



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

BERNARDO XAVIER APPI

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO PERFIL GEOLÓGICO DE
ERECHIM-RS**

ERECHIM

2020

BERNARDO XAVIER APPI

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO PERFIL GEOLÓGICO DE ERECHIM-RS

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

Orientador: Me. Pedro Eugênio Gomes
Boehl

ERECHIM

2020

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Appi, Bernardo Xavier
AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO PERFIL GEOLÓGICO DE
ERECHIM-RS / Bernardo Xavier Appi. -- 2020.
19 f.:il.

Orientador: Prof. Me. 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.

I. Boehl, Prof. Me. Pedro Eugênio Gomes, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

BERNARDO XAVIER APPI

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO PERFIL GEOLÓGICO DE ERECHIM-RS

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:

07/12/2020

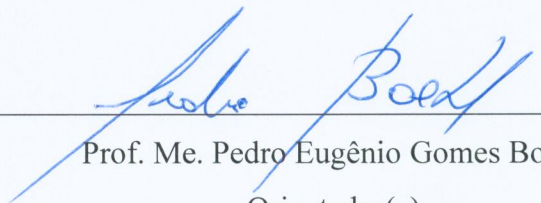
BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Marilia Teresinha Hartmann

UFFS

Prof. Me. Alan Rempel

UFFS



Prof. Me. Pedro Eugênio Gomes Boehl

Orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a empresa Pavibras pela disponibilização das sondagens. Agradeço ao meu orientador, o Me. Pedro Eugênio Gomes Boehl, por toda a ajuda e disponibilidade prestada. Agradeço a professora que ministrou a disciplina de TCC, a Dra. Marilia Teresinha Hartmann por todo o apoio. Agradeço ao professor Me. Alan Rempel por aceitar o convite para compor a banca. Agradeço também minha família, amigos e a todos que de alguma maneira me ajudaram a terminar essa etapa da minha vida.

RESUMO

Este trabalho avalia preliminarmente o perfil geológico de Erechim-RS, obtido de uma sondagem rotativa, sobre a ótica da geologia na Engenharia. A suíte basáltica local, pouco estudada, é constituída por rochas ígneas com propriedades muito interessantes para engenharia. O maciço rochoso apresenta um comportamento heterogêneo desde o topo até o limite da perfuração. Neste intervalo a recuperação varia de 25 a 100% e a Designação da Qualidade da Rocha (RQD) varia de 0 a 83%, variando de péssimo a bom. De forma geral a rocha apresenta-se muito alterada, pouco coerente e extremamente fraturado, com nível alto de escavabilidade, porém necessitando de estruturas de contenção e bombeamento abaixo do nível de lençol freático (9m).

Palavras-chave: Geologia basáltica. Recuperação. RQD.

.

ABSTRACT

This work preliminarily assesses the geological profile of Erechim-RS, obtained from a rotary survey, on the perspective of engineering geology. The local basaltic suite, little studied, consists of igneous rocks with very interesting properties for engineering. The rocky massif exhibits a heterogeneous behavior from the top to the edge of the perforation. In this interval the recovery varies from 25 to 100% and the rock-quality designation (RQD) varies from 0 to 83%, ranging from bad to good. In general, the rock is very altered, incoherent and extremely fractured, with a high level of excavability, but requiring containment and pumping structures below the groundwater level (9m).

Keywords: Basaltic geology. Recovery. RQD.

SUMÁRIO

1-Introdução.....	9
2.1-Perfil geológico de Erechim-RS	9
2.2-Parâmetros geomecânicos	10
3-Materiais e apresentação dos resultados.....	12
4-Discussões	16
5-Conclusões.....	17
6-Referências.....	18

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO PERFIL GEOLÓGICO DE ERECHIM-RS

Bernardo Xavier Appi

Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim-/RS, Brasil,
bernardo.appi@hotmail.com

Pedro Eugênio Gomes Boehl

Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim-/RS, Brasil,
pedro.boehl@uffs.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A rocha é um material sólido, consolidado e constituído por um ou mais minerais, com características físicas e mecânicas específicas para cada tipo (NBR 6502, 1995).

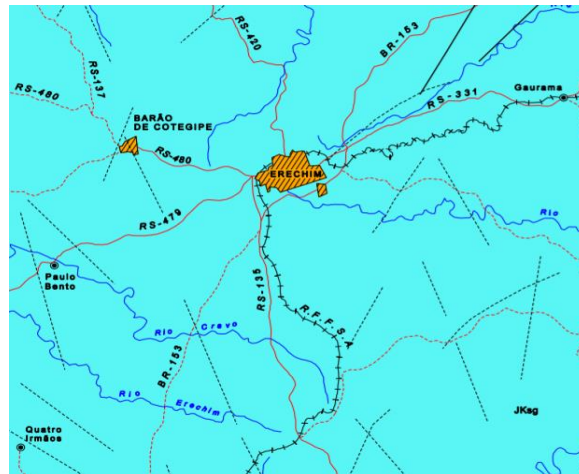
A rocha também pode ser definida como um agregado de minerais ligados por fortes e permanentes forças, que para desagregar, normalmente precisa de explosivos ou ferramentas especiais (BOEHL, 2011).

O município de Erechim está inserido na região do Alto Uruguai com coordenadas latitude de 27° 38' 03" S e longitude de 52° 16' 26" W, com área total de 430.800 quilômetros quadrados, com uma população estimada de 106.633 habitantes, a sua densidade demográfica é de 223,11 habitantes por quilômetros quadrados, o clima é subtropical úmido, tem uma altitude de 783 metros de elevação e um PIB (Produto Interno Bruto) per capita de R\$ 43.354,43 (IBGE, 2020).

2.1 PERFIL GEOLÓGICO DE ERECHIM-RS

O perfil geológico do município de Erechim-RS é visualizado na figura 1, classificando o solo de formação de Serra Geral (JKsg), do grupo São Bento, caracterizada por rochas efusivas básicas, continentais, toleíticas, comumente basaltos e fenobasaltos, normalmente, capeando as efusivas, ocorre uma sequência de rochas na composição ácida(α), constituídas por riolitos felsíticos, riodacitos felsíticos, dacitos felsíticos e seus correspondentes termos vítreos (IBGE, 2003).

Figura 1- Mapa geológico da região de Erechim



Fonte: IBGE, 2003.

Para uma rocha muito semelhante, no município de Passo Fundo- RS, SACHETI et al (2014) realizaram ensaios de fluorescência de raios X, concluindo ser uma rocha ácida do tipo riodacítico.

A região de Erechim-RS é caracterizada geotecnicamente por um manto residual argilo-siltoso (CH), com média plasticidade e a espessura varia de 3 e 5 metros (BIAVATI, 2017).

2.2 PARÂMETROS GEOMECÂNICOS

A mudança de solo para rocha não é repentina, na sua fronteira ocorre a impenetrabilidade da sondagem SPT, iniciando-se a sondagem rotativa. Dos testemunhos obtidos neste ensaio é possível adquirir os principais parâmetros geomecânicos. Entre estes parâmetros, a porcentagem de recuperação do testemunho recebe destaque, pois possibilita, avaliar a qualidade do meio rochoso. A recuperação é definida pela razão do comprimento do testemunho recuperado e o comprimento da perfuração (CAPUTO, 1966).

Outro parâmetro bem representativo e que descreve melhor a qualidade do meio rochoso, foi desenvolvido por DEERE et al(1967) a Designação da Qualidade da Rocha (RQD), obtido através da equação 1.

Equação (1)

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

Onde:

p = Comprimento das peças maiores que 10 cm;

n = Comprimento da manobra de avanço da perfuração;

A partir do índice de RQD calculado pela equação, classifica a qualidade da massa da rocha conforme o quadro 1.

Quadro 1- Classificação da qualidade da massa da rocha pelo índice RQD.

RQD	Qualidade da massa da rocha
Menor que 25%	Muito fraca
25% a 50%	Fraca
50% a 75%	Razoável
75% a 90%	Boa
90% a 100%	Excelente

Fonte: DEERE et al(1997); Adaptado pelo autor.

Outra forma de avaliar os parâmetros geomecânicos é com a coerência e com a alteração, que são relativos ao maciço rochoso. O grau de coerência avalia as características de resistência da rocha, quanto ao golpe de martelo padrão, e o grau da alteração avalia visualmente a alterabilidade dos minerais (DEINFRA, 1994). A avaliação dos graus de coerência e da alteração, são demonstrados pelos quadros 2 e 3 respectivamente.

Quadro 2 - Avaliação do Grau de Coerência com sua respectiva descrição.

Grau de Coerência	Descrição
C1	Rocha muito coerente

C2	Rocha coerente
C3	Rocha pouco coerente
C4	Rocha friável

Fonte: DEINFRA, 1994; Adaptado pelo autor.

Quadro 3 - Avaliação do Grau de Alteração com sua respectiva descrição.

Grau de Alteração	Descrição
A1	Rocha Sã (RS)
A2	Rocha Pouco Alterada (RPA)
A3	Rocha Alterada Dura (RAD)
A4	Rocha Altera Mole (RAM)
A5	Solo de Alteração (SA)

Fonte: DEINFRA, 1994; Adaptado pelo autor.

3.MATERIAIS E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A empresa Pavibras é especialista em sondagens na microrregião e realizou os ensaios de campo no município de Erechim-RS, em um total de quatro pontos. A localização dos pontos é demonstrada na figura 2 e tem coordenadas geográficas latitude de 27°38'01"S e longitude de 52°16'39"W.

Figura 2: Localização geográfica dos pontos.



Fonte: GOOGLE EARTH; Adaptado pelo autor.

Os quadros 4, 5, 6 e 7 descrevem respectivamente os 4 pontos analisados. Estes relacionam a profundidade da perfuração da sondagem, com seu respectivo RQD, recuperação (REC) e descrição do material. As figuras 3, 4, 5 e 6 ilustram a imagem da rocha extraída em cada profundidade de cada ponto analisado, disponibilizado pela empresa Pavibras. Nos pontos 1, 2, 3 e 4, o nível da água é de respectivamente 7,80m, 8,80m, 9,00m e 9,00m.

Figura 3 – Imagem do material no ponto 1, com sua respectiva profundidade.



Fonte: PAVIBRAS, 2018.

Quadro 4- Profundidade da perfuração da sondagem no ponto 1, com seu respectivo RQD, a sua recuperação (REC) e a descrição do material.

Profundidade (m)	Descrição do Material	REC (%)	RQD (%)
0,50	A.R. Alteração de rocha basáltico com presença de material granular e pedregulhos bem alterados; A5 e C3.	100	0
0,75		100	0
1,00	Basalto, K1 β pr, textura afanítica, coloração cinza médio à clara muito alterado e fraturado; A4, C2.	100	0
1,45		100	21
2,00			
2,45		100	0
3,00		100	15
3,10			
3,50		100	18
4,00			
4,50		100	0
4,85			
5,00		100	0

5,75	Basalto, K1 β pr, textura afanítica, coloração cinza médio à clara medianamente alterado e bem fraturado; A3, C3.	100	0
6,00			
6,35			
6,50		100	0
7,00		75	30
7,50			
7,80		100	0
8,00			
8,50			
8,75		100	0
9,00			
9,30		100	24
9,50			
10,00			
10,30			

Fonte: O Autor.

Figura 4 – Imagem do material no ponto 2, com sua respectiva profundidade.



Fonte: PAVIBRAS, 2018.

Quadro 5- Profundidade da perfuração da sondagem no ponto 2, com seu respectivo RQD, a sua recuperação (REC) e a descrição do material.

Profundidade (m)	Descrição do Material	REC (%)	RQD (%)
0,50	Argila siltosa residual basáltica avermelhado. A5, C3.	100	0
0,75			
1,00	Silte argiloso residual basáltico amarelado; A5,C3.	100	0
1,50			
1,55			
2,00	A.R. Alteração de rocha basáltico com presença de material granular e pedregulhos bem alterados; A5,C3.	100	0
2,50		53	0
2,55			
3,00			
3,35			
4,00		53	0
4,50		44	0
4,85			
5,00			
5,50			
6,00		42	0
6,50			
6,55			
7,00			
7,50			
8,00			
8,25			
8,50	Basalto, K1 β pr, textura afanítica, coloração cinza médio à clara medianamente alterado e bem fraturado; A4,C2.	70	0
8,75		100	0
9,00			
9,25			
9,50			
10,00			
10,40			

Fonte: O Autor.

Figura 5 – Imagem do material no ponto 3, com sua respectiva profundidade.



Fonte: PAVIBRAS, 2018.

Quadro 6- Profundidade da perfuração da sondagem no ponto 3, com seu respectivo RQD, a sua recuperação (REC) e a descrição do material.

Profundidade (m)	Descrição do Material	REC (%)	RQD (%)
0,50	Argila siltosa residual basáltica avermelhado; A5, C3.	100	0
0,95		100	0
1,00			
1,50			
1,55			
2,00			
2,20	A.R. Alteração de rocha basáltico com presença de material granular e pedregulhos bem alterados; A4, C3.	30	0
2,50		25	0
3,00			
3,20			
3,50	Basalto, K1 β pr, textura afanítica, coloração cinza médio à clara medianamente alterado e bem fraturado; A3,C3.	100	0
4,00		100	25
4,50			
4,70			
5,00	Basalto, K1 β pr, textura afanítica, coloração cinza médio à clara medianamente alterado e bem fraturado; A3,C3.	67	0
5,50		88	0
6,00			
6,50			
6,70		20	0
7,00			
7,50			
8,00		83	72
8,30			
8,50			
9,00			
9,30	Basalto, K1 β pr, textura afanítica, coloração cinza médio à clara medianamente alterado e bem fraturado; A3, C3.	69	19
9,50		48	1
9,90			
10,00			
10,50		44	0
11,00			
11,20			
11,50			
12,00			
12,50			
13,00	Basalto, K1 β pr, textura afanítica, coloração cinza médio à clara medianamente alterado e bem fraturado; A3, C3.	33	0
13,50		100	0
13,90			
14,00			
14,50		100	83
15,00			
15,50			
16,00			
16,40			
16,50			
17,00	Basalto, K1 β pr, textura afanítica, coloração cinza médio à clara variando à avermelhado pouco fraturado; A3, C2.	100	83
17,35			
17,50			
18,00			
18,50			
19,00			
19,50			
20,05			

Fonte: O Autor.

Figura 6– Imagem do material no ponto 4, com sua respectiva profundidade.



Fonte: PAVIBRAS, 2018.

Quadro 7 - Profundidade da perfuração da sondagem no ponto 4, com seu respectivo RQD, a sua recuperação (REC) e a descrição do material.

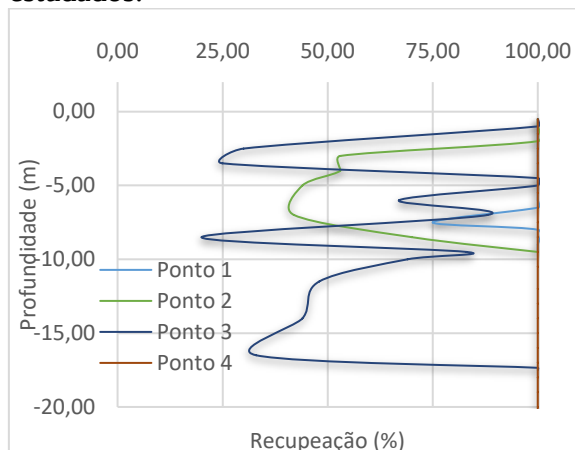
Profundidade (m)	Descrição do Material	REC (%)	RQD (%)
0,50	Silte argiloso residual basáltica amarelado; A5, C3.	100	0
1,00			
1,50			
2,00			
2,50			
3,00		100	0
3,50	A.R. Alteração de rocha basáltica com presença de material silto-argiloso e granular como	100	0
4,00			
4,50			
5,00			

	pedregulhos em estado bem alterado; A5, C3.		
5,50	Basalto, K1 β pr, textura afanítica, coloração cinza médio à clara medianamente alterado e bem fraturado; A3,C2.	100	0
6,00			
6,50		100	0
7,00			
7,50		100	30
8,30			
8,50	Basalto, K1 β pr, textura afanítica, coloração cinza médio à clara medianamente alterado e bem fraturado; A4, C3.	100	0
9,30			
9,50		100	0
10,30			
10,50		100	0
11,30			
12,00		100	0
12,30			
13,00		100	0
13,30			
14,00		100	0
14,30			
15,00		100	0
15,30			
16,00		100	0
16,30			
17,00		100	0
17,30			
18,00		100	0
18,50			
19,00	Basalto, K1 β pr, textura afanítica, coloração avermelhada médio à clara bem alterado e pouco fraturado; A4, C3.	100	0
19,50			
20,00		100	72
20,50			
21,00		100	0
21,30			

Fonte: O Autor.

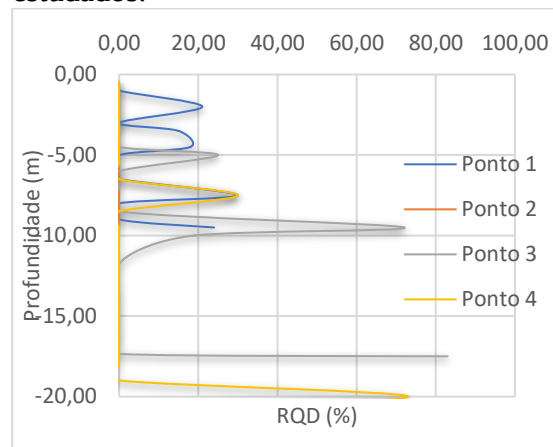
Para um melhor entendimento do comportamento dos parâmetros geomecânicos realizou dois gráficos, na figura 7 observa-se a recuperação em relação a profundidade e na figura 8 o RQD em relação a profundidade.

Figura 7- Gráfico da profundidade em relação com o Recuperação dos 4 pontos estudados.



Fonte: O Autor.

Figura 8- Gráfico da profundidade em relação com o RQD dos 4 pontos estudados.



Fonte: O Autor.

4. DISCUSSÕES

Observa-se nos relatórios, que o grau de alteração da rocha varia de muito alterada até extremamente alterado, inclusive, em alguns segmentos, chegando à mediamente alterada. O grau de coerência da rocha varia de coerente a pouco coerente, ou seja, a rocha quebra com golpes de martelo. Quanto ao fraturamento da rocha, observa-se um comportamento extremamente fraturado, chegando até a ser uma rocha fragmentada. Estas informações podem ser constatadas nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

Conforme FABRICÍO et al (2015), as águas subterrâneas contribuem consideravelmente no comportamento dos maciços rochosos. O nível do lençol freático apresenta em média uma profundidade de 9 metros (NA), certamente, a partir desta profundidade, a influência das águas subterrâneas interfere negativamente nos parâmetros geomecânicos das rochas.

Genericamente observa-se homogeneidade nos perfis estudados, com exceção dos parâmetros geomecânicos de recuperação e de RQD, que se apresentam heterogêneos.

Verificou-se que a recuperação do segmento constituído por alteração de rocha basáltica (A.R.), segue uma faixa de 25 a 100%, variando entre uma profundidade de 1,5 a 5,0 metros. No Basalto (K1 β pr) com textura afanítica e coloração cinza, segue uma faixa de recuperação de 75 a 100% em uma profundidade variando de 5,0 a 17,5 metros. Na rocha Basalto (K1 β pr) com coloração avermelhada, a recuperação foi de 100% para uma profundidade entre 18,0 e 21,3 metros. Da mesma forma obteve-se um RQD de 0%

na camada constituída por alterações de rochas basálticas (A.R.) na profundidade entre 1,5 e 5,0 metros. Na rocha basalto (K1 β pr) afanítica e coloração cinza, o RQD seguiu uma faixa de 0 a 25%, entre a profundidade variando de 5,0 a 17,5 metros. Para a rocha tipo basalto (K1 β pr) com coloração avermelhada, a faixa de RQD ocorre entre 0 a 83% na profundidade de 18,0 a 21,3 metros.

5. CONCLUSÕES

Neste local, o maciço rochoso apresenta um comportamento heterogêneo, desde o topo até o limite da perfuração. O intervalo de recuperação varia de 25 a 100% e o RQD varia de 0 a 83%, oscilando de péssimo a bom. De uma forma geral, a rocha apresenta-se muito alterada, pouco coerente e extremamente fraturada. No que tange aos serviços de engenharia, durante as escavações, por exemplo, encontra-se materiais com pouca dureza, acima de 9m (NA), o que possibilita uma escavação mais econômica, da mesma forma, abaixo de 9m (NA), uma falta de estabilidade e a inevitabilidade de bombeamento, o que, por sua vez, também implicaria em aumento dos custos, devido à necessidade de estruturas de contenção mais robustas.

6. REFERÊNCIAS

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

BLAVATI, F. **Determinação e análise dos parâmetros de resistência ao cisalhamento de um solo residual de basalto do Campus Erechim – RS em condições naturais e inundadas**. 70f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal da Fronteira Sul. Erechim, RS, 2017.

BOEHL, P. E. G. **Algumas observações sobre as propriedades geotécnicas de solos estruturados derivados de granito da Grande Florianópolis**. [dissertacao] /Pedro Eugenio Gomes Boehl; orientador, Marciano MacCarini. Florianópolis, SC, 2011, 228p
CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos e suas aplicações**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 1966.

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, 237-302p.

DEINFRA- Departamento Estadual de Infra-Estrutura. **Instruções normativas para a execução de sondagens**. Brasil, Santa Catarina, 1994.

FABRÍCIO, J. F.; ABICHEQUER, L. A.; SOUZA, L. E.; NETO, R. O.; GONÇALVES, I. G. **Análise e interpretação de parâmetros de qualidade de maciço para proposição de modelo geomecânico**. Revista Monografias Ambientais, v. 14, p. 62-79. Santa Maria, RS, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e estados**. Brasil, Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/erechim.html>>. Acesso em: Setembro de 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa Geológico de Erechim-RS.** Brasil, Rio Grande do Sul, 2003. Disponível em: <<https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa223023>>. Acesso em: Setembro de 2020.

SACHETTI, A. S.; ROJAS, J. W. J.; HEINECK, K. S. **Caracterização Geotécnica dos Solos de Passo Fundo e Erechim, e Geológica da Rocha de Passo Fundo.** Revista de Engenharia Civil IMED. Passo Fundo, RS, 2014.