



Artigo submetido ao Curso de Engenharia Civil da UNESC -
como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil



ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE UM SOLO ESTABILIZADO QUIMICAMENTE COM ADITIVO CON-AID[®]/CBRPLUS[®] PARA EMPREGO EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO

Vanessa Jesuino Kammer (1), Pedro Arns (2);

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)vanessa_kammer@hotmail.com, (2)par@unesc.net

RESUMO

O presente trabalho trata de uma pesquisa experimental, que visa avaliar as características de um solo estabilizado com um aditivo químico, Con-Aid[®]/CbrPlus[®]. As amostras para o estudo foram coletadas, na Rod. Alexandre Beloli, Bairro Sangão, em Criciúma Santa Catarina (SC). Correspondem a um solo da Formação geológica Serra Geral. A pesquisa englobou os ensaios de Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP), granulometria, compactação Proctor Normal (PN), e Proctor Intermediária (PI), Índice de Suporte Califórnia (I.S.C.) e expansão, realizados no Laboratório de Mecânica dos Solos (LMS), do Instituto de Engenharia e Tecnologia (IDT), da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). Iniciou-se os estudos do solo em seu estado natural, para obtenção de seus parâmetros físicos e mecânicos. Com base nesses, passou-se a usar o aditivo nos teores de 3,5 e 4,0% diluído em água, em relação ao peso seco do material das amostras. Analisando os resultados, das energias de compactação aplicadas, pôde-se realizar um comparativo entre os parâmetros do solo em estudo, ao acrescentar as diferentes dosagens do estabilizante. O solo no seu estado natural, quando aplicada à energia de compactação Proctor Intermediária já demonstrou mudanças significativas, tanto mecânicas quanto físicas. Já, quando adicionado o estabilizante, o solo não apresentou mudanças expressivas nos seus parâmetros, incluindo reações atípicas quanto a sua expansão.

Palavras-Chave: Solos. Estabilização Química. Con-Aid[®]. Pavimentação.

1. INTRODUÇÃO

Toda rodovia é concebida e construída para atender a uma determinada demanda de tráfego, para propiciar mobilidade e fluidez, oferecendo total segurança e conforto ao usuário. Logo, a sua estrutura deve ser dimensionada para suportar a pressão exercida sobre ela, durante sua vida de projeto.

Para que isto ocorra é necessário fazer um estudo de caracterização físico-mecânico do solo de fundação, sobre o qual será executado o pavimento. Caso o

estudo concluir que o mesmo não atende ao especificado, segundo o Manual de Pavimentação, do Departamento Nacional de Infra Estrutura de Transportes (DNIT), p.146, Índice de Suporte Califórnia (ISC) $\geq 2\%$, e expansão $\leq 2\%$, deverá o solo ser substituído, numa espessura mínima de 60 cm, ou estabilizado por processos químicos ou mecânicos.

Em face da escassez de materiais e das exigências cada vez mais rigorosas dos órgãos ambientais, é importante que se faça a busca de novos materiais e metodologias, que venham a substituir os tradicionais, para atender as necessidades de execução de um pavimento.

Para escolher a solução mais adequada é necessário analisar vários aspectos, por exemplo: viabilidade econômica, existência de outro material com as características adequadas a disposição, dificuldades no transporte, tempo disponível, entre outros fatores. Existem ainda, várias outras soluções para auxiliar a estabilização de um solo além da substituição do mesmo, como a mecânica, química, granulométrica, térmica e elétrica.

Segundo Caputo, 1988, p.39, os solos argilosos são muito suscetíveis a variações de suas características devido à umidade, perdendo resistência e se tornando inviável para utilização em obras rodoviárias. Por esse motivo há grande necessidade de escolha da melhor técnica de estabilização, levando em conta todos os fatores já citados, para, assim, oferecer maior qualidade e durabilidade no pavimento.

Estabilizar um solo significa conferir-lhe a capacidade de resistir e suportar as cargas e os esforços gerados pelo tráfego, que são aplicados sobre o pavimento, e também às ações erosivas de agentes naturais sob as condições mais adversas de solicitações consideradas no projeto.

O domínio das técnicas de estabilização pode conduzir a sensíveis reduções nos tempos de execução das obras, viabilizando e agilizando o processo construtivo, propiciando uma economia substancial para o empreendimento.

Para a execução da estabilização de um solo, por processos químicos, existem diversos produtos no mercado atualmente, como o Con-Aid®, PermaZyme®, PZ Solution®, entre outros.

Como uma das alternativas químicas para estabilização de solos, temos o aditivo Con-Aid[®]/CbrPlus[®], que promete, segundo seu fabricante, trocar as afinidades que os solos finos têm com a água, fazendo com que esta não possua efeito desestabilizador. Ainda, segundo a empresa, após eliminar ou diminuir a água retida, acontece um aumento de densidade desse material e, conseqüentemente, um aumento do seu suporte de cargas. O produto, ainda, promete um aumento na densidade seca máxima na energia Proctor Intermediária de 10 a 15%, diminuição na umidade ótima entre 5 e 10%, redução de 15 a 50% na expansão e aumentos de I.S.C. na ordem de 80 a 100%.

Para isso os testes em laboratórios são essenciais, pois cada solo tem suas características e se adequa melhor a um tipo de técnica de estabilização. Após a análise do solo com adição do aditivo Con-Aid[®], pode-se comparar as características do mesmo e analisar o novo comportamento desse material.

O presente artigo procurou obter os resultados, pela adição do produto estabilizante nos solos, para realizar um comparativo da sua eficácia, em amostras coletadas na região de Criciúma-SC.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho, inicialmente, buscou-se na literatura técnica as informações referentes aos ensaios de caracterização para o solo em estudo. Assim, ocorreu a coleta de amostras na Rod. Alexandre Beloli, e foram encaminhadas para o Laboratório de Mecânica dos Solos (LMS), do Instituto de Engenharia e Tecnologia (IDT), da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).

As amostras coletadas foram preparadas, conforme NBR 6457/86, para a realização dos ensaios de índices físicos e mecânicos, primeiramente, para o solo no seu estado natural, e posteriormente com a adição de diferentes teores de aditivo.

2.1 LOCALIZAÇÃO

Para realização dos ensaios de caracterização do solo, foram coletadas 9 (nove) amostras, de 3 (três) furos distintos na Rod. Alexandre Beloli, Bairro Sangão em Criciúma/SC, como mostrado na figura 1, nos pontos de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) leste 656.468 e norte 6.822.039.

Figura 1: Extração de amostras.



Fonte: Do autor, 2013.

2.2 GEOLOGIA

Segundo Potter, 2004, p. 80, o local é representado por solo Podzólico Vermelho-Escuro, textura argilosa/muito argilosa, floresta tropical com relevo suave ondulado. A região está inserida na bacia sedimentar do Paraná e é caracterizada pela presença da Formação Serra Geral e pela Formação Palermo. Litologicamente, a Formação Serra Geral, é caracterizada por uma sucessão de derrames de lavas, predominantemente básicas, de granulometria fina.

2.3 ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Inicialmente realizaram-se os ensaios de caracterização para o solo em seu estado natural, sem a presença do aditivo de estabilização, identificando o material pela análise granulométrica e pelas constantes físicas: Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) e Índice de Plasticidade (IP), além de outras propriedades que auxiliam na sua identificação, como cita Nogueira, 1980, p. 02, “forma dos grãos, cor, cheiro, entre outros”.

A classificação das amostras coletadas se baseou no sistema de classificação Transportation Research Board (T.R.B.). Segundo Pinto, 2006, p.63, “O objetivo da classificação dos solos, sob o ponto de vista de engenharia, é poder estimar o provável comportamento do solo ou, pelo menos, orientar o programa de investigação necessário para permitir a adequada análise de um problema”.

Pelos ensaios de caracterização mecânica, compactação e I.S.C., obtiveram-se os parâmetros do solo, quanto a sua resistência e expansão, para as energias de compactação empregadas.

Todos os ensaios de caracterização físicos e mecânicos das amostras realizados, obedeceram às normas estabelecidas para cada um, conforme tabela 1.

Tabela 1: Normas Técnicas utilizadas para realização dos ensaios de caracterização do solo.

Norma Técnica	Número ABNT
Análise Granulométrica	NBR 7181: 1984 - Versão Corrigida: 1988
Determinação do Limite de Liquidez	NBR 6459:1984
Determinação do Limite de Plasticidade	NBR 7180:1984 - Versão Corrigida: 1988
Ensaio de Compactação	NBR 7182:1986 - Versão Corrigida: 1988
Índice de Suporte Califórnia	
Método de Ensaio	NBR 9895:1987

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Após obter os resultados dos ensaios do solo em estudo, sem a presença do estabilizante Con-Aid®/CbrPlus®, ao mesmo foi adicionado o aditivo, conforme

especificação de seu fabricante, e realizado, novamente, todos os ensaios de caracterização.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA SEM A PRESENÇA DO ADITIVO CON-AID®/CBRPLUS®

Executou-se os ensaios de granulometria por peneiramento e os ensaios dos índices físicos, nas amostras referente ao material coletado, e obteve-se a caracterização das propriedades físicas do solo em estudo, sem a adição do aditivo estabilizante. A tabela 2 apresenta o resultado dos ensaios.

Tabela 2: Propriedades físicas do solo sem adição do aditivo químico.

Características	AM - F01	AM - F02	AM - F03	Média
LL (%)	71	80	76	76
LP (%)	53	56	55	55
IP	18	24	21	21
Passante peneira 200 (%)	87	98,4	90,8	92
IG	16	18	17	17
TRB	A7-5	A7-5	A7-5	A7-5

Fonte: Do autor, 2013.

Pela análise da tabela 2, constata-se que, o solo pertence ao grupo A7-5, que segundo Santos, 2012, p. 05, inclui solos finos, altamente plásticos, podendo sofrer grandes variações de volume quando em contato com a umidade.

Estudando sua granulometria, juntamente com seu alto valor de IP, pode-se analisar o material como predominantemente fino, passando em média na peneira número 200, mais de 90%.

As propriedades mecânicas, do solo em questão, obtida nos ensaios de 3 (três) amostras de cada furo, resultou uma média, para as densidades secas máximas do mesmo, assim como, uma umidade ótima, um I.S.C. e uma expansão. Tais

resultados, estão expressos na tabela 3, obtidos pela energia de compactação Proctor Normal e Intermediária.

Tabela 3: Propriedades mecânicas do solo sem a adição do aditivo químico, em relação à energia de compactação Proctor Normal (P.N.) e Proctor Intermediária (P.I.).

Características	AM - F01		AM - F02		AM - F03		Média	
	P.N.	P.I.	P.N.	P.I.	P.N.	P.I.	P.N.	P.I.
γ_s máx (g/cm ³)	1,303	1,373	1,261	1,354	1,353	1,376	1,305	1,368
h ótima (%)	34,96	34,83	39,36	34,46	34,73	33,66	36,35	34,32
I.S.C. (%)	8,9	13,17	8,9	15,7	11,9	12,2	9,9	13,7
Expansão (%)	1,39	0,28	0,29	0,35	0,52	0,50	0,73	0,37

Fonte: Do autor, 2013.

Pelos resultados da tabela 3, constata-se que o solo em estudo, pode ser utilizado como subleito de um pavimento, uma vez que, tanto na energia de compactação PN, quanto na PI, forneceu valores para o I.S.C. $\geq 2\%$, e uma expansão $\leq 2\%$.

Apesar da tabela 3, indicar que o solo já possui parâmetros físicos e mecânicos de boa qualidade, para uso como fundação de um pavimento, buscou-se melhorá-lo, com a adição do estabilizante Con-Aid®/CbrPlus®, que de acordo com seu fabricante, promete uma melhora de suas propriedades físicas e mecânicas, tornando-o utilizável como camada de sub-base, atendendo os valores de I.S.C. $\geq 20\%$, e uma expansão $\leq 1\%$, de acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT, p.146.

Conclui-se, ainda, analisando juntamente as tabelas 2 e 3 que, o solo amostrado, sugere um material, praticamente, homogêneo, com pouca variação dos seus parâmetros, entre os furos. Passou-se, então, a considerá-lo um material com comportamento homogêneo, em seu estado natural, apresentando os mesmos valores para os parâmetros físicos e mecânicos.

3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO E MECÂNICA COM ADIÇÃO DO ADITIVO QUÍMICO CON-AID®/CBRPLUS®

Pelo estudo dos parâmetros físicos e mecânicos do solo, objeto em estudo, em seu estado natural, pôde-se concluir que o mesmo se apresenta homogêneo. Com isso, adicionou-se o estabilizante, que por orientação do seu fabricante, deveria ser acrescido ao solo no teor de 4,0ml, diluído em 1 (um) litro de água, para cada 1 (um) kg de material seco. Porém, no estudo realizaram-se, também, ensaios com amostras no teor de 3,5ml, com a mesma metodologia.

Assim, pôde-se obter um comparativo, entre essas duas dosagens, e analisar qual a melhor para conseguir um resultado final mais satisfatório, levando-se em conta a melhora dos parâmetros físicos e mecânicos do solo, assim como, a economia no uso do produto.

Iniciou-se os estudos do solo pelos ensaios dos índices físicos, obtendo a caracterização de suas propriedades físicas, pela adição de 3,5 e 4,0% de aditivo, cujos resultados constam nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4: Propriedades físicas do solo com adição do aditivo químico Con-Aid®/CbrPlus® no teor de 3,5%.

Características	AM01	AM02	AM03	Média
LL (%)	71	68	70	70
LP (%)	52	51	54	52
IP	19	17	16	17

Fonte: Do autor, 2013.

Tabela 5: Propriedades físicas do solo com adição do aditivo químico Con-Aid®/CbrPlus® no teor de 4,0%.

Características	AM01	AM02	AM03	Média
LL (%)	56	56	57	56
LP (%)	44	44	45	45
IP	12	12	13	12

Fonte: Do autor, 2013.

Segundo Mariano, 2008, p. 83, “quanto maior o índice de plasticidade de um solo, mais susceptível às variações volumétricas o material estará sujeito devido a sua expansão, quando úmido, e de sua retração, quando seco.” Então teoricamente, a adição do aditivo químico Con-Aid®/CbrPlus® diminuiu o parâmetro de IP do solo e assim reduzindo o valor de sua expansão.

Para se analisar as propriedades mecânicas do solo em questão, e verificar a eficácia do produto, foram realizados os ensaios com 3 (três) amostras para cada teor de adição do aditivo químico, obtendo uma média dos resultados para as densidades secas máximas do mesmo, assim como para sua umidade ótima, I.S.C. e expansão. Tais resultados foram obtidos na energia de compactação PI, atendendo as especificações do fabricante do produto, quanto a sua aplicação em laboratório, cujos resultados finais estão representados nas tabelas 6 e 7.

Tabela 6: Propriedades mecânicas do solo com a adição do aditivo químico Con-Aid®/CbrPlus® no teor de 3,5%.

Características	AM01	AM02	AM03	Média
γ_s máx (g/cm ³)	1,386	1,387	1,386	1,386
h ótima (%)	33,90	33,50	33,90	33,63
I.S.C. (%)	12,9	22,2	13,9	16,3
expansão (%)	0,18	0,81	0,36	0,45

Fonte: Do autor, 2013.

Tabela 7: Propriedades mecânicas do solo com a adição do aditivo químico Con-Aid®/CbrPlus® no teor de 4,0%.

Características	AM01	AM02	AM03	Média
γ_s máx (g/cm ³)	1,408	1,424	1,407	1,413
h ótima (%)	33,80	32,70	33,20	33,23
I.S.C. (%)	18,0	10,4	20,5	16,3
expansão (%)	0,39	0,32	0,91	0,54

Fonte: Do autor, 2013.

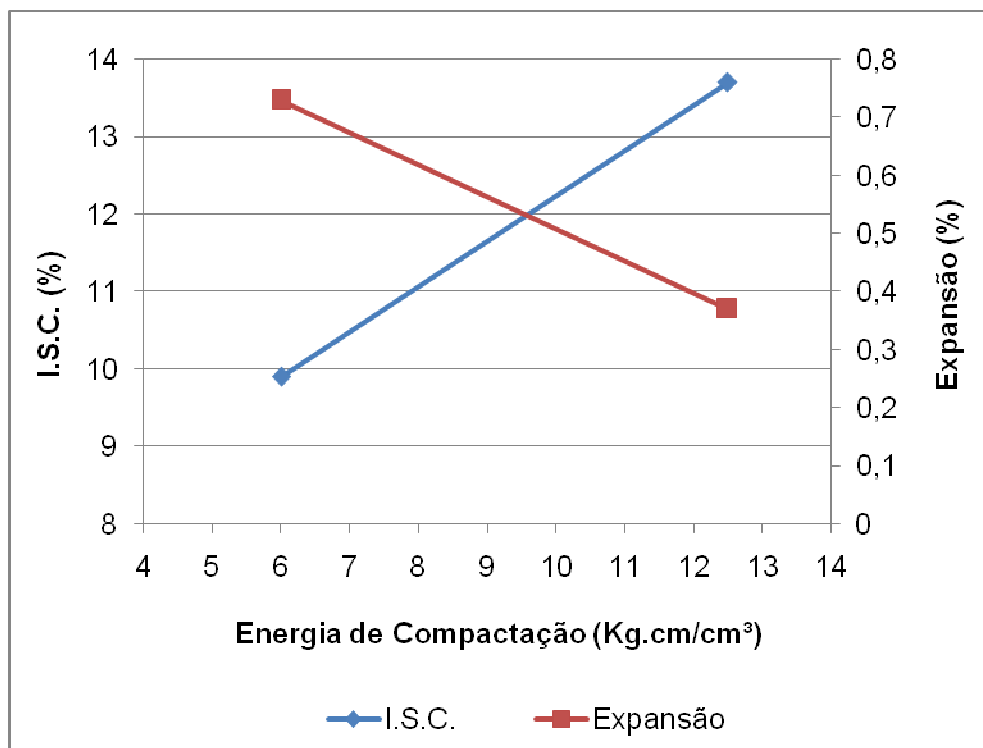
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos nesse trabalho, permitem realizar diversas comparações entre o solo em seu estado natural, e acrescido de diferentes teores do aditivo.

Os resultados muito próximos dos parâmetros físicos e mecânicos do solo, sem a presença do aditivo, demonstram que o mesmo trata-se de um material homogêneo.

O solo, sem a adição do estabilizante, teve considerável diferença entre seus parâmetros mecânicos, somente pela mudança das energias de compactação, conforme gráfico 1.

Gráfico 1: Comportamento do I.S.C. e da expansão em função da energia de compactação aplicada



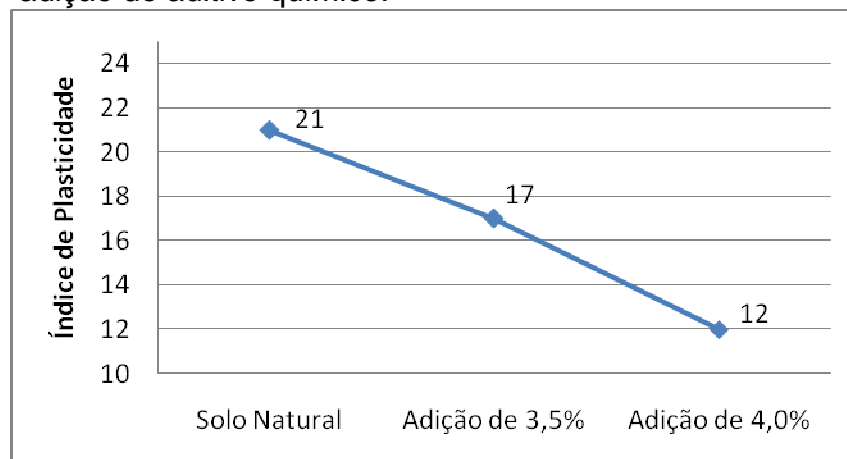
Fonte: Do autor, 2013.

Quando comparado as duas energia aplicadas, pode-se analisar que houve uma diminuição de 5,6% no resultado médio da umidade ótima, um aumento de 38% no I.S.C. e uma redução na expansão de 100%. A densidade seca máxima também obteve um aumento de 4,6%.

Como mostrado no gráfico 1, nesse caso, o solo seguiu uma característica já esperada, com o aumento da densidade seca e do seu I.S.C., bem como uma grande redução na expansão e ainda pôde-se notar uma queda na sua umidade ótima. Assim, o solo tornou-se mais resistente e menos expansivo, mas ainda não com o I.S.C. suficiente para ser aplicado como sub-base de um pavimento.

Após a adição do aditivo químico ao solo, o primeiro item que pôde ser analisado foi seu novo IP, mostrado no gráfico 2.

Gráfico 2: Comportamento do índice de plasticidade em função da adição do aditivo químico.



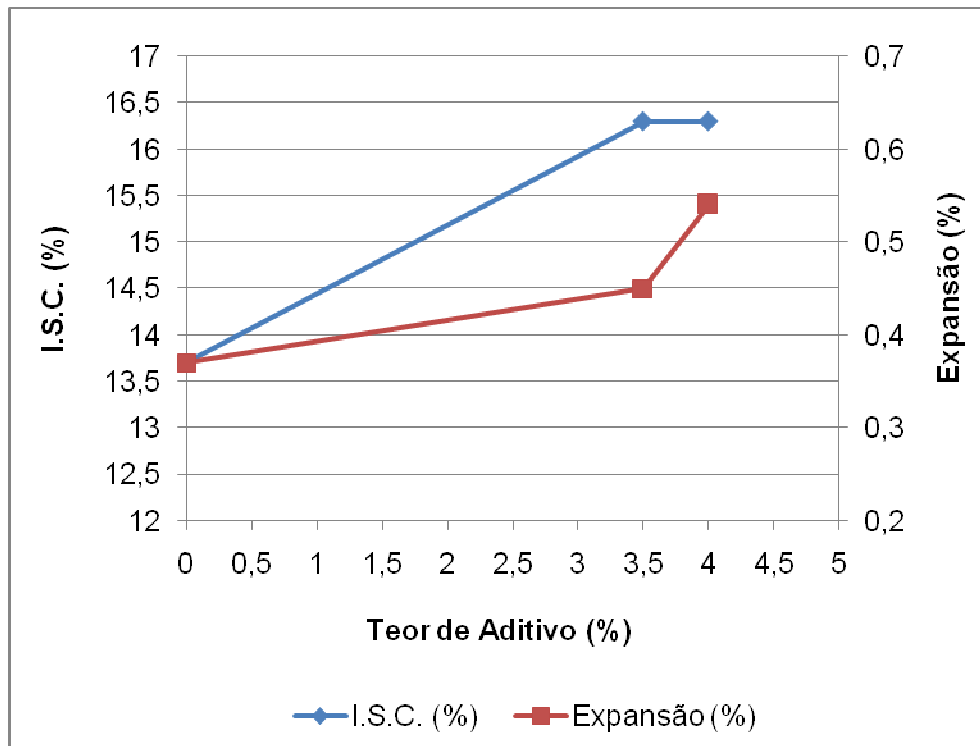
Fonte: Do autor, 2013.

Quando comparado os resultados das amostras em diferentes teores de aditivo, verifica-se a diminuição de 42,9% do seu IP, na amostra com 4,0%, em relação ao solo em seu estado natural; já na amostragem com 3,5% houve uma variação menor nesse aspecto, de 19%.

Essa redução dos valores de IP, indica que haverá uma queda na sua expansão, e conseqüentemente, um acréscimo no seu valor de I.S.C.. Porém, não foi o comportamento apresentado pelo solo em estudo, após a adição do estabilizante.

Os aspectos mecânicos do solo podem ser visualizados no gráfico 3.

Gráfico 3: Comportamento do I.S.C. e da expansão em função do teor de aditivo químico adicionado



Fonte: Do autor, 2013.

Quando aplicado o produto estabilizante no material amostrado, observa-se variações peculiares em seus parâmetros. A primeira delas é o alto desvio padrão apresentado nos valores de I.S.C. das amostras ($\pm 4,17$), mostrando uma tendência que representa uma média errônea dos seus resultados. A segunda se faz pelo fato do solo em estudo, mostrar resultados contrários ao comportamento típico do mesmo, quando se trata de I.S.C. e expansão. O ideal seria, quanto maior a redução dos valores de expansão, maiores seriam os valores de I.S.C. Porém, os resultados obtidos com adição do Con-Aid®/CbrPlus® se mostraram opostos a esse aspecto do solo, apresentando nas amostras de 3,5% um aumento de 17,8% no seus valores de expansão e de 16% no I.S.C., em relação ao solo em seu estado natural. Já com teores de 4,0% o aumento foi de 31,5% na expansão, em quanto que o I.S.C. permaneceu com o mesmo valor, 16%.

No solo, objeto de estudo, o aumento da expansão e os valores de I.S.C., não oferecem obstáculo para sua utilização como subleito de um pavimento, pelo fato do material se apresentar pouco expansivo, porém, o aditivo quando utilizado em solos

muito expansivos pode ser um problema. Porque, mesmo elevando o seu I.S.C., o solo pode se tornar inapto para o uso, por elevar sua expansão a parâmetros maiores que 2%.

Conclui-se, ainda, que o solo em estudo não apresentou diferenças no seu I.S.C., quando comparadas as amostras, com diferentes teores de aditivo. Sua expansão obteve um aumento de 16,7%, porém, como o material não apresentava valores representativos para esse parâmetro, este dado não foi relevante para o solo em questão.

Pôde-se analisar que a melhor opção de adição do produto ao solo é de 3,5%, pelo fato da sua economia, já que o teor de 4,0%, não apresentou diferenças no I.S.C., e elevou ainda mais a sua expansão.

Mesmo havendo uma melhora no I.S.C. o produto em questão não chegou a apresentar valores semelhantes ao prometido pelo fabricante. Na tabela 8 pode-se analisar os resultado obtidos.

Tabela 8: Comparativo dos parâmetros prometidos com o uso do aditivo, com os obtidos

Características	Amostra Natural	Fabricante	Amostra 3,5%	Amostra 4,0%
Ys máx (g/cm ³)	1,368	1,505	1,386	1,413
h ótima (%)	34,3	32,6	33,6	33,2
I.S.C. (%)	13,7	24,7	16,3	16,3
expansão (%)	0,37	0,31	0,45	0,54

Fonte: Do autor, 2013.

A tabela 8 demonstra os resultados mínimos, que o fornecedor do produto promete chegar com a adição do mesmo no solo em estudo: um aumento da densidade máxima em torno de 10 a 15%, umidade ótima com uma redução de 5 a 10%, I.S.C. com valores elevados na ordem de 80 a 100% e expansão menores que 15 a 50%. Nenhum dos parâmetros alcançou os valores preconizados pelo seu fabricante, obtendo ainda reações opostas, como na sua expansão, onde ocorreu um aumento em vez de uma redução.

5. CONCLUSÕES

Após a realização dos ensaios de caracterização do solo em seu estado natural, posteriormente, com a adição das dosagens de 3,5 e 4,0% do aditivo químico Con-Aid[®]/CBRPlus[®], o material estudado apresentou resultados físicos e mecânicos inesperados.

Primeiramente, observando somente o solo, sem a presença do estabilizante, pôde-se notar que as amostras estudadas apresentavam parâmetros físicos e mecânicos muito próximos, o que representa um solo praticamente homogêneo.

O material estudado já se apresentou apto a ser utilizado como fundação de um pavimento, porém foi dada continuidade ao estudo pelo fato do fabricante do aditivo prometer melhoras ainda maiores nos seus parâmetros físicos e mecânicos, o que tornaria o solo utilizável como sub-base. As amostras também apresentaram resultados significativos quando compactadas em energias distintas, houve uma grande diferença nos seus parâmetros mecânicos apenas com a mudança da mesma, entre a Proctor Normal e a Proctor Intermediária houve um aumento de 38% no I.S.C. e uma redução de 100% na expansão. Apesar de ocorrer uma melhora significativa, o objetivo não foi alcançado, que consistia em um I.S.C. e expansão compatíveis com um solo de sub-base.

Após a adição do aditivo nas duas dosagens, houve uma redução no IP da amostra, porém, não foram apresentados resultados significativos nos parâmetros mecânicos do solo, apresentando, inclusive, resultados atípicos ao mesmo, como, um aumento de I.S.C. juntamente com uma elevação na sua expansão, o que torna solos já expansivos problemáticos para seu uso em obras rodoviárias.

Com a presença do estabilizante, a amostra estudada apresentou pequenas melhoras nos seus parâmetros físicos e mecânicos, porém não conseguiu-se atingir os índices necessários para sua utilização como sub-base de um pavimento como prometido pelo fabricante. O solo não alcançou nenhum dos valores prometidos pelo mesmo, incluindo resultados contraditórios, como o aumento da sua expansão em vez de uma redução.

6. REFERÊNCIAS

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

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

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 7180:1984 Versão Corrigida: 1988: Solo – Determinação do limite de plasticidade.** Rio de Janeiro. ABNT: 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. – **NBR 9895: 1987: Índice de Suporte Califórnia.** Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. – **NBR 7182:1986: Solo – ensaio de Compactação.** Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. – **NBR 6457:1986: Preparação para ensaio de Compactação e ensaios de Caracterização.** Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

CAPUTO, H.P. **Mecânica dos Solos e suas aplicações.** Rio de Janeiro, 2000. v2.6ed. Livros técnicos e científicos.

CON-AID® BRASIL. Disponível em <http://www.conaidbrasil.com>. Acesso em: agosto 2013.

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

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

MARIANO, Evelise Golçalves. **Melhoria das Propriedades de Suporte de um Solo Estabilizado com Cal, Cimento e Con-Aid® Visando Aplicação em Obras de Pavimentação.** 2008. Monografia (Curso de Engenharia Civil) Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

NOGUEIRA, Cyro Batista. **Pavimentação, Ensaio fundamentais para a pavimentação, dimensionamento de pavimentos flexíveis.** 4ª edição. Editora Globo, 1980.

PINTO, Carlos de Souza. **Curso Básico de Mecânica dos Solos.** 3ª edição. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2006.

POTTER, Reinaldo Oscar; CARVALHO, Américo Pereira de; FLORES, Carlos Alberto; BOGNOLA, Itamar. **Embrapa Solos. Boletim Pesquisa e Desenvolvimento. Solos do Estado de Santa Catarina, nº 46.** 1ª edição. Rio de Janeiro: Editora Embrapa, 2004.

SANTOS, Adailton Antônio. **Classificação dos Solos – TRB (HRB) e IG.** Apostila Mecânica dos Solos I. Universidade do Extremo sul Catarinense. Criciúma, 2012.