

ESTABILIZAÇÃO DE SOLO ARENOSO COM ADITIVO CON-AID® CBR-PLUS®.

Bruno Saccon Frezza (1), Eng. Pedro Arns (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1) brunofrezza@yahoo.com.br, (2) p.arns@terra.com.br

RESUMO

O presente trabalho aborda uma pesquisa experimental, cujo objetivo é avaliar a influência do aditivo CON-AID® CBR-PLUS® nas propriedades físicas e mecânicas de um solo de classe A4, baixo teor de argila e silte para empregá-lo como fundação ou mesmo como camada de um pavimento. O aditivo utilizado não necessita de reagentes e é de fácil dissolução em água, sendo esta aplicada diretamente ao solo. Os experimentos realizados em laboratório abrangeram ensaios de caracterização física e mecânica do solo em seu estado natural e no aditivado. Por recomendação do fabricante, utilizou-se dosagens de 2,5% e 3,5%. Entre os teores, o de 2,5% foi o mais favorável, já que houve pequena variação nas propriedades mecânicas e físicas comparadas entre si. Os ensaios foram executados de acordo com os procedimentos das normas e as recomendações do fabricante. Realizou-se também um ensaio procurando reproduzir o que ocorre no campo, na pior situação de cura do solo aditivado. Os resultados obtidos, seguindo os procedimentos do fabricante, demonstraram uma diminuição nos valores de expansão e um aumento significativo do Índice de Suporte Califórnia, confirmando que a estabilização química, com o uso do aditivo, melhorou suas características físicas e mecânicas, possibilitando a redução ou até mesmo a eliminação do uso de materiais pétreos nas camadas de pavimento.

Palavras-Chave: Solos. Estabilização Química. Con-Aid®. ISC. Pavimento

1. INTRODUÇÃO

A busca por aproveitar o material existente no local da obra para uso na construção rodoviária, aumentou significativamente nos últimos anos a ampliação neste setor, já que o mesmo, segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT), é responsável por 61,1% das cargas transportadas, sendo o principal meio de locomoção de mercadorias e de pessoas no território nacional. Com essa importância, o setor rodoviário é um dos principais setores da construção civil que necessita de grande quantidade de materiais de boa qualidade. Dentro destes, o solo é um dos principais materiais constituintes, cujas propriedades determinam a viabilidade do seu uso na execução de um pavimento rodoviário.

Independente da obra a ser realizada com um determinado tipo de solo, este deverá apresentar boas propriedades físicas e mecânicas quanto a durabilidade e resistência. Em várias situações, o solo de determinado local não apresenta condições requeridas pela obra, podendo ser pouco resistente, muito compressível ou apresentar características que deixam a desejar economicamente. (TRINDADE et al.,2008, p. 11).

Em obras de pavimentação, o solo deve respeitar as características mínimas de qualidade do Manual de Pavimentação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006, p.142), em que os materiais devem apresentar o Índice de Suporte Califórnia (ISC) maior ou igual a 2% e expansão ≤ 2 %. Se o mesmo não atender estes valores, deverá ser substituído em uma espessura mínima de 60cm ou estabilizado por processos químicos ou mecânicos. Por essa razão, a utilização de materiais de boa qualidade, tanto os pétreos como os de jazidas naturais, aumentam gradativamente e a cada ano observou-se uma maior escassez dos mesmos, gerando maior custo de produção pelo aumento dos seus preços.

Segundo Baptista (1976, p. 85), do ponto de vista rodoviário ou aeroportuário, denomina-se estabilização dos solos aos métodos de construção nos quais os solos são tratados (com ou sem aditivos), de modo que se tenham subleitos, sub-bases ou bases e ocasionalmente revestimentos, capazes de suportar as cargas de tráfego normalmente aplicadas sobre o pavimento.

Segundo França (2003, p. 07), a estabilização química de um solo refere-se às alterações produzidas na sua estrutura pela introdução de uma certa quantidade de aditivo, suficiente para melhorar suas propriedades físicas e mecânicas, possibilitando o seu emprego para fins de projeto.

De acordo com o fabricante, o uso do aditivo na proporção adequada aumenta os índices mecânicos dos solos, impermeabilizando apenas as moléculas de argilas e siltes e não da camada tratada, gerando estabilização flexível. Portanto possibilita utilizar como camada de rolamento, por não estar suscetível a trincas decorrentes do subleito. Ainda enfatiza que as moléculas do solo em seu estado natural, são capazes de atraírem água para o interior dos minerais, gerando plasticidade indesejada e diminuição da densidade, acarretando a perda da capacidade de suporte. Com a presença do produto, por ser um ácido orgânico, tem a capacidade de expulsar a água adsorvida das moléculas, provocando maior aproximação entre si pela mudança iônica ao redor das mesmas, e consequentemente aumentando a capacidade de suporte do solo.

As substâncias orgânicas, quando adicionadas a determinados solos, podem expressar severa repelência à água. Esta hidrofobicidade pode ser notada tanto em solos arenosos, como em solos argilosos (Rev. Bras. Ciênc. Solo, 2005).

2. OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho tem como objetivo geral, constatar por meio de ensaios em laboratório a melhoria dos aspectos da qualidade de um determinado solo, com uso de um aditivo químico.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Observar o comportamento das características físicas e mecânicas do solo natural e do aditivado.
- Verificar a importância do procedimento de laboratório do fabricante
- Estabelecer a dosagem mais viável

4. MATERIAIS

4.1 SOLO NATURAL

A coleta do material para o presente trabalho, foi realizado na rua Pascoal Pirola, não pavimentada, localizada no Bairro Zanette em Meleiro/SC, de coordenadas geográficas de Latitude -28,835707 e Longitude -49.630917. A escavação foi a uma profundidade de 60 centímetros no eixo central da rua, verificando-se a homogeneidade do solo, conforme ilustrado na figura1.

Figura 1- Extração da amostra



Fonte: Do autor, 2015

4.1.1 GEOLOGIA

Segundo Garavaglia (2015), o solo estudado é caracterizado como residual, proveniente da alteração das rochas areníticas da Formação Rio do Rasto. Este solo residual tem coloração bordô a castanho avermelhado, de textura, predominantemente, arenosa a, subordinadamente, siltico-arenosa

Esta porção do município de Meleiro está inserida na Bacia Hidrográfica do Araranguá onde, de acordo com Krebs (2004), afloram as litologias da Formação Rio do Rasto, de idade Permiana, e os sedimentos inconsolidados de idade Terciária, denominados Depósitos de Leques Aluviais.

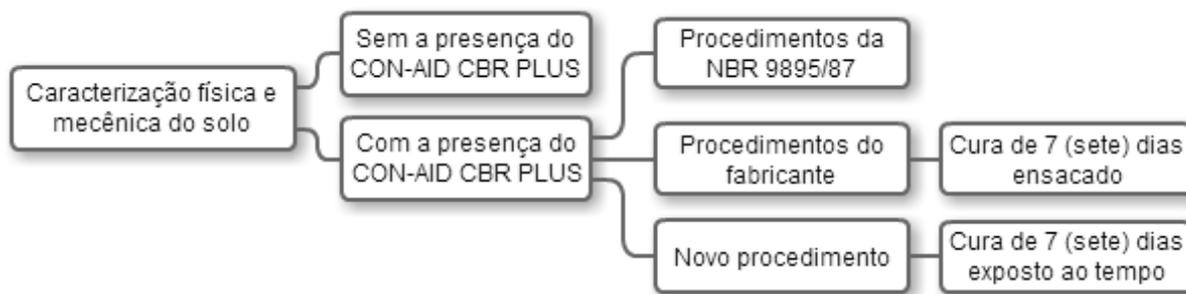
4.2 ADITIVO

Para o estudo, utilizou-se o aditivo químico estabilizante Con-Aid® CBR-Plus® que, segundo o fabricante, aumentará expressivamente as características físicas e mecânicas do solo, tornando-o utilizável em camadas que necessitam de maior capacidade de suporte, como sub-base, base ou até mesmo como pavimento.

5. METODOLOGIA

Os processos experimentais tiveram por finalidade analisar as características físicas e mecânicas do solo natural e do aditivado com o uso do Con-Aid® CBR-Plus, com diferentes tipos de procedimentos que podem ser observadas na figura 2.

Figura 2 - Fluxograma dos Procedimentos Realizados



Fonte: Do autor, 2015

5.1. CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL

Os ensaios de caracterização do solo foram executados no Laboratório de Mecânica dos Solos (LMS), do Instituto de Engenharia e Tecnologia (IDT) da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), perante as normas constantes na tabela 1, tanto em solo em seu estado natural, quanto ao solo aditivado.

Tabela 1 - Normas referentes aos ensaios

Ensaio	Normas	
Caracterização Física	Granulometria por peneiramento simples	NBR 7181/84
	Limite de Liquidez	NBR 6459/84
	Limite de Plasticidade	NBR 7180/84
Caracterização Mecânica	Compactação Energia Proctor Intermediária	NBR 7182/86
	ISC, Expansão	NBR 9895/87

Fonte: Do autor, 2015

5.2. DOSAGEM DO ADITIVO

Segundo o fabricante, a dosagem do aditivo se expressa por "X" ml de aditivo para cada 1 litro de água, (onde "X" poderá ser 2,5; 3,0; 3,5 e 4,0 ml), sendo que esta solução deverá ser empregada na proporção de 10 (dez) ml para cada 1 (um) kg de solo seco a ser tratado.

Para a realização dos ensaios com o uso do estabilizante químico, utilizou-se 2 (dois) teores de aditivo, 2,5 ml e 3,5 ml, afim de obter um comparativo entre as duas dosagens, bem como os parâmetros físicos e mecânicos.

5.3. ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Primeiramente iniciou-se os ensaios físicos de caracterização do solo em seu estado natural, identificando-o por sua granulometria, Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) e o Índice de Grupo (IG), além de outras propriedades que auxiliam em sua identificação, como a do tato-visual. A classificação das amostras baseou-se no sistema de classificação Transportation Research Board (TRB) que é a utilizada na área de estradas.

Segundo Pastore & Fonte (1998) a classificação Highway Research Board (HRB), hoje TRB, é a mais aplicada na área rodoviária, sendo conhecida e adotada pela American Association of State Highway Transportation Officials (AAHSTO).

A classificação é baseada nos índices granulométricos e de consistência dos solos, além de adotar o parâmetro denominado de IG. Estes índices são considerados para definição do material a compor as camadas de pavimentos.

5.3.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DO SOLO NATURAL, SEM A PRESENÇA DO ADITIVO CON-AID® CBR-PLUS®.

Realizou-se os ensaios de granulometria do material coletado por peneiramento simples e ensaios dos índices físicos, obtendo-se a caracterização do mesmo, sem o uso do aditivo químico estabilizante, ou seja, no seu estado natural. A tabela 2 apresenta os resultados dos ensaios.

Tabela 2: Propriedades físicas do solo natural.

LL (%)	32
LP (%)	26
IP (%)	6
Passante na peneira 200 (%)	84,3
IG	8
TRB	A-4

Fonte: Do autor, 2015

Pela TRB, constatou-se que o solo pertence a classe A-4, que tem como material típico silte não plástico ou moderadamente plástico, onde 75% ou mais passa na peneira 200 e pode conter também uma mistura de silte, areia e pedregulho.

Ainda pela análise da tabela 2, observa-se um baixo IG indicando uma boa compactidade do material e também, verificou-se uma quantidade maior de materiais finos passantes na peneira 200, ou seja, 84,3 %.

As propriedades mecânicas foram obtidas através do ensaio de compactação na Energia Proctor Intermediária (PI) da NBR 7182/86, processo sugerido pelo fabricante do aditivo químico estabilizante. Cujo ensaio, forneceu a densidade máxima seca e o teor ótimo de umidade, valores estes utilizados para o ensaio do ISC e expansão do material de acordo com a NBR 9895/87. Os resultados estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3: Propriedades mecânicas do solo no estado natural.

γ máx. (g/cm ³)	1,677
H ótima (%)	19,2
ISC (%)	13,2
Expansão (%)	0,92

Fonte: Do autor, 2015

De acordo com os dados da tabela 3, verificou-se que o solo analisado pode ser utilizado na construção de rodovia como fundação e como reforço de subleito sem a utilização de aditivo químico, fornecendo valores de ISC superior a 2% e uma expansão inferior a 2%, conforme preconiza o Manual de Pavimentação do DNIT.

5.3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DO SOLO COM A PRESENÇA DO ADITIVO CON-AID® CBR-PLUS®.

Para a caracterização física e mecânica do solo aditivado, realizou-se 3 (três) tipos de procedimentos, sendo que todos com as mesmas dosagens (2,5 ml e 3,5ml) e respeitando o tempo de descanso das amostras sugeridas pelo fabricante após a mistura do aditivo no solo, com a finalidade de obter um comparativo de ISC e expansão entre os distintos processos.

Segundo o fabricante do Con-Aid® CBR-Plus®, a presença do aditivo eleva a densidade seca máxima pelo ensaio no PI na ordem de 10%, diminui a umidade ótima entre 5% a 10%, aumenta o ISC em até 400% em solos de alta plasticidade e de 80% a 100% em solos de baixa plasticidade, e diminui a expansão entre 15% a 50%.

Os resultados das propriedades físicas do solo obtidos com a adição do Con-Aid® CBR-Plus®, observou-se uma pequena variação de LL e uma redução no LP, acarretando o aumento no IP, como consta na tabela 4.

Tabela 4: Propriedades físicas do solo aditivado.

Características	Natural	Dosagem 2,5 ml	Dosagem 3,5 ml
LL (%)	32	33	32
LP (%)	26	25	23
IP	6	8	9

Fonte: Do autor, 2015

5.3.3 PROCEDIMENTO DA NBR 9895/87

Para analisar as propriedades mecânicas do solo em estudo e verificar a eficiência do produto, foram realizado ensaios de ISC de acordo com os procedimentos da NBR 9895/87, na energia de compactação no PI. Os dados relativos das densidades secas máximas, umidade ótima, ISC e Expansão, para cada dosagem do aditivo estão expressos na tabela 5.

Os valores resultantes das propriedades mecânicas do solo aditivado com os do natural, apresentou uma diferença insignificativa na densidade específica máxima, e uma pequena variação na umidade ótima. Porém, houve um decréscimo na expansão e no ISC.

Tabela 5: Propriedades mecânicas do solo aditivado.

Características	Natural	Dosagem 2,5 ml	Dosagem 3,5 ml
γ máx. (g/cm ³)	1,677	1,685	1,682
H ótima (%)	19,2	19,0	19,7
ISC (%)	13,2	8,1	6,3
Expansão (%)	0,92	0,33	0,51

Fonte: Do autor, 2015

5.3.4 PROCEDIMENTO COM CURA DE 7 DIAS.

De acordo com o fabricante, no guia de aplicação do produto, o processo de estabilização iônica inicia-se após a compactação em um período de 7 (sete) dias, cujo tempo é necessário para que as águas sejam expulsas do solo oriundas da camada estabilizada. Portanto, realizou-se dois ensaios de compactação com cura de 7 (sete) dias.

5.3.4.1 PROCEDIMENTO DE LABORATÓRIO DO FABRICANTE

Processo realizado de acordo com os procedimentos de laboratório do fabricante do aditivo Con-Aid® CBR-Plus®, que se desenvolvem de acordo com a NBR 9895/87, com a diferença de que se execute a cura do corpo de prova após compactado, envolvendo-o em um saco plástico durante sete dias. Após este período, o corpo de prova é submerso por 96h para a determinação do ISC.

Segundo o fornecedor, o procedimento de cura em saco plástico, possibilita a perda de umidade mais lenta, não sendo necessário umedecer os corpos de provas diariamente, o que é indispensável em campo.

Figura 3 - Cura da amostra na umidade ótima



Fonte: Do autor, 2015

Os valores das propriedades mecânicas deste ensaio estão expressos na tabela 6.

Tabela 6: Propriedades mecânicas do solo aditivado encoberto por saco plástico.

Características	Dosagem 2,5 ml	Dosagem 3,5 ml
γ máx. (g/cm ³)	1,685	1,682
H ótima (%)	19,0	19,7
ISC (%)	29,6	29,9
Expansão (%)	0,58	0,52

Fonte: Do autor, 2015

5.3.4.2. NOVO PROCEDIMENTO

Neste procedimento, buscou-se reproduzir em laboratório o que ocorre no campo, onde o solo fica exposto às ocorrências climáticas que acontece na obra, pela perda/ganho de umidade com o meio. Para isso, os corpos de provas foram deixados expostos ao tempo (figura 4) durante os 7 (sete) dias e rompido em seguida, sem serem submersos.

Figura 4 - Cura da amostra exposta ao tempo



Fonte: Do autor, 2015

Os resultados dos ensaios pelo novo procedimento, estão expressos na tabela 7.

Tabela 7: Propriedades mecânicas do solo aditivado exposto ao tempo

Características	Dosagem 2,5 ml	Dosagem 3,5 ml
γ máx. (g/cm ³)	1,685	1,682
H ótima (%)	19,0	19,7
ISC (%)	100,6	96,9
Expansão	--	--

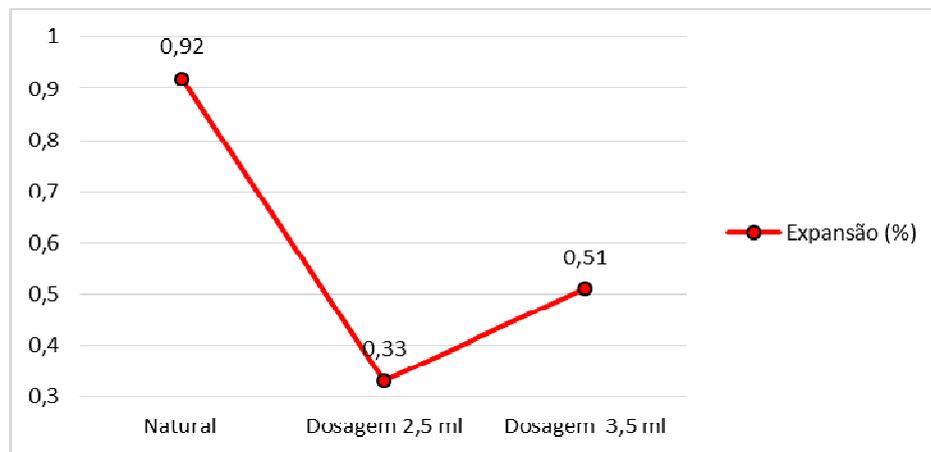
Fonte: Do autor, 2015

6 ANÁLISES DOS RESULTADOS

O solo natural classificado pela TRB como A4, quando submetido a energia de compactação no PI, apresentou uma expansão de 0,92% e ISC de 13,2%, que segundo a especificação mínima do DNIT, no Manual de Pavimentação, o ISC deverá ser maior ou igual a 2% e expansão igual ou inferior a 2%. Portanto, o mesmo não precisa ser substituído, podendo ser utilizado como fundação de uma obra viária e mesmo como reforço de subleito.

Analisando o comportamento do solo de acordo com o procedimento da NBR 9895/87, quanto a expansão, verificou-se uma significativa redução quando aditivado no teor de 2,5%, e menor quando utiliza-se o teor de 3,5% conforme é demonstrado na figura 5.

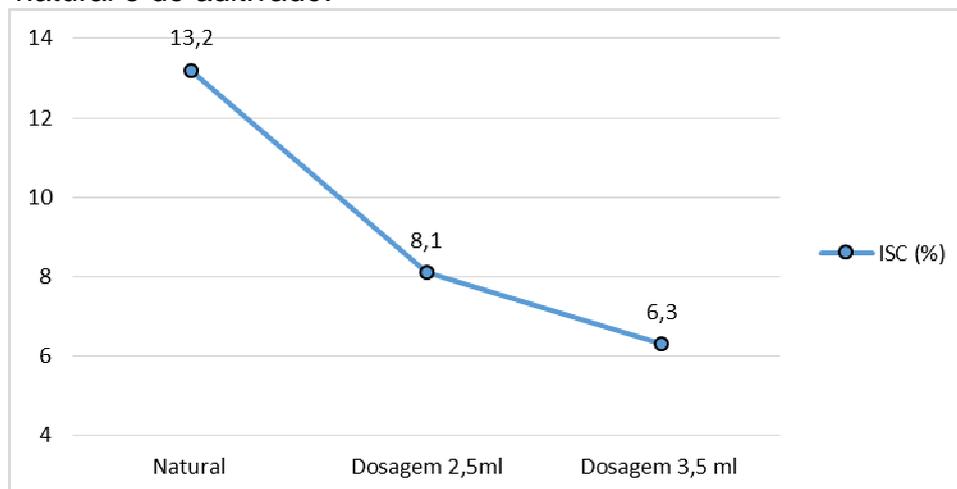
Figura 5 - Comparativo de expansão do solo natural e do aditivado.



Fonte: Do autor, 2015

Examinando os valores de ISC, observou-se também uma significativa redução quando aditivados com ambos teores como ilustrado na figura 6.

Figura 6 - Comparativo do Índice de Suporte Califórnia do solo natural e do aditivado.

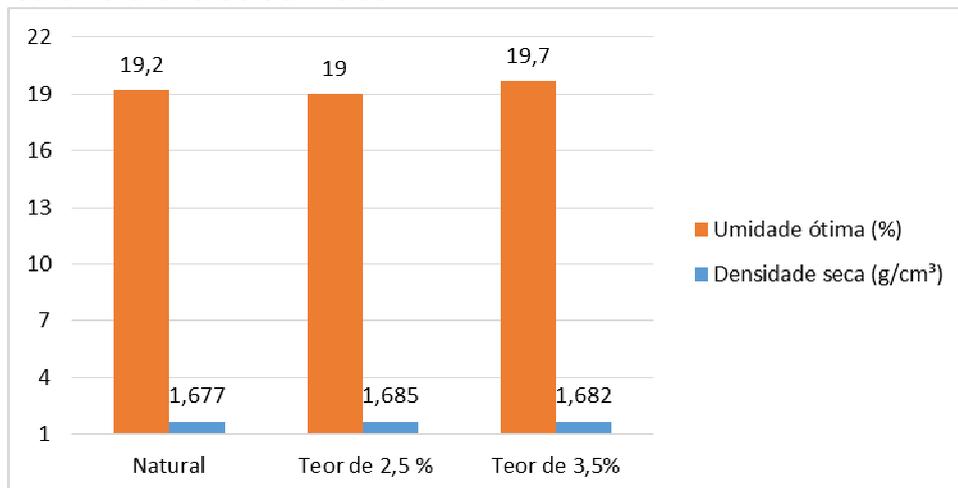


Fonte: Do autor, 2015

Segundo o fornecedor do produto, o aditivo promove uma estabilização iônica no solo ao ser respeitado o procedimento da Con-Aid® CBR-Plus®, havendo o aumento no ISC. Caso não respeitado, ocorre a dissociação química, ou seja, é o processo em que compostos iônicos têm seus íons separados no início do procedimento.

Em face disso, como não se realizou o tempo de cura como estabelece o procedimento do fornecedor, o ensaio de ISC dos corpos de provas ocorreu enquanto o material estava no início do processo de estabilização, na fase de dissociação iônica e conseqüentemente, houve uma diminuição significativa do ISC. Mesmo com essa ocorrência, constatou-se que a expansão é inversamente proporcional ao ISC no solo aditivado, comprovando a eficácia do ensaio. Os índices das densidades secas e umidades ótimas dos ensaios de compactação do solo natural e do aditivado, não comprovaram em síntese a promessa do fabricante do estabilizante químico, que reduziria a umidade ótima em 10% e aumentaria a densidade seca de 5 a 10%. Conforme ilustra a figura 6, apenas o teor de 2,5% apresentou uma variação na umidade ótima conforme a informação do fabricante, porém as densidades secas permaneceram sem significativas variações e a umidade ótima do teor de 3,5% ficou 2,6% acima em relação ao solo natural.

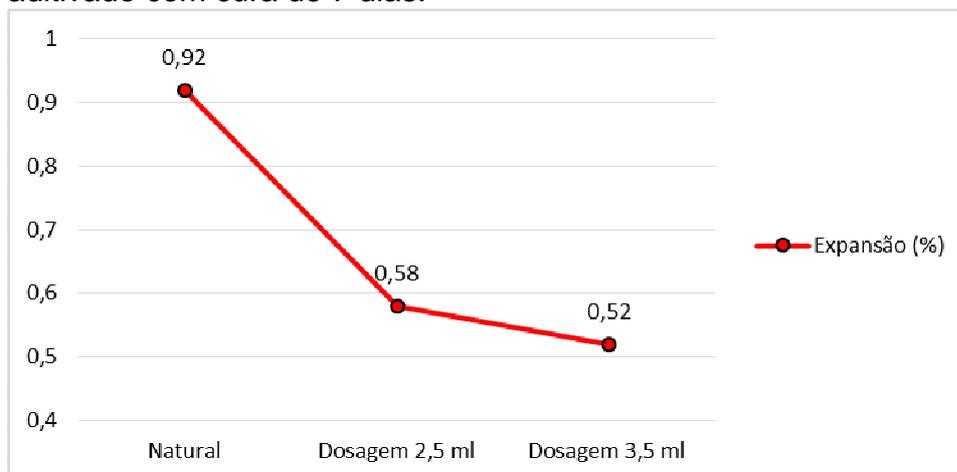
Figura 7 - Comparativo das densidades secas e umidades ótimas do solo natural e do aditivado.



Fonte: Do autor, 2015

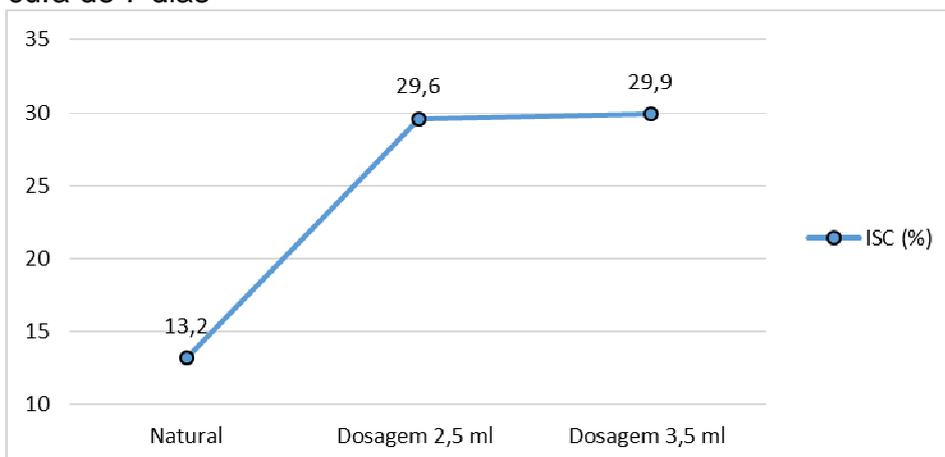
Os índices de expansão dos ensaios com a cura de 7 (sete) dias, seguindo a orientação do fornecedor, comparada com a amostra de solo natural (figura 8), houve um decréscimo médio entre os dois teores de 40%. Portanto, os valores dos ISC (figura 9), sofreram um aumento médio de 125% com a realização da cura. Logo, ambas variações foram de acordo como prescreve o fabricante.

Figura 8 - Comparativo de expansão do solo natural com o aditivado com cura de 7 dias.



Fonte: Do autor, 2015

Figura 9 - Comparativo do ISC do solo natural com o aditivado com cura de 7 dias



Fonte: Do autor, 2015

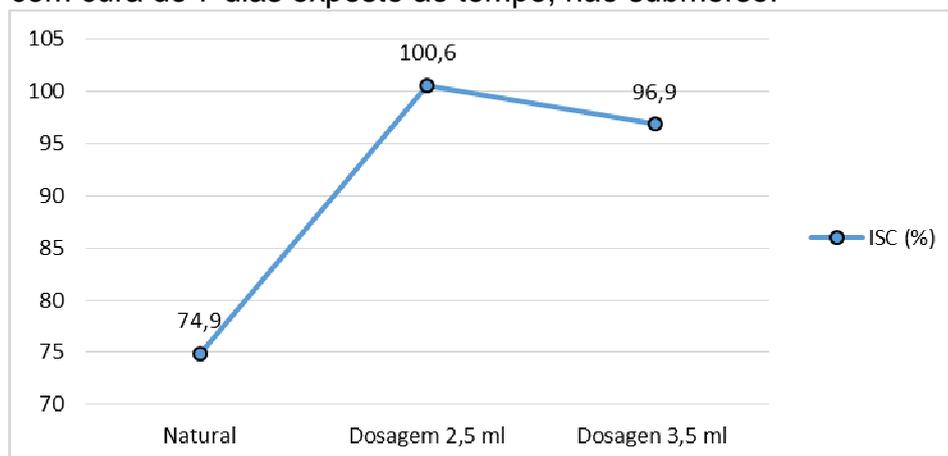
Com os procedimentos do fabricante, constatou-se que os valores dos parâmetros mecânicos são inversamente proporcionais, verificando que quanto menor a expansão do material maior será o ISC do mesmo.

O ensaio com o novo procedimento de cura com a intenção de reproduzir em laboratório o que ocorre em campo, deixou-se os corpos de provas exposto ao tempo no período de 7 dias, submetendo-os às intempéries climáticas. Por este motivo, fez com que sofresse uma troca de umidade com o meio, bem como variações térmicas e incidência de vento.

Segundo o guia de aplicação em obra do fabricante, há de se ter o cuidado neste período de tempo, pois há uma grande perda de umidade com o meio pelo processo de expulsão da água do material, portanto necessita fazer umedecimento na camada tratada uma vez ao dia.

Como a intenção do ensaio era reproduzir o que ocorre em campo e propiciar a pior situação possível durante em seu estado de cura, não houve umedecimento do corpo de prova e nem a submersão dos mesmos. Portanto, mesmo nessas condições, houve um acréscimo em seu ISC de aproximadamente 31,8 % nos solos aditivados em relação ao solo natural. Os dados referentes a capacidade de suporte do solo estão expressos na figura 10.

Gráfico 10 - Comparativo do ISC do solo natural com o aditivado com cura de 7 dias exposto ao tempo, não submerso.



Fonte: Do autor, 2015

7 CONCLUSÕES

- De acordo com os resultados de expansão e do ISC do solo natural, pode ser utilizado como subleito e reforço de subleito perante as indicações do DNIT.
- Os valores de expansão e do ISC no solo aditivado no ensaio realizado pelo procedimento da NBR 9895/87, provocou uma diminuição em ambas características mecânicas.
- O solo aditivado ensaiado de acordo com os procedimentos do fabricante, provocou a estabilização química no solo, havendo uma diminuição na expansão e aumento no ISC, e que de acordo com as especificações do DNIT, pode ser utilizado como sub-base de uma rodovia.
- Seguindo os procedimentos do fabricantes, houve aumento médio no ISC de 320% comparado aos procedimentos das normas, verificando a importância da cura para garantir a estabilização do solo.
- Ambas dosagens de aditivo forneceram valores semelhantes de expansão e ISC, portanto a dosagem de 2,5% é o mais favorável economicamente por haver o menor consumo do mesmo.
- Não seguindo as normas e nem os procedimentos recomendados pelo fabricante, verificou-se que após 7 (sete) dias de cura pelo processo de não submersão dos corpos de prova, houve um aumento de 31,8% pela média dos dois ISC comparado ao ensaio do solo natural pelo mesmo processo.
- Sugere-se a realização de ensaios com outros tipos de solos para comprovar a eficácia do produto.
- Sugere-se o uso de reagentes como cal, sulfato de alumínio, cimento ou hidróxido de cálcio para comprovar, se com estes, haverá variações nos resultados finais.

8 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 7181:1984 Versão corrigida 1988: Análise Granulométrica**. Rio de Janeiro: ABNT, 1988

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 6459:1984 Determinação do limite de liquidez**. Rio de Janeiro: ABNT, 1984

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 7101:1984 Versão corrigida 1988: Solo - Determinação do limite de plasticidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1988

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 7182:1986 Solo-Ensaio de compactação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998

BATISTA, C.F.N. (1976). **Pavimentação**. Editora Globo, volume II, 2ª edição, Porto Alegre, RS. 336p

CON-AID® BRASIL. Disponível em <http://www.conaidbrasil.com>. Acesso em: Agosto 2015.

CON-AID® BRASIL. **Guia de Aplicação CON-AID**. Disponível em: <<http://www.conaidbrasil.com/blog/wp-content/uploads/2011/11/Guia-de-Aplicação-Con-Aid-CBRPlus.pdf>>. Acesso em agosto de 2015.

CON-AID® BRASIL. **Manual de Procedimentos de Ensaios em Laboratório. Método Universidade de Tecnologia Nacional**. Argentina, 2012.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Boletim Estatístico-2015**. Disponível em <http://www.cnt.org.br/Paginas/Boletins_Detalhes.aspx?b=3>. Aceso em 28 de agosto de 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Pavimentação**. 3ª edição. Rio de Janeiro, 2006.

FRANÇA, Fabrício Carlos. **Estabilização Química de Solos para Fins Rodoviários: Estudo de Caso com o Produto "RBI Grade 81"**. 2003. 104 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

GARAVAGLIA, Luciane. Entrevista concedida a Bruno Saccon Frezza. Criciúma, 9 out. 2015.

KREBS, A. S. J. **Contribuição ao conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos da bacia hidrográfica do rio Araranguá, SC.** 2004. 375 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

PASTORE E.L., FONTES R.M. (1998) **Caracterização e classificação de solos.** Geologia de Engenharia, Volume I, Oficina de Textos, São Paulo, SP, 197-208

REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Formação e estabilização de agregados do solo decorrentes da adição de compostos orgânicos com diferentes características hidrofóbicas.** Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832005000100002&script=sci_arttext>. Acesso em 28 de agosto de 2015.

TRINDADE, T.P.; et. Al. **Compactação de solos: Fundamentos teóricos e práticos.** Viçosa: Editora UFV, 2008. 95 p.