – RQD (%) da rocha no ponto 17 em função da profundidade.



Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 17 - Imagem do material coletado no ponto 23 e sua profundidade.



Fonte: PAVIBRAS, 2020.

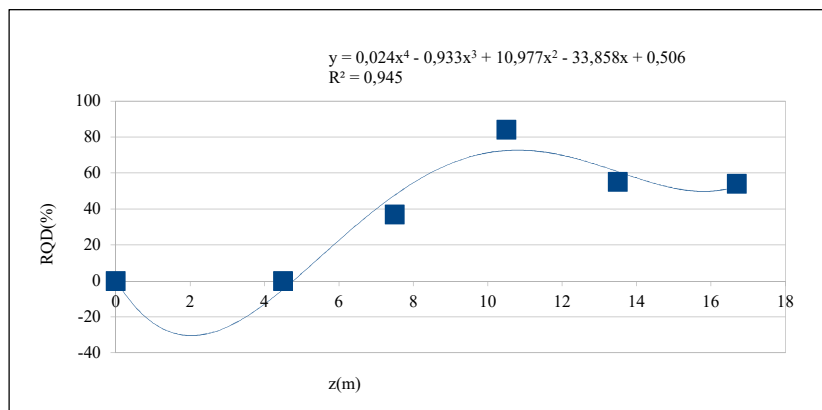
Quadro 10 - Descrição do material no ponto 23 de acordo com sua profundidade, REC e RQD.

Z	Descrição do Material	REC (%)	RQD (%)
1,00	Solo Fino residual de basalto constituído por intercalações de Argilas siltosa coloração vermelha escura à clara, matações de associações A.R. * A classificação refere-se aos segmentos rochosos encontrados, muitas vezes dispersos.	73	0
3,00			
4,00			

5,00	A.R. e associações de solos argilosos com intercalações de matacão e segmentos rochosos.* A classificação refere-se aos segmentos rochosos encontrados, muitas vezes dispersos.		
6,00			
7,50	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica.	100	84
9,00			
10,00	Basalto à Riodacito intercalados tipo JKSGa (K1αc) coloração cinza claro, textura fanerítica.	100	84
11,00			
12,00			
13,00	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica.	100	55
14,00			
15,00			
16,00	Riodacito tipo JKSGa (K1αcx) coloração cinza claro, textura fanerítica.	100	54
16,50			
16,70			

Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Figura 18 – RQD (%) da rocha no ponto 23 em função da profundidade.

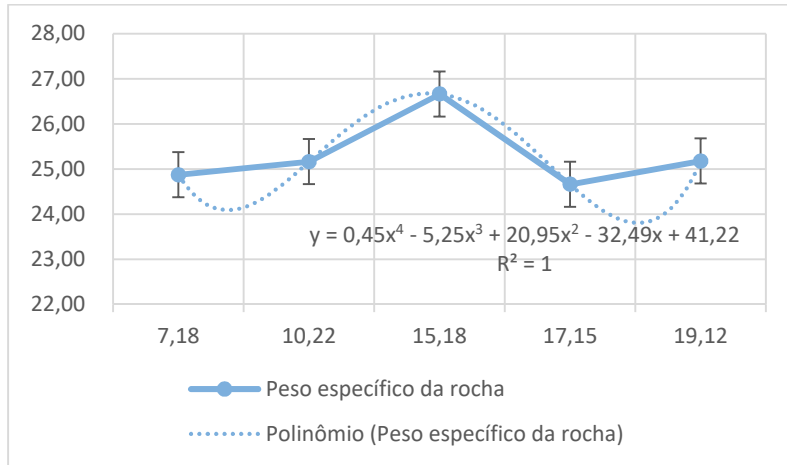


Fonte: Adaptado de PAVIBRAS (2020).

Em relação ao peso específico da rocha, nota-se que não há um padrão de alteração relacionado ao aumento da profundidade. Esses resultados de peso específico demonstram um comportamento

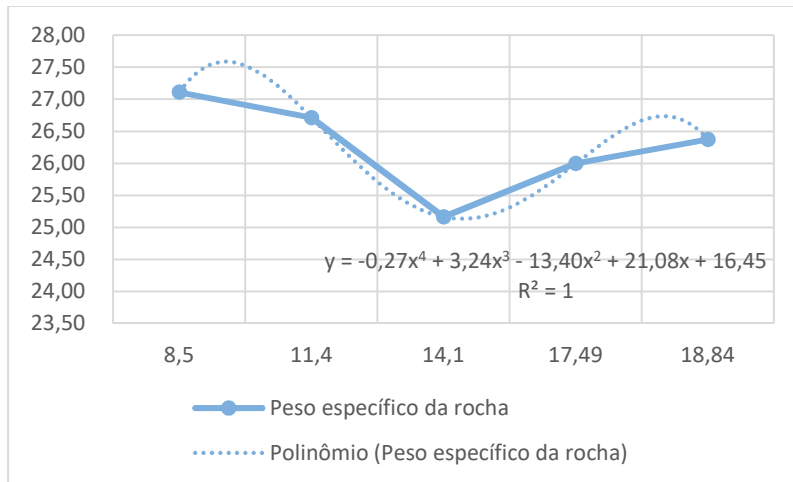
não homogêneo desse parâmetro, porém com seus valores médios muito próximos entre si, como mostra a Figura 28.

Figura 19 - Análise gráfica do peso específico da rocha γ (kN/m³) no ponto 1 em função da profundidade x (m).



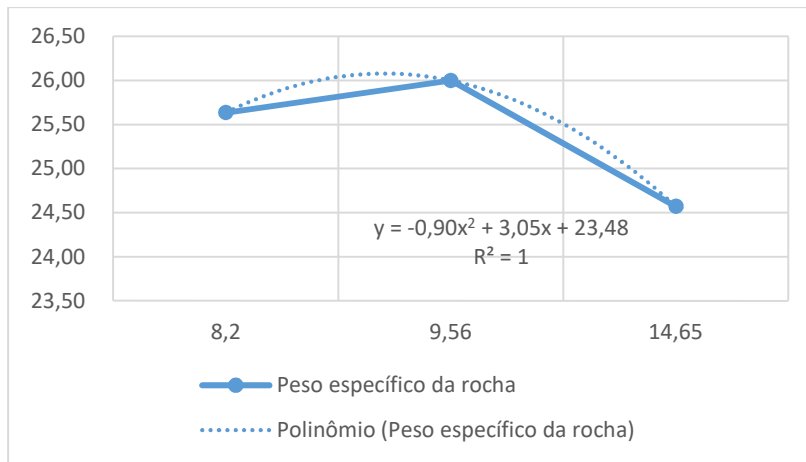
Fonte: O Autor.

Figura 20 - Análise gráfica do peso específico da rocha γ (kN/m³) no ponto 3 em função da profundidade x (m).



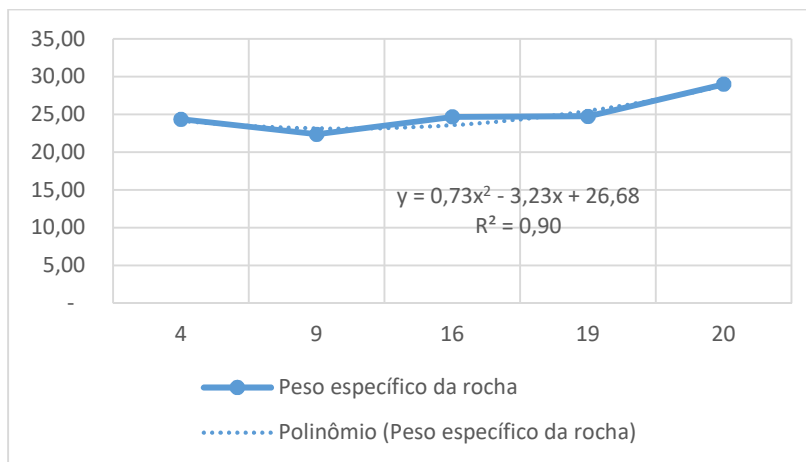
Fonte: O Autor.

Figura 21 - Análise gráfica do peso específico da rocha y (kN/m³) no ponto 6 em função da profundidade x (m).



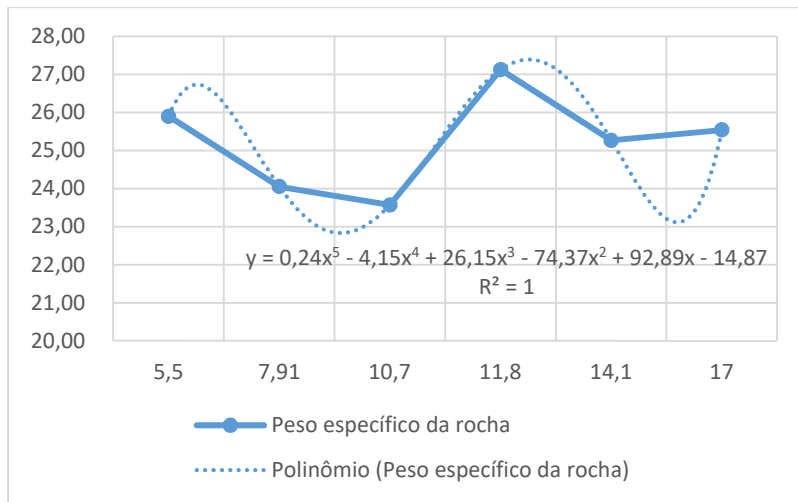
Fonte: O Autor.

Figura 22 - Análise gráfica do peso específico da rocha y (kN/m³) no ponto 7 em função da profundidade x (m).



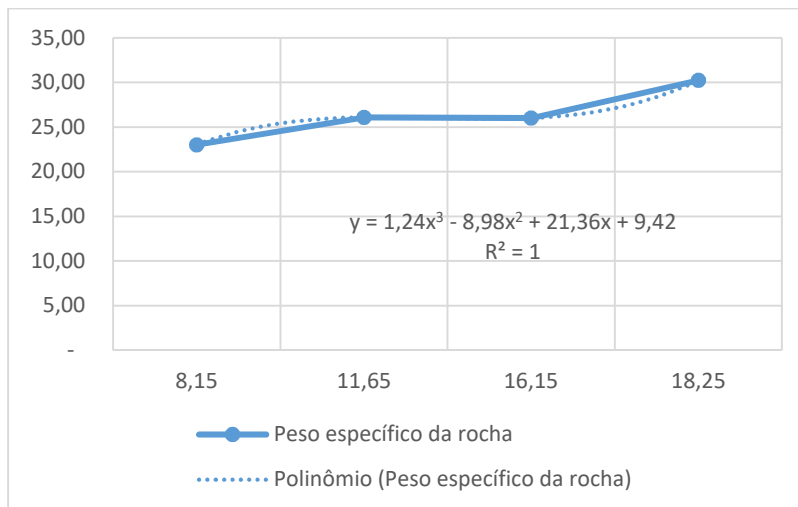
Fonte: O Autor.

Figura 23 - Análise gráfica do peso específico da rocha y (kN/m³) no ponto 8 em função da profundidade x (m).



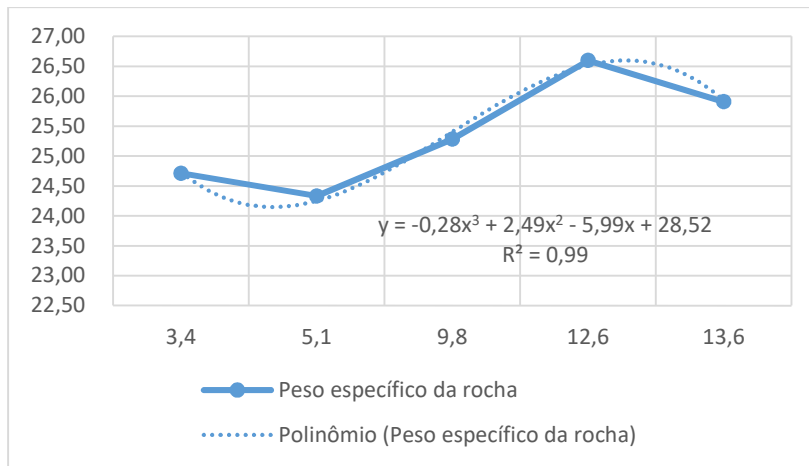
Fonte: O Autor.

Figura 24 - Análise gráfica do peso específico da rocha y (kN/m³) no ponto 9 em função da profundidade x (m).



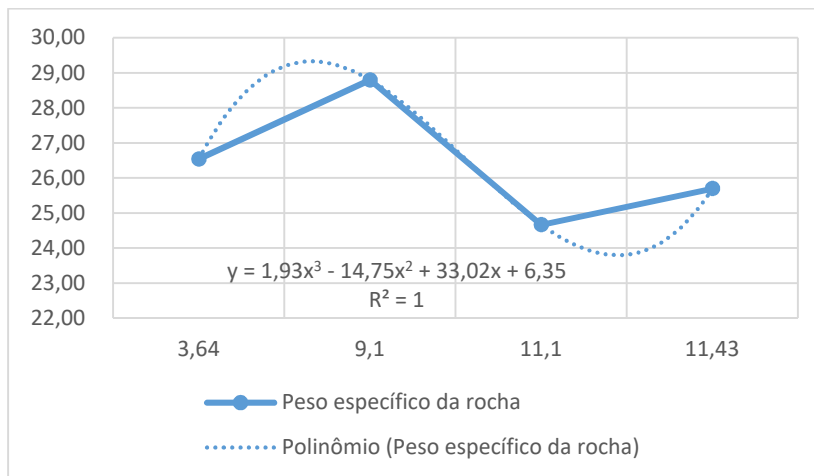
Fonte: O Autor.

Figura 25 - Análise gráfica do peso específico da rocha γ (kN/m³) no ponto 16 em função da profundidade x (m).



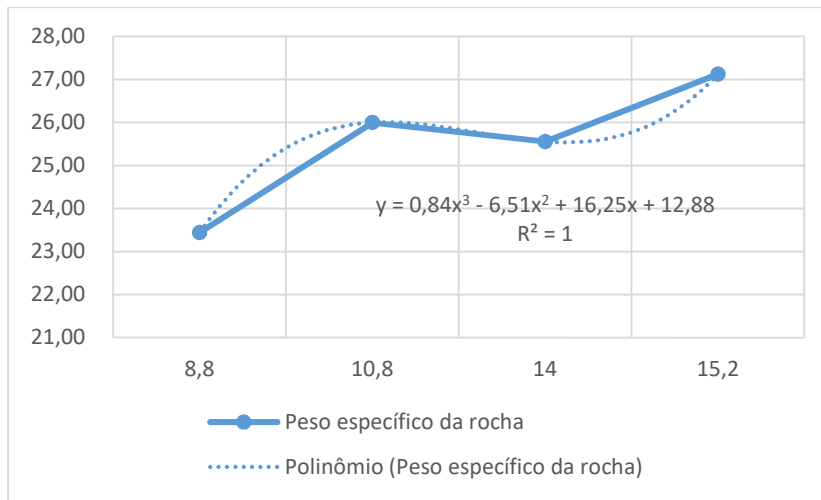
Fonte: O Autor.

Figura 26 - Análise gráfica do peso específico da rocha γ (kN/m³) no ponto 17 em função da profundidade x (m)



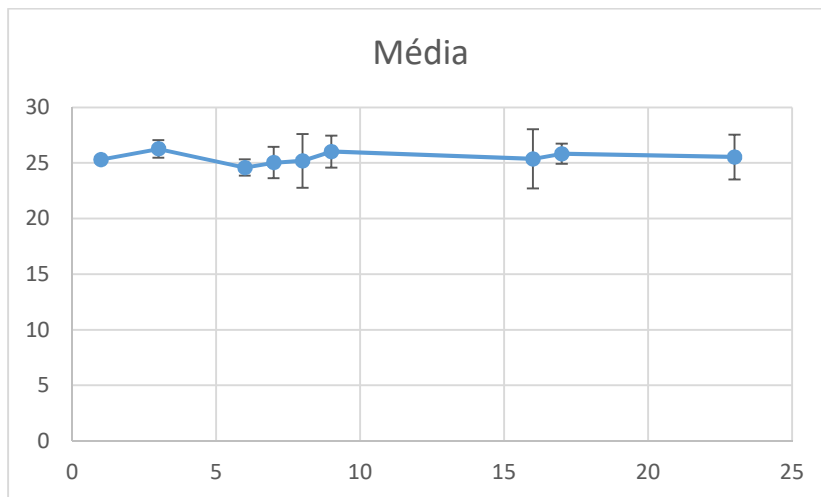
Fonte: O Autor.

Figura 27 - Análise gráfica do peso específico da rocha γ (kN/m³) no ponto 23 em função da profundidade x (m).



Fonte: O Autor.

Figura 28 - Média estimada do peso específico γ (kN/m³) da rocha nos 9 pontos.



Fonte: O Autor.

4. DISCUSSÕES

Com as análises de recuperação e RQD da rocha realizadas, é possível notar que até 3 metros de profundidade as amostras se apresentam bastante danificadas e heterogêneas em sua composição, alternando entre solos argilosos de silte coloração vermelha escura à clara e matacões. Essa fragilidade ainda pode ser notada até 6 metros de profundidade nos pontos 1, 6, 7, 9 e 23.

Ainda analisando o RQD, nota-se que abaixo de 11 metros de profundidade a rocha possui baixo grau de fragmentação, possuindo sempre classificação razoável a excelente.

Em relação aos maciços de amostras utilizadas para análise de peso específico, todas apresentaram valores bastante próximos entre si, como mostra a Figura 28, mostrando que apesar da rocha ultrapassar o nível do lençol freático médio dos pontos, que é de 11 metros, não há grande absorção de água na rocha, mostrando assim que a mesma não possui porosidade elevada. Essa faixa de valores bastante próximos entre si, ainda pode ser utilizado como um indicativo para identificação do tipo de rocha, uma vez que existem tabelas na bibliografia com valores padrões para diversos tipos de matrizes rochosas já estudadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho aqui apresentado demonstrou a importância da realização de estudos do solo e da rocha na região de estudo para auxiliar nas tomadas de decisões em relação a gestão ambiental e às futuras obras da construção civil a serem empregadas no local.

O conhecimento aqui adquirido sobre a rocha-sã da região vem a auxiliar futuras pesquisas a serem realizadas com a mesma matriz e próximas.

Apesar do solo apresentar bastante fragmentação e heterogeneidade nas profundidades iniciais, a matriz rochosa apresentou homogeneidade em sua estrutura, com um valor médio de peso específico de 25,46 kN/m³. Destaca-se também a importância da análise RQD, que traz uma caracterização preliminar e bastante detalhada da composição do maciço rochoso em análise.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6502: **Rochas e solos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

BOEHL, P. E. G. ALGUMAS OBSERVAÇÕES SOBRE AS PROPRIEDADES GEOTÉCNICAS DE SOLOS ESTRUTURADOS DERIVADOS DE Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial exigido pelo Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil – PPGEC , para a obt. 2011.

BRAJA, M. DAS. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica**, 2007.

BRASIL. IBGE. **Censo demográfico**, 2010. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/cambara-do-sul.html>>. Acesso em: 05 dez. 2020.

BRASIL. IBGE. **Mapa Geológico do Rio Grande do Sul**, 2006. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/cartografia_regional/mapa_rio_grande_sul.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2020.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-PRO 102/97**, Sondagem de reconhecimento pelo método rotativo. Fixa as condições exigíveis a serem observadas nas investigações geotécnicas por meio de sondagens de reconhecimento pelo método rotativo ou misto para fins de engenharia rodoviária. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 22 de jan. 1997.

DEERE, D. U.; HENDRON, A. J.; PATTON, F.D.; CORDING, E. J. Design of surface and near surface construction in rock Proceedings of the 8th U.S. Symposium on Rock Mechanics–Failure and Breakage of Rock, American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc. New York.1967 pp. 237-302.

MOREIRA, L. G. R. ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE

CAMBARÁ DO SUL – RS. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
GEOGRAFIA, 2013.

OLIVEIRA, P. C. DE. Caracterização Geológico-Geotécnica de Diferentes Litotipos Basálticos: Basalto Denso, Bassalto Vesículo-Amigdaloidal e Brecha Basáltica. p. 160, 2012.

PINTO, C. DE S. **Curso Básico de Mecânica dos Solos**. 3. ed. [s.l.] 2006, 2006.

SANTA CATARINA (Estado). Departamento Estadual de Infraestrutura. **Instrução Normativa nº 02 de 16 de junho de 1994**. Fixa as condições exigíveis para a descrição de testemunhos de sondagens rotativas para fins de obras viárias, na utilização em perfil de sondagem rotativa do DEINFRA. Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina.

SCHNAID, F.; ODEBRECHT, E. **Ensaio de Campo - e suas aplicações à Engenharia de Fundações**. 2. ed. São Paulo: 2012, 2012.