

Análise Da Mistura De Solo Mole Do Campus Paricarana Da Ufrr Com Cimento Para Melhoria De Seus Parâmetros.

Giovanna Monteiro de Azevedo
UFRR, Boa Vista, Brasil, giovanna_monteiro@live.com

Mariana Ramos Chrusciak
UFRR, Boa Vista, Brasil, mariana.chrusciak@ufrr.br

Alex Bortolon de Matos
UFRR, Boa Vista, Brasil, alex.bortolon@ufrr.br

RESUMO: Tendo em vista a escassez e o alto custo de certos materiais industrializados, principalmente no que se refere às redes de pavimentação e aterros, faz-se de importância inestimável um estudo que permita conhecer as características do solo, afim deste ser utilizado em reaterros e em construções que não exijam alta resistência estrutural. Esse artigo tem como objetivo principal determinar, em laboratório, o teor de Cimento Portland ideal para caracterizar a mistura de solo-cimento, utilizando o solo da Universidade Federal de Roraima. Traz ainda, como objetivos específicos, caracterização do solo da UFRR; análise de três misturas de solo-cimento, cada qual com diferentes porcentagens de cimento e água; selecionar o teor de cimento ideal para o solo analisado; verificar se a mistura atende aos critérios de resistência à compressão da norma regente; analisar o comportamento do solo e do solo-cimento quanto ao ensaio de CBR. Esta pesquisa desenvolveu-se a partir da coleta das amostras de solo, no Campus Paricarana da UFRR, localizado no município de Boa Vista/RR, a qual foi realizada a caracterização e, posteriormente, adicionou-se cimento, dando início a uma série de ensaios de índice de suporte Califórnia (CBR) e resistência à compressão. A pesquisa demonstrou que, para a estabilização química do solo em estudo, areia siltosa, foi necessária a adição de 5% de cimento. Sendo este teor o que obteve desempenho satisfatório e econômico, quando comparado aos demais, podendo até ser utilizado como camada de base de pavimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Mistura Solo-cimento, Dosagem, Índice de Suporte Califórnia, Compressão Simples.

1 INTRODUÇÃO

Todos os dias surgem novas ideias, tecnologias e materiais para adentrar no ramo da construção civil, em busca de proporcionar melhor custo-benefício, segurança, conforto e principalmente praticidade no ramo das engenharias.

Embora todas essas técnicas inovadoras sejam descobertas, a Indústria da Construção Civil é considerada conservadora e, no Brasil, continua muito adepta ao uso do concreto nas construções. Atualmente, o mundo vive um momento onde o meio-ambiente é a principal preocupação, sendo assim, questões sobre

reaproveitamento de materiais ou a utilização de recursos naturais em abundância chama a atenção de pesquisadores.

Com o intuito de aumentar o uso de recursos naturais na construção civil, este artigo visa a mistura de solo com cimento, para melhoria nas suas propriedades geotécnicas, para que este, possa ser utilizado em construções comuns sem apresentar grandes problemas que naturalmente podem ser vistos.

Segundo Malanconi (2013), essa estabilização de solo tem como referência às alterações produzidas na sua estrutura pelo acréscimo de aditivo, em quantidade suficiente para melhorar as propriedades físicas e

mecânicas do solo, a fim de possibilitar o seu emprego como camada de pavimento.

De acordo com a especificação técnica do DER (ET-DE-P00/004): “a sub-base ou base de solo-cimento é o produto endurecido resultante da cura úmida da mistura homogênea compactada de solo, cimento e água, em proporções estabelecidas em projeto e determinadas por ensaios prévios de laboratório por dosagem experimental”.

Observando-se as construções existentes na Universidade Federal de Roraima (UFRR), foi possível verificar, nas camadas superficiais, que o solo apresenta característica peculiar quanto a recalques, e baixa resistência. Além disso existe uma variação determinante do nível da água durante o ano, em que em períodos chuvosos este é aflorado e em período de estiagem abaixo de 3 metros de profundidade em média.

Diante do exposto, visa-se caracterizar e analisar a mistura de solo-cimento, com o solo da UFRR, com o intuito de minimizar os efeitos e características deste solo, além de se evitar utilização de materiais de emprestimo, sendo possível, caso ele seja melhorado, sua utilização em aterros ou reaterros ao geral.

2 MISTURAS COM SOLO-CIMENTO

A utilização de misturas com solo-cimento vêm ganhando cada vez mais espaço, principalmente quanto se trata de diminuição de custo e uso de recursos naturais em abundância. Grande parte dos estudos para aplicação da mistura de solo-cimento estão voltadas para a área de pavimentação e fundações, porém existem também estudos voltados para a fabricação de blocos, estabilização química dos solos.

Consoli *et al.* (2007) apresentou uma nova abordagem quanto a metodologia de dosagem de misturas de solo-cimento com areias. Alguns estudos foram realizados com a mistura de solo, cimento e fibras, como Consoli *et al.* (2012), Kaniraj & Havanagi (2001), Khattak & Alrashidi (2006).

Tiscoski (2009) estudou a resistência a compressão simples da mistura de solo cimento e aditivo (Perma-zyme) voltado para fins rodoviários. Para tanto, foram realizados ensaios

de caracterização do solo (análise granulométrica, limites de liquidez e limite de plasticidade), em seguida classificou-se o solo pelo HRB. Na mistura de solo com cimento, foram utilizados teores de 2% a 20% de cimento, onde para cada teor foram moldados 8 corpos-de-prova, sendo 4 utilizando o aditivo no traço 1/500 e os outros 4 com o aditivo no traço 1/1000. O solo em estudo foi classificado, pelo método do HRB em A-2-4 e o cimento Portland utilizado para a mistura foi o CP II – 32.

Após 7 dias de cura realizaram-se os ensaios de resistência à compressão simples, sendo que para cada teor de cimento foram rompidos 4 corpos-de-prova, 2 inundados em água por 4 horas e 2 não inundados. Após a análise dos dados obtido para o solo-cimento sem aditivo, conclui-se que os teores de 18% e 20% de cimento atendem a resistência à compressão simples mínima exigida (2,1 MPa) para a utilização como camada de base do pavimento.

Malanconi (2013) fez considerações sobre misturas de solos tropicais estabilizados quimicamente para uso como camada de pavimento urbano, tendo como aditivos cimento, cal e aditivo.

Tendo em vista análise da possibilidade de utilizar solos estabilizados em camadas de pavimentos. Inicialmente trabalhou-se com 4 amostras de solo (numeradas de 1 a 4) retiradas de locais diferente, após a coleta e ensaios de caracterização, três amostras (1, 3 e 4) foram classificados como solo de comportamento não laterítico arenoso e a amostra 2 como solo no limite entra comportamento laterítico e não laterítico, pelo método do MCT, que segundo o autor é o mais apropriado para classificar solos tropicais.

Dos resultados obtidos por Malanconi (2013) destaca-se o melhor comportamento estrutural na amostra 3, que foi estabilizada com 6% de cimento e obteve resistência à compressão e CBR satisfatórios aos limites normatizados, seguida da amostra 2 com 6% de cimento.

Mieli (2009) avaliou o tijolo de solo-cimento como material na construção civil, tendo como intuito proporcionar um material de baixo custo, ecologicamente correto e de boa qualidade. Foi utilizado um solo argilo-arenoso, constituído de 50% de areia e 50% de argila, já o cimento utilizado foi o CP III-RS-32, cimento de alto-

forno resistente à sulfatos.

Os tijolos resultantes da mistura de solo-cimento não obtiveram o resultado mínimo exigido por norma para o ensaio de compressão, porém atendeu às especificações no critério de absorção de água. Quanto ao custo, foi observado que o emprego do tijolo modular de solo-cimento, assim como do bloco de concreto, propicia melhor rendimento de mão-de-obra e material em comparação com tijolos cerâmicos maciços e de 8 furos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em quatro etapas, a primeira etapa abordou desde a coleta até a caracterização do solo da UFRR, a segunda etapa consistiu na classificação do solo de acordo com os três tipos de classificação mais conhecidos, que foram o Sistema Trilinear de Classificação Textural, o Sistema Único de Classificação dos Solos (SUCS) e, por fim, segundo o Sistema Rodoviário de Classificação (HRB).

A terceira etapa consistiu na determinação do teor de cimento adequado para estabilizar o solo, que foi obtido a partir do grupo em que o solo estudado foi classificado, e também na execução dos ensaios de Compactação e o Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR) do solo-cimento.

Na quarta e última etapa, foram analisados e discutidos os resultados de todos os ensaios, onde foram comparados os resultados dos ensaios de compactação e CBR do solo com os resultados provenientes da mistura de solo-cimento, tendo como objetivo analisar em que aspectos o solo da mistura de solo-cimento foi favorecida com a adição do cimento, a adequação da mistura, segundo o DNIT (2006), para ser utilizada em aterros de pavimentação e o custo-benefício da implantação dessa mistura nas obras da UFRR.

3.1 Estudo da mistura solo-cimento

Terminada a classificação do solo, principalmente segundo a Classificação HRB, foi possível determinar o teor de cimento para executar os ensaios de Compactação e de CBR do Solo-Cimento (3ª etapa). Segundo a NBR

12253 (ABNT, 1992a), que tem por objetivo dosar o cimento para misturas aplicadas para pavimentação, para o solo da classe A-2 recomenda-se que teor de cimento utilizado para o equilíbrio do solo seria de 7 %.

Entretanto, como o objetivo do trabalho era realizar a estabilização química do solo com o cimento, decidiu-se por estudar três porcentagens diferentes de cimento, sendo elas de 3%, 5% e 7%, caracterizando essas misturas, que neste artigo são chamadas de TSC3, TSC5 e TSC7, respectivamente.

O teor de cimento adequado, conforme esta NBR é aquele para o qual a resistência à compressão simples aos sete dias de idade seja igual ou superior a 2,1 MPa. O ensaio de compactação foi realizado com base na NBR 12023 (ABNT, 1990a)

3.2 Moldagem dos Corpos de prova e Ensaio de Compressão Simples

Após a definição dos teores, foram moldados três corpos de prova para cada dosagem, baseados na NBR 12024 (ABNT, 1992b) e, conseqüentemente o ensaio de compressão simples em corpos de prova, regido pela NBR 12025 (ABNT, 1990b), com o intuito de conhecer a resistência de cada corpo de prova e saber qual dos teores de solo-cimento passaram no limite de resistência a compressão.

Para tanto, primeiramente, procedeu-se ao ensaio de compactação, onde foram obtidos os pesos específicos ótimos. Logo após, foram executados 3 moldes para cada teor de cimento, totalizando 9 moldes para serem rompidos na idade de 7 dias como prescreve a norma, utilizando sempre as porcentagens de 3%, 5% e 7% de cimento. Entretanto, com o intuito de observar o comportamento da resistência da mistura de solo-cimento, este ensaio também foi realizado para a idade de 21 dias das amostras.

Ao fim do tempo de cura, os corpos-de-prova, imediatamente antes do ensaio de compressão simples, são retirados da imersão e superficialmente secos. Em seguida, foi feita a medição dos diâmetros e verificada o nivelamento e a horizontalidade dos CPs, para garantir que a carga aplicada seja uniformemente distribuída. Com isso o carregamento pode ser iniciado, com a movimentação da cabeça de

carga de aproximadamente 1 mm/min, segundo a norma. O resultado do ensaio é a resistência média à compressão, que é dada pela divisão da carga pela área do molde, sendo adotado como teor de cimento ideal o menor dos teores este for igual ou superior a 2,1 MPa, aos 7 dias de idade.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização do solo

Os ensaios de caracterização do solo forneceram os seguintes dados, que são apresentados na Tabela 1, a seguir. A curva de compactação, conforme NBR 7182 (ABNT, 1986), e a curva do CBR, conforme NBR 9895 (ABNT, 1987), são apresentadas nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Resultados dos ensaios realizados para o solo.

Propriedade (Normativa de ensaio)	Solo da UFRR
LL (ABNT, 1984a)	21 %
LP (ABNT, 1984b)	15 %
IP (ABNT, 1984b)	6 %
D ₆₀ (ABNT, 1984c)	0,20
D ₁₀ (ABNT, 1984c)	0,01
D ₃₀ (ABNT, 1984c)	0,075
c _u (ABNT, 1984c)	20
c _c (ABNT, 1984c)	2,81

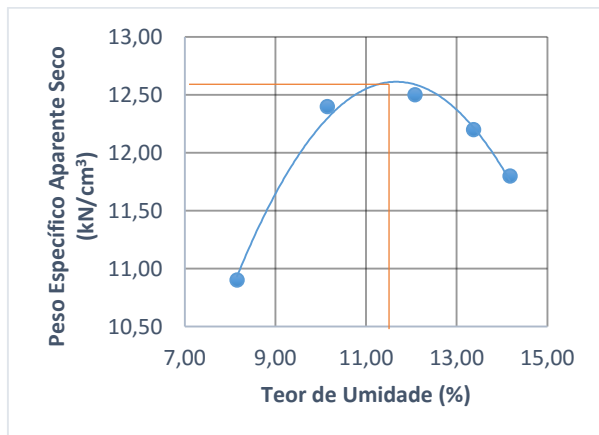


Figura 1. Curva de compactação do solo da UFRR à energia normal.

Conforme o Sistema triangular o o solo foi classificado como uma areia. Quanto ao Sistema Unificado pode-se classificar o solo como SM – areia siltosa. Já para o sistema HRB, considerado o mais completo, o solo foi classificado como A-2-4 – areia siltosa. Vale ressaltar que o cálculo

do índice de grupo resultou em zero.

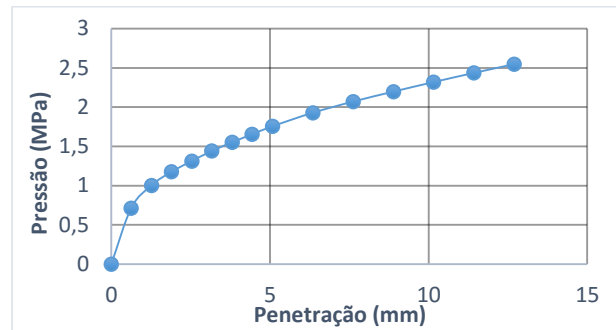


Figura 2. Curva do CBR para o solo com a umidade ótima.

Foi obtido um CBR de 19,02%. Vale ressaltar que os cinco corpos de prova foram moldados na energia normal de acordo com o ensaio de Proctor.

No ensaio de compressão simples do solo foram utilizados três corpos de prova moldados no cilindro pequeno, que foram compactados na umidade ótima. A resistência à compressão do solo, após o rompimento dos corpos de prova e dos devidos cálculos, foi de 2,32 MPa, sem saturação.

4.2 Mistura solo-cimento

A compactação foi realizada para os teores de 3%, 5% e 7% cimento, obtendo como resultados as curvas dispostas na Figura 3. É importante frisar que nessa compactação utilizou-se a energia normal segundo a norma regente.

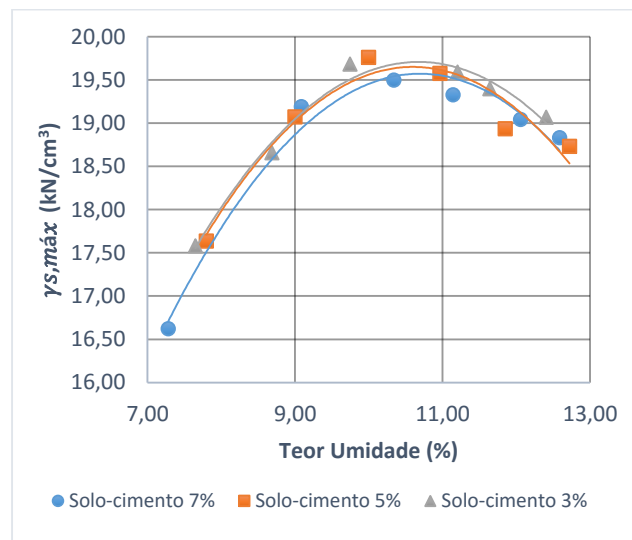


Figura 3. Curva de compactação para os teores 3%, 5% e 7%.

Obteve-se a umidade ótima e peso específico aparente seco máximo para os teores de 3%: $W_{ot} = 10,6\%$ e $e \gamma_{S,máx} = 19,7 \text{ kN/cm}^3$, para o teor intermediário de 5%: $W_{ot} = 10,6\%$ e $e \gamma_{S,máx} = 19,65 \text{ kN/cm}^3$ e para o teor de 7%: $W_{ot} = 10,6\%$ e $e \gamma_{S,máx} = 19,6 \text{ kN/cm}^3$.

Comparando o comportamento dos três teores de cimento quanto à compactação, cabe ressaltar que o teor de 3% resultou em maior peso específico aparente seco que os demais, todavia, a variação entre elas foi da ordem de $0,1 \text{ kN/cm}^3$, logo, pode-se considerar que a variação é na verdade uma dispersão de dados.

Quanto as umidades ótimas, as mesmas permaneceram aproximadamente iguais, na faixa de 10,6%. Assim, é possível assumir uma curva de compactação única para os três teores, assim, comparando esta curva única com a curva para apenas solo observa-se uma variação de 1% aproximadamente da umidade ótima e um considerável ganho de peso específico. Consoli *et al.* (2010) constatou que umidades em misturas de solo-cimento, em areias, estavam na ordem de 10%. Quanto ao CBR, os resultados são apresentados na figura 4.

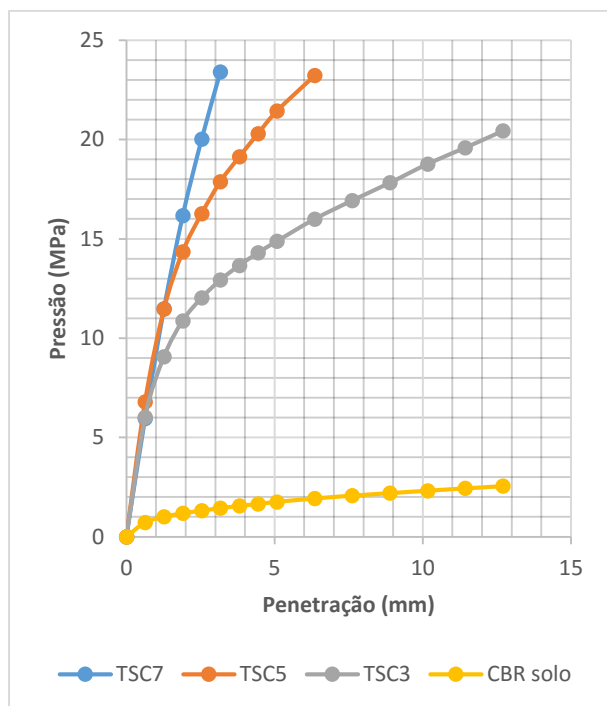


Figura 4. CBR do solo e solo-cimento teores 3%, 5% e 7%.

Ao iniciar o ensaio de CBR com o cilindro que continha o teor de 7 %, notou-se que a

amostra estava bastante rígida e durante a 5a. leitura do ensaio (penetração de 3,17 mm) a prensa atingiu o seu limite de carga, aproximadamente 5000 kgf, e impossibilitou o término do ensaio. Com base na pressão calculada para as quatro primeiras leituras (penetração até 2,54 mm) pode-se calcular o índice, resultando em $\text{CBR} = 290,22\%$.

Para o cilindro que continha o teor de 5 %, aconteceu algo parecido. Sendo que o ensaio foi interrompido durante a 9a. Leitura (penetração de 6,35 mm). Calculou-se o valor do índice com base na pressão exercida até a penetração imediatamente anterior (5,08 mm) e obteve-se o $\text{CBR} = 235,78\%$.

Entretanto, para o molde com teor de 3% o ensaio foi finalizado com êxito. O valor do CBR foi calculado pela pressão obtida nas penetrações padrões do ensaio (2,54 mm e 5,08 mm) obtendo os respectivos valores: $\text{CBR}_{2,54} = 174,35\%$ e $\text{CBR}_{5,08} = 143,80\%$. Lembrando que não houve expansão de nenhum molde durante o tempo submerso. Com isso, adota-se o maior valor entre os dois CBRs calculado, por tanto determinou-se que o $\text{CBR} = 174,35\%$.

Nota-se uma expressiva melhora dos valores de CBR com o aumento do teor de cimento em relação ao solo original, além de visível ganho de rigidez. A relação entre o ganho de resistência e o aumento do teor de cimento é apresentada na Figura 5. Esta relação pode ser tratada de forma linear, para os teores estudados.

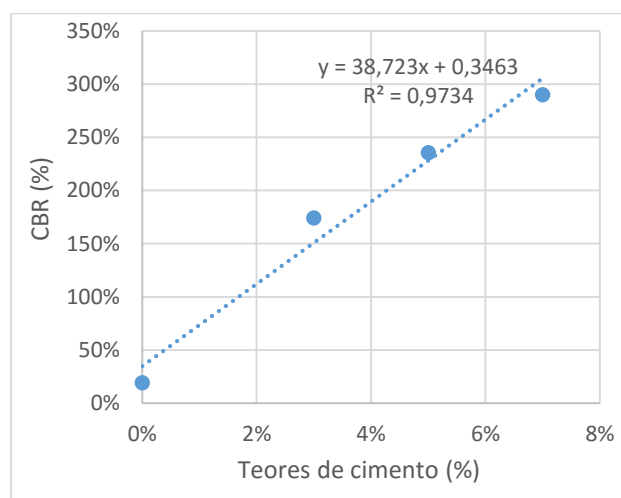


Figura 5. CBR do solo e solo-cimento teores 3%, 5% e 7%.

O resultado do ensaio de compressão simples

é dado pela tensão de ruptura à compressão, onde basta-se dividir a carga pela seção transversal do molde e a média aritmética representa o valor final de cada teor.

Pode-se observar o resultado na Tabela 2, ao consultar a NBR 12253 (ABNT, 1992a) sabe-se que o valor da tensão deve ser igual ou menos que 2,1 MPa aos 7 dias de idade. Sendo assim rapidamente nota-se que, aos 7 dias, o teor de 3% não passou nesta verificação; já os teores de 5% e 7% se mostraram adequados.

Fazendo uma comparação da resistência a compressão para o solo e para as misturas, observa-se que o teor de 3% é inferior ao do solo, cabe salientar que o ensaio de compressão foi realizado sem imersão de 24h o que pode ter influenciado o resultado devido a sucção.

Em relação aos teores propriamente dito analisando a resistência aos 21 dias de idade, podemos observar que o valor da resistência à compressão tem um acréscimo de 30,54% para o teor de 3%; 39,43% para o teor de 5% e; apenas 29,60% para o teor de 7%.

Tabela 2. Resistência a compressão do solo sem cura e do solo-cimento aos 7 e 21 dias.

	Teores	N. do C.P.	Área do C.P. (mm ²)	Carga (N) ¹	Tensão (MPa)	Média (MPa)
SOLO	I	I	7822,60	18148,5	2,32	2,32
	II	II	7846,13	18835,2	2,40	
	III	III	7841,42	17559,9	2,24	
7 DIAS	3%	I	7781,89	12753,0	1,64	1,67
		II	7790,49	14911,2	1,91	
		III	7807,71	11477,7	1,47	
	5%	I	7819,46	23936,4	3,06	2,79
		II	7830,44	20601,0	2,63	
		III	7819,46	20895,3	2,67	
	7%	I	7865,77	28939,5	3,68	3,48
		II	7883,86	27566,1	3,50	
		III	7927,98	25898,4	3,27	
21 DIAS	3%	IV	7824,69	19129,5	2,44	2,18
		V	7841,94	18344,7	2,34	
		VI	7793,36	13734,0	1,76	
	5%	IV	7840,90	31097,7	3,97	3,89
		V	7846,13	31882,5	4,06	
		VI	7860,27	28547,1	3,63	
	7%	IV	7867,60	38455,2	4,89	4,51
		V	7874,94	35414,1	4,50	

A Figura 6 ilustra de forma mais clara o comportamento da compressão em cada teor.

Apresentando um ganho de resistência com o passar do tempo, como comportamento padrão das reações de hidratação, e ainda observa-se que para 7% e 5% existe certo paralelismo em suas retas de resistência à compressão e idade.

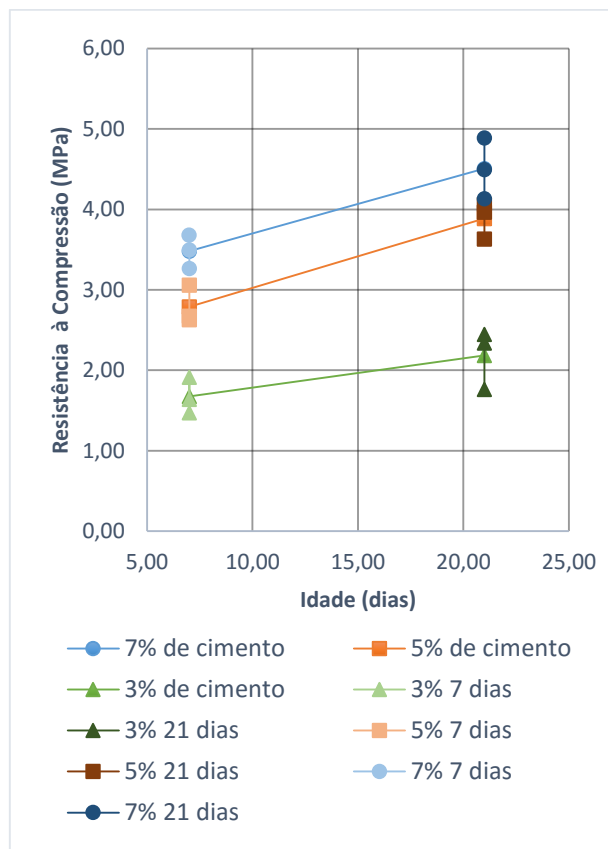


Figura 6. Compressão simples das três misturas de solo-cimento.

5 CONCLUSÕES

Ao caracterizar o solo e comparar os ensaios de compactação e CBR do mesmo com o do solo-cimento, verificou-se que a umidade ótima do solo de Wot = 11,7 %, já a umidade ótima do solo-cimento, para os três teores, foi menor Wot = 10,6 %, devido a absorção de água pelo cimento que necessita da mesma para dar início aos processos químicos que promovem maior resistência, além de estabilidade para o solo. Para o Índice de Suporte Califórnia do solo apresentou-se na faixa de 19,05 % para a umidade ótima, podendo ser classificado para uso como subleito, segundo o DNIT. Entretanto para a mistura de solo-cimento o CBR apresentou surpreendentes 290,22 % para o teor de 7% de cimento; 235,78 % para o teor de 5% e; 174,35 % para o teor de 3 %. Todos os teores

se mostraram adequados para o uso como base de um pavimento, segundo o dimensionamento do DNIT, resultado este, que não estava previsto. Na análise da compressão simples, determinouse que somente os teores de 5 % e 7 % estão adequados segundo a ABNT e ambos obtiveram resultados superiores à resistência do solo, porém considera-se o teor de 5% ideal, pois obedece ao critério de da norma e possui menor porcentagem que o outro. Sendo assim economicamente mais viável e tecnicamente exequível.

Diante do exposto, comprovou-se que é possível a melhoria do solo da Universidade Federal de Roraima com baixa adição de Cimento Portland CP-IV, gerando melhoria nas suas características físicas, como: resistência, compactação e estabilidade. Além disso, foi observado um ótimo teor de cimento, tendo em vista o baixo teor de cimento, apenas 5% para uma melhora de parâmetros de ISC de mais de 190%.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Roraima dentre diversos setores como PIC, PROInfra, Prefeitura Universitária e ao NUPENG, assim como a todos os envolvidos neste desafio, pelo apoio dado ao desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984a). *NBR 6459: Solo – Determinação do Limite de Liquidez*. Rio de Janeiro, 6 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984b). *NBR 7180: Solo – Determinação do Limite de Plasticidade*. Rio de Janeiro, 3 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984c). *NBR 7181: Solo – Análise Granulométrica*. Rio de Janeiro, 13 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1986). *NBR 7182: Solo – Ensaio de Compactação*. Rio de Janeiro, 10 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1987). *NBR 9895: Solo – Índice de Suporte Califórnia*. Rio de Janeiro, 14 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1990a). *NBR 12023: Solo-cimento – Ensaio de Compactação*. Rio de Janeiro, 9 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1990b). *NBR 12025: Solo-cimento – Ensaio de compressão simples de corpos-de-prova cilíndricos*. Rio de Janeiro, 2 p.

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992a). *NBR 12253: Solo-cimento – Dosagem para emprego como camada de pavimento*. Rio de Janeiro, 4 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992b). *NBR 12024: Solo-cimento – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos*. Rio de Janeiro, 5 p.
- Consoli, N. C., Foppa, D., Festugato, L. e Heineck, K. S. (2007). Key Parameters for Strength Control of Artificially Cemented Soils, *Journal of Geotechnical And Geoenvironmental Engineering*, ASCE, Vol. 133, p. 197-205.
- Consoli, N. C., Cruz, R. C., Floss, M. F. e Festugato, L. (2010). Parameters controlling tensile and compressive strength of artificially cemented sand, *Journal of Geotechnical And Geoenvironmental Engineering*, ASCE, Vol. 136, p. 759-763.
- Consoli, N. C., Da Fonseca, A. V., Silva, S. R., Cruz, R. C. e Fonini, A. (2012). Parameters controlling stiffness and strength of artificially cemented soils, *Géotechnique* 62, nº 2, p. 177-183.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (2006) *DNER- ET-DE-P00/004: Especificação técnica – Sub-base ou base de solo-cimento*. Rio de Janeiro, 27 p.
- Departamento Nacional de Infra-Estrutura dos Transportes (2006). *Manual de Pavimentação*. 3. ed. Rio de Janeiro, 268 p.
- Kaniraj, S. & Havanagi, V. (2001). Behavior of cement-stabilized fiber-reinforced fly ash-soil mixtures, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, ASCE, Vol. 127, p 574-584.
- Khattak, M. J., Alrashidi, M. Durability and mechanistic characteristics of fiber reinforced soil-cement mixtures, *International Journal of Pavement Engineering*, vol. 7, p. 53-62.
- Malanconi, M. (2013). *Considerações sobre Misturas de Solos Tropicais Estabilizados Quimicamente para Uso como Camada de Pavimento Urbano*. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 96 p.
- Mieli, P. H. (2009) *Avaliação do Tijolo Modular de Solo-cimento como Material na Construção Civil*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 59 p.
- Tiscoski, D. (2009) *Análise da resistência à compressão simples da mistura solo cimento e perma-zyme para fins rodoviários*. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma. SC, 93 p.