

# AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE UM SOLO ARGILOSO COM A ADIÇÃO DE PÓ DE ROCHA BASÁLTICA

Tiziana Gallardo Bozzetto (1), Christiane Ribeiro da Silva (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
(1) [tizianabozzetto@hotmail.com](mailto:tizianabozzetto@hotmail.com), (2) [christiane@unesc.net](mailto:christiane@unesc.net)

## RESUMO

A construção civil tradicional realizada no Brasil é caracterizada por perdas de materiais, gerando assim custos desnecessários e problemas ambientais em decorrência da geração de grandes volumes de resíduos. Buscando minimizar este tipo de impacto, estudos vêm sendo realizados com o propósito de reaproveitamento de resíduos no processo construtivo e/ou no âmbito da engenharia geotécnica. Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar as propriedades físicas e mecânicas de um solo argiloso de Formação Geológica Palermo mediante a adição de distintas porcentagens de pó de rocha basáltica. Foram elaboradas três amostras com adição do pó de rocha nas porcentagens 10%, 20% e 30%. O solo residual argiloso e o pó de rocha são provenientes do Parque Científico da Universidade do Extremo Sul Catarinense e da empresa SETEP – Serviços Topográficos e Projetos LTDA., respectivamente. O programa experimental contemplou a realização de ensaios de caracterização física (granulometria, Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade e expansão) e mecânica (compactação e Índice de Suporte Califórnia -ISC) para as misturas. Os ensaios, em duplicatas, foram realizados nos Laboratórios de Mecânica dos Solos e Asfalto e de Caracterização de Materiais, pertencentes ao Instituto de Engenharia e Tecnologia da UNESC. Os resultados demonstraram que a adição de 30% de pó de rocha gerou um aumento no ISC quando comparado com o solo *in natura*, indicando que esta mistura pode ser aplicada em obras de terraplenagem. Foi comprovado, também, que a adição do resíduo diminuiu a plasticidade do solo, tornando-o um material de plasticidade média. Ainda, foram observadas variações na classificação HRB das misturas frente ao solo puro, resultando em oscilações entre A-7-5 e A-7-6, além de variações no ISC e na expansão, indicando viabilidade de utilização do material no âmbito da construção civil.

*Palavras-Chave: Resíduos. Pó de Rocha Basáltica. Formação Geológica Palermo. Propriedades Físicas. Propriedades Mecânicas.*

## 1 INTRODUÇÃO

“A economia brasileira já acumula quatro trimestres consecutivos de queda e o país vive uma recessão que deverá ser a mais prolongada da história do Brasil.” (ALVARENGA, 2016). Tendo em vista a crise econômica que assola o Brasil nos últimos quatro

anos, é gerada conseqüentemente uma retração do mercado imobiliário e da construção civil. Amorim (2015) afirma que “o mercado brasileiro de construção civil vive uma crise sem precedentes.” Ainda, segundo o autor, “um levantamento apresentado de Melhores e Maiores mostrou que a rentabilidade do setor caiu de 11,2% em 2013 para 2,3% em 2014.” Segundo Carneiro (2017) “desde o início da recessão, no segundo trimestre de 2014, a atividade encolheu 21%, segundo dados do IBGE.”

A diminuição da demanda impacta no aumento da concorrência entre as empresas do setor construtivo. Assim, estas acabam por buscar maneiras de diminuir custos e obter vantagens no mercado. “Devido às exigências do mercado atual, as empresas têm procurado, cada vez mais, impulsionar sua produtividade e reduzir o custo de produção a fim de obterem maior competitividade.” (BASTOS, 2015, p. 1).

Com toda a disputa existente hoje entre empresas no ramo da construção civil, todo cuidado e atenção com os detalhes de uma obra são essenciais. Atualmente o nível de aprofundamento nos estudos, desde o início da concepção do projeto, vem crescendo. A exemplo disso, é possível citar maior conhecimento e domínio sobre as propriedades físicas e mecânicas dos solos. A incorporação de materiais que aumentem ou melhore as características, seja do solo, concreto, ou qualquer outro material, pode fazer a diferença numa obra, obtendo zero custo e gerando lucros, seja evitando patologias e imprevistos, cooperando, assim, para uma melhor execução e conclusão da obra.

A construção civil tradicional como é realizada no Brasil, é caracterizada por grandes perdas de materiais, gerando, assim, custos desnecessários e problemas ambientais. Nos últimos anos, buscando minimizar os problemas ambientais com resíduos, foi criada a obrigatoriedade das empresas terem planos gerenciais dos resíduos provenientes de suas obras. Para se ter não só uma diminuição de descarte dos materiais, são realizados estudos para o reaproveitamento destes no processo construtivo, gerando lucros, diminuição de custos e de problemas ambientais.

Azevedo, Kiperstok e Moraes (2006 apud SILVA et al., 2015, p. 40), retratam que “o principal problema dos resíduos de construção civil, do ponto de vista ambiental, é a sua disposição irregular, incentivando a criação de pontos de despejo inadequados.”

Devido à exploração de recursos e um grande acúmulo de resíduos, as preocupações em relação às questões ambientais se tornaram mais presentes, visando e colocando em pauta o destino destes resíduos.

“A preocupação ambiental crescente, impulsionada pelo desenvolvimento sustentável, gera a necessidade de mudanças importantes na construção civil, ora através da mudança nos processos construtivos, ora na utilização de materiais alternativos ou ainda na destinação adequada dos recursos gerados.” (SILVA et al., 2017, p. 2).

De acordo com a NBR 10004 (2004, p. 5) “a classificação dos resíduos sólidos envolve a identificação da atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes com listagens de resíduos cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido”. Dessa forma, os resíduos são classificados em quatro classes. A classe IIA é para resíduos não inertes. Dentre muitos, um que está contido nesta classificação é o pó de rocha.

Conforme Righetto (2008, p. 34), a rocha basáltica “é empregada em larga escala em obras de Engenharia, servindo como agregados para argamassas, concreto e obras rodoviárias, porém há dificuldade no que se refere à disposição e ao reaproveitamento do resíduo gerado pelo processo de britagem”. O pó de rocha basáltica, alvo deste estudo, é um material que possui origem mineralógica de rochas ferro magnesianas, considerado pulverulento de cor acinzentada. O processo de extração e beneficiamento tem como um de seus objetivos a formação de agregados. “A obtenção do pó de rocha ocorre através de um conjunto de operações que envolvem desde a retirada do material natural da jazida até a redução para formas e tamanhos compatíveis para o uso e aplicação em obras de engenharia” (RODRIGUES; COSTA; CARNEIRO, 2018, p. 4).

Com a diminuição das partículas ao longo da britagem, algumas são decrescidas demais, gerando assim o pó de rocha. Deste modo, o presente estudo previu a incorporação deste material em solos residuais argilosos da Formação Geológica Palermo. “A Formação Palermo é predominantemente composta por solos coesivos de grande potencial impermeabilizante.” (SARTOR, 2013, p. 1). O solo residual é conhecido por ser um solo que se situa sobre as rochas que lhes deram origem, possuindo as mesmas características da rocha mãe. Já seu tipo de Formação, segundo Scarmagnani (2013, p. 3) “... tende a originar solos silte argilosos e argilas

siltosas com coloração variando entre a cinza, o roxo e o amarelo.” De acordo, também, com White (1908 apud KREBS, 2004, p. 159) é uma “sequência de siltos cinza amarelos, podendo conter raras lentes de arenitos finos a conglomeráticos, aflorantes na região sudeste de Santa Catarina.”

Com base no contexto acima descrito, o objetivo principal deste trabalho é analisar o comportamento do solo residual de Formação Geológica Palermo, quando misturado com o pó de rocha basáltica em distintas porcentagens. Também é objetivo verificar os resultados obtidos nos ensaios realizados e comparar as propriedades, analisando o tamanho das partículas, a resistência e consistência do solo, e examinando a sua expansão, em razão da absorção de água.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 MATERIAIS

O pó de rocha utilizado é proveniente da britagem de rochas basálticas e foi doado pela empresa Setep Construções S.A., localizada no município de Criciúma. Já o solo residual de Formação Palermo foi extraído no Parque Científico e Tecnológico (IPARQUE) da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). O ponto de coleta do solo apresenta coordenadas 655498,26m E, 6820738,21m S, Datum WGS84 e está localizado na cidade de Criciúma – SC.

#### 2.1.1 SOLO RESIDUAL DE FORMAÇÃO GEOLÓGICA PALERMO

Para a caracterização das propriedades físicas e mecânicas do solo residual de Formação Geológica Palermo *in natura* foram coletados dados no Laboratório de Mecânica dos Solos e Asfalto (LMSA) de ensaios já realizados utilizando este tipo de solo. Os ensaios realizados referentes à caracterização física foram o de granulometria simples, limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP) e expansão. Já os ensaios relacionados à caracterização mecânica foram o de compactação no Proctor Intermediário (PI) e Índice de Suporte Califórnia. Juntamente aos dados dos ensaios, também foi determinado a classificação HRB e o Índice de Grupo (IG) das amostras. O material pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Solo residual de Formação Geológica Palermo



Fonte: Do autor, 2018.

Os resultados dos ensaios de caracterização das propriedades físicas e mecânicas do solo *in natura* podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Propriedades físicas e mecânicas do solo *in natura*

<b>Características</b>	<b>Solo <i>in natura</i></b>
LL	66
LP	45
IP	21
%passante n°200	99,2
IG	17
HRB	A7-5
hót (%)	25,8
$\gamma_{sm\acute{a}x}$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,462
ISC	5,80
Expansão	5,50

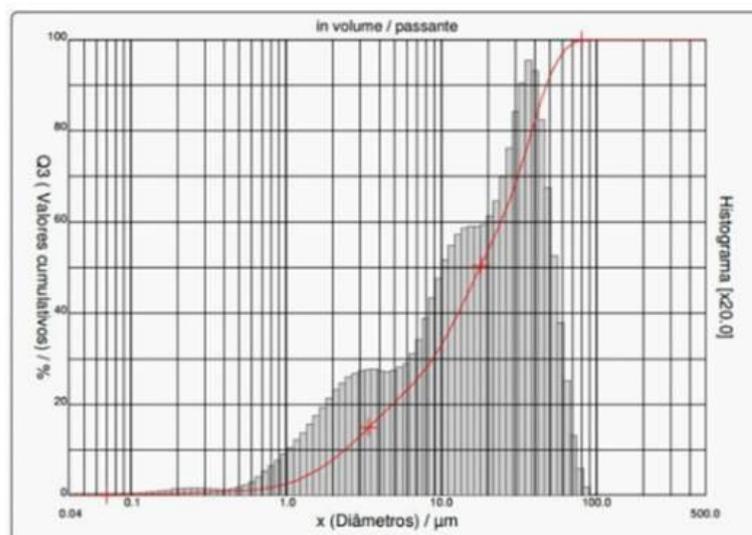
Fonte: LMSA, 2018.

Conforme os dados obtidos foi possível classificar o solo residual como pertence ao grupo A7, cujas características são de solos argilosos que possuem plasticidade alta confirmada pelo seu índice de plasticidade, igual a 21. Analisando também os dados do ensaio de granulometria simples, pode ser observado que a porcentagem passante na peneira 200 é de 99,2%, mostrando assim ser um material composto de finos, predominantemente.

### 2.1.2 PÓ DE ROCHA BASÁLTICA

Para a caracterização das propriedades físicas do pó de rocha basáltica foram coletados dados da empresa Setep S.A. referente à granulometria a laser do material e foi realizado no LMSA o ensaio de granulometria por peneiramento do material. A escolha do pó de rocha basáltica para uso neste trabalho foi feita não só por suas características, mas também, por sua granulometria fina, conforme pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Granulometria a laser Pó de Rocha



Fonte: Setep Construções S.A., 2018.

Os dados referentes ao ensaio de granulometria simples do material e o pó de rocha basáltica podem ser observados na Tabela 2 e na Figura 3, respectivamente. Devido a sua ausência de plasticidade, não foi possível realizar os ensaios físicos de LL e LP, e somente suas granulometrias a laser e simples.

Tabela 2 – Propriedades físicas do pó de rocha

Características	Pó de Rocha Basáltica
IP	0
%passante nº200	88,7
IG	8
HRB	A4

Fonte: Do autor, 2018.

Figura 3 – Pó de rocha basáltica



Fonte: Do autor, 2018.

## 2.2 MÉTODOS

De posse da caracterização física e mecânica do solo in natura, foram realizadas as adições do pó de rocha ao solo nas proporções 90/10, 80/20 e 70/30 de solo e pó de rocha, respectivamente.

As misturas foram submetidas aos ensaios de caracterização física, compreendida da granulometria a laser, granulometria por peneiramento, LL e LP. Também, realizou-se os ensaios de caracterização mecânica, compreendendo a compactação para determinação da DMS e  $\rho_{\text{ót.}}$ , bem como o seu ISC e Expansão.

Os materiais para o ensaio de granulometria a laser foram encaminhados ao Laboratório de Caracterização de Materiais (CECAM). O restante dos materiais foram utilizados no Laboratório de Mecânica dos Solos e Asfalto (LMSA), onde foram realizados os demais ensaios. Ambos os laboratórios pertencem ao Instituto de Engenharia e Tecnologia (IDT), da UNESC.

Todos os corpos de prova das misturas foram preparados de acordo com a NBR 6457/2016, que se refere a Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização, e submetidos aos ensaios físicos e mecânicos. Para todos os ensaios, foram feitas duplicatas de amostras. As normas utilizadas para a realização dos ensaios estão ordenadas na Tabela 3.

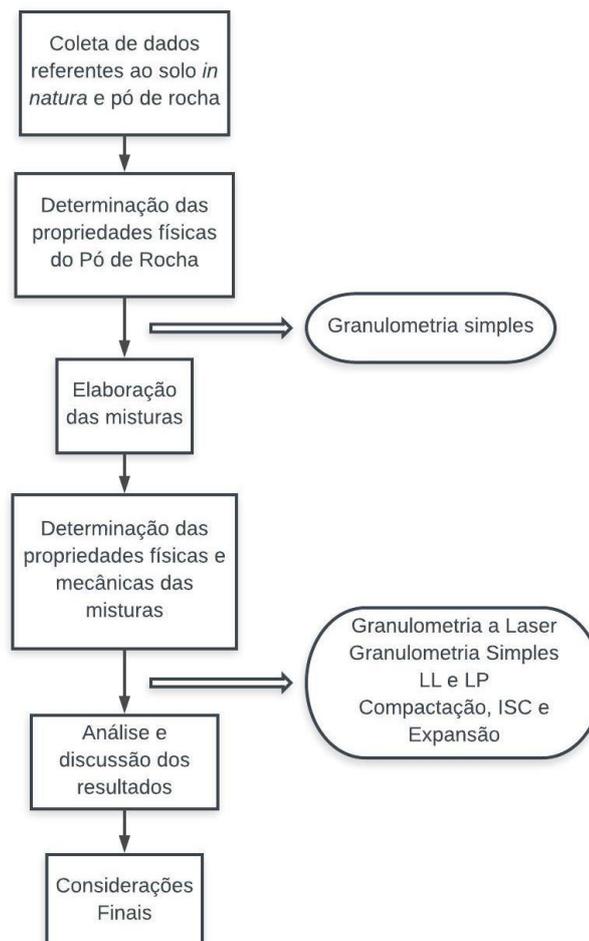
Tabela 3 - Normas ABNT referentes aos ensaios realizados

Título da Norma	Código da Norma
Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização	NBR 6457/2016
Análise granulométrica	NBR 7181/2016 - Versão Corrigida: 2018
Determinação do Limite de Liquidez	NBR 6459/2016 - Versão Corrigida: 2017
Determinação do Limite de Plasticidade	NBR 7180/2016
Ensaio de Compactação	NBR 7182/2016
Índice de Suporte Califórnia	NBR 9895/2016 - Versão Corrigida: 2017

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2018).

O desenvolvimento do trabalho seguiu o fluxograma apresentado da Figura 4. Após a realização dos ensaios, foi feita a análise dos resultados obtidos.

Figura 4 – Fluxograma do trabalho.



Fonte: Do autor, 2018.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

Para a caracterização das propriedades físicas do solo residual com a adição das respectivas e diferentes porcentagens de pó de rocha foram realizados ensaios de granulometria simples e a laser, limite de liquidez e limite de plasticidade. Para fins de representatividade, neste estudo também foram executadas duplicatas dos ensaios e os valores apresentados ao longo desta pesquisa são as medias aritméticas. De posse dos resultados, foi possível classificar as misturas (classificação HRB) e indicar seu Índice de Grupo (IG).

##### 3.1.1 MISTURAS DE SOLO RESIDUAL COM PÓ DE ROCHA

Os resultados dos ensaios de caracterização das propriedades físicas das amostras de solo com a adição de pó de rocha nas três porcentagens (10%, 20% e 30%) constam na Tabela 4. Os valores demonstraram que o comportamento do solo quando misturado com o pó de rocha basáltica reduz sua plasticidade, tornando-se assim um material com plasticidade média segundo Das (2007).

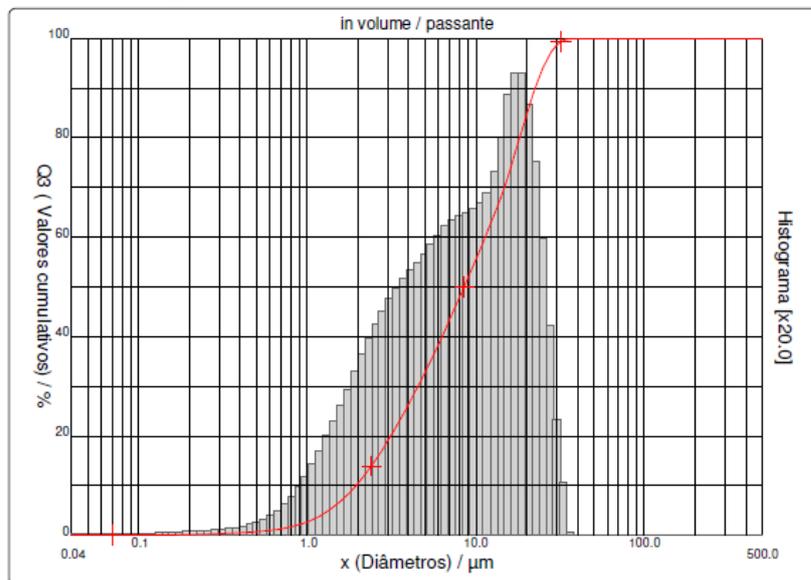
Tabela 4 – Valores obtidos dos ensaios das propriedades físicas do solo natural e das misturas

<b>Características</b>	<b>Solo <i>in natura</i></b>	<b>90/10</b>	<b>80/20</b>	<b>70/30</b>
LL	66	52	43,5	43
LP	45	36,5	31,5	29,5
IP	21	15,5	12	13,5
%passante nº 200	99,2	97,2	95,1	95,1
IG	17	14	10	12
HRB	A7-5	A7-5	A7-5	A7-6

Fonte: Do autor, 2018.

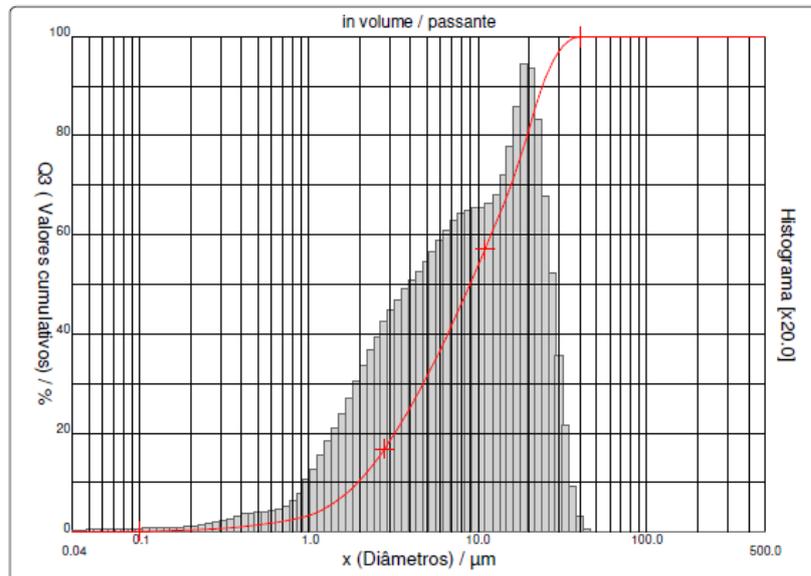
Nas Figuras 5, 6 e 7 podem ser observadas as curvas de granulometria a laser nas porcentagens propostas: 90/10, 80/20 e 70/30 respectivamente.

Figura 5 – Granulometria a laser 90/10



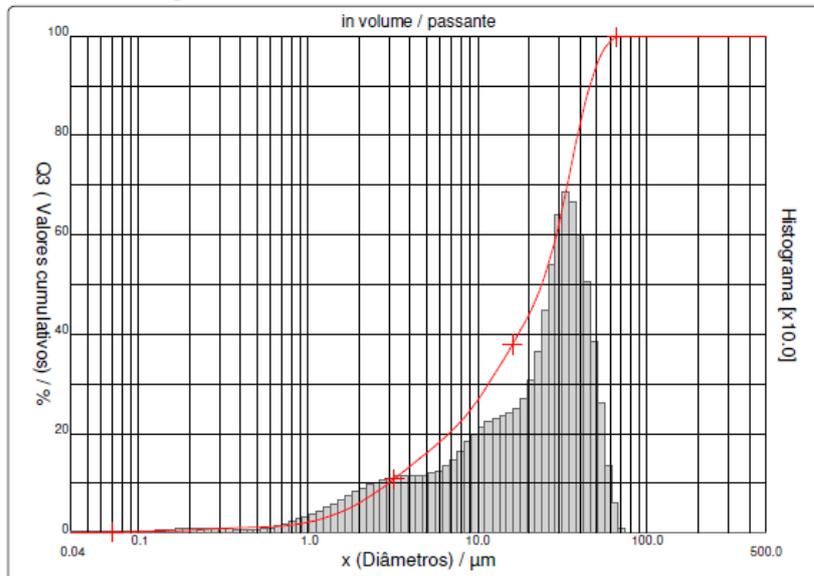
Fonte: Do autor, 2018.

Figura 6 – Granulometria a laser 80/20



Fonte: Do autor, 2018.

Figura 7 – Granulometria a laser 70/30



Fonte: Do autor, 2018.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA

Para a caracterização das propriedades mecânicas do solo residual de Formação Palermo *in natura*, e do solo residual com a adição das diferentes porcentagens de pó de rocha, basáltica foram realizados os ensaios de densidade seca máxima e umidade ótima, ISC e expansão. Os ensaios foram obtidos na Energia de compactação Proctor Intermediário. Para fins de representatividade neste estudo também foram executadas duplicatas dos ensaios e os valores apresentados ao longo desta pesquisa são as medias aritméticas.

#### 3.2.1 DENSIDADE SECA MÁXIMA E UMIDADE ÓTIMA EM FUNÇÃO DA ENERGIA DE COMPACTAÇÃO

A Tabela 5 apresenta os resultados de densidade seca máxima (DSM) e a umidade ótima (hót) do solo *in natura* e das misturas. Foi possível perceber que com o incremento do pó de rocha no solo residual houve uma redução na umidade ótima e conseqüentemente um aumento na DSM quando comparado com o solo *in natura*. No entanto, ao comparar as misturas, foi observada a menor umidade obtida na mistura 80/20.

Tabela 5 – Resultados obtidos na compactação do solo *in natura* e misturas

Parâmetro	Solo <i>in natura</i>	90/10	80/20	70/30
hót (%)	25,80	24,00	20,70	22,80
DMS (g/cm <sup>3</sup> )	1,462	1,502	1,560	1,555

Fonte: Do Autor, 2018.

### 3.2.2 ISC EM FUNÇÃO DA ENERGIA DE COMPACTAÇÃO

Em função da compactação no PI e com a umidade ótima foram determinados o ISC das amostras de solo *in natura* e das misturas. Os resultados da determinação do ISC das misturas constam na Tabela 6.

Tabela 6 – ISC do solo *in natura* e misturas

ISC				
Solo <i>in natura</i>	90/10	80/20	70/30	
5,80	5,41	5,62	8,10	

Fonte: Do Autor, 2018.

Ao analisar os resultados e tomando como referência o valor do ISC do solo *in natura*, foi possível observar uma redução do ISC médio na ordem de 6,72% e 3,10% nas misturas de 10% e 20%, respectivamente. Quanto a mistura de 30%, houve um acréscimo de 39,66% em relação ao solo natural.

### 3.2.3 EXPANSÃO EM FUNÇÃO DA ENERGIA DE COMPACTAÇÃO

Após imersos por 96 horas, foram realizadas as leituras das expansões das amostras de solo *in natura* e das misturas antes de romper os corpos. Os valores das expansões das respectivas misturas constam na Tabela 7.

Tabela 7 – Expansão do solo *in natura* e misturas

Expansão				
Solo <i>in natura</i>	90/10	80/20	70/30	
5,50	5,08	5,49	3,40	

Fonte: Do Autor, 2018.

Considerando o valor da expansão do solo *in natura* como parâmetro, pode ser observado que todas as misturas apresentaram um decréscimo de suas expansões médias, na ordem de 7,64% para 90/10, 0,18% para 80/20 e 38,18% para 70/30, comparando com o solo natural.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos nesta pesquisa, as considerações são:

- Ao longo do trabalho o pó de rocha foi classificado como pertencente ao grupo A4 com IP nulo, o que permite a utilização do termo siltoso conforme previsto no Sistema HRB.
- De acordo com a granulometria a laser fornecida pela empresa Setep, 100% do material passante na peneira nº200 possui diâmetro inferior a 80µm, demonstrando assim que de acordo com a NBR 7181/2018, que se refere a Análise granulométrica, o material é classificado como argila.
- Conforme os dados obtidos referentes ao pó de rocha, apesar de possuir granulometria fração argila, estima-se que seu comportamento siltoso esteja associado à ausência de intemperismo ao longo do processo de britagem.
- O comportamento do solo quando misturado com o pó de rocha basáltica, acaba diminuindo um pouco sua plasticidade, tornando-se assim um material com plasticidade média.
- A adição de 30% de pó de rocha possibilitou um aumento no ISC quando comparado com o solo *in natura*.
- A adição de 20% de pó de rocha obteve seu peso específico aparente seco maior e uma umidade ótima menor em relação aos valores do solo *in natura* e às outras porcentagens.
- Apenas a mistura solo + 30% possui uma potencial aplicação em obras de terraplenagem pois atende aos parâmetros do DNIT (2009) “para efeito de execução do corpo de aterro, apresentar capacidade de suporte adequada (ISC  $\geq$  2%) e expansão menor ou igual a 4%”.

- Como sugestão de trabalhos futuros, recomenda-se a elaboração de novas combinações de porcentagens do pó de rocha com diferentes tipos de solos, buscando novas aplicações no âmbito geotécnico.
- Também como sugestão de trabalhos futuros, visando a aplicabilidade no setor de pavimentação, avaliar o módulo de resiliência da mistura de 30%.

## 5 REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Darlan. **Veja os números da economia brasileira que Temer irá enfrentar**: Recessão, inflação alta e rombo nas contas públicas são principais desafios. País deve registrar em 2016, pela 1ª vez, 2 anos seguidos de queda do PIB. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2016/05/veja-os-numeros-da-economia-brasileira-que-temer-ira-enfrentar.html>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

AMORIM, Lucas. **Construção civil vive crise sem precedentes no Brasil**: Aumento dos juros, restrição no crédito, desemprego, lava-jato. A crise da construção chegou a uma velocidade estonteante. Mas a recuperação, quando vier, terá ritmo bem diferente. 2015. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/revista-exame/a-crise-e-a-crise-da-construcao/>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BASTOS, Luísa Welter. **Análise de custos dos desperdícios na construção civil**. 2015. 26 f. TCC (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CARNEIRO, Mariana. **Construção encolhe 21% durante a crise e volta ao patamar de 2009**. 2017. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/09/1917134-construcao-encolhe-21-durante-a-crise-e-volta-ao-patamar-de-2009.shtml>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

DAS, Braja M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica**. Thomson, 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 108**: Terraplenagem - Aterros - Especificação de serviços. Rio de Janeiro, 2009.

KREBS, Antonio Silvio Jornada. **Contribuição ao conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos da bacia hidrográfica do Rio Araranguá, SC**. 2004. 375 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Área de concentração: Utilização e conservação de Recursos Naturais - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RIGHETTO, Guilherme Lima. **Validação do fator vazios/agente cimentante na análise da resistência mecânica de um solo tratado com cal, cimento e resíduo de britagem de rocha.** 2008. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RODRIGUES, Luan Fontenelle Vieira; COSTA, Livia Ingrid de Oliveira; CARNEIRO, Líris Silveira Campelo. Análise do Comportamento de uma Amostra de Solo com Adição de Pó de Pedra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 19., 2018, Salvador. **Anais...** Salvador: ABMS, 2018. p. 1 - 10.

SARTOR, Ronan Rosso. **Análise da permeabilidade de solos da formação palermo para utilização em selos de impermeabilização em áreas degradadas pela mineração de carvão.** 2013. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

SCARMAGNANI, Jakson Alexandre. **Análise das propriedades mecânicas de um solo da formação palermo estabilizado mecanicamente.** 2013. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

SILVA, Joice Moura et. al. Análise do comportamento físico do RCD (Resíduo da construção e demolição), pré e pós-realização do ensaio de Próctor. In: Reunião de Pavimentação Urbana. 20, 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Reunião de Pavimentação Urbana, 2017.

SILVA, Otavio Henrique da et al. Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, 2015, Ed. Especial. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/20558/pdf>>. Acesso em: 23 maio 2018.