



## **Análise para estabilização e melhoramento de solo com a utilização do aditivo Dynabase para uma estrada de terra localizada no município de Turvo/SC**

Mariane Sartor Batista (1), Pedro Arns (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1) m-arianebatista@hotmail.com, (2) par@unescc.net

**Resumo:** Existe uma grande variedade de tipos de solo no Brasil. Em algumas regiões o solo existente não satisfaz as exigências mínimas para sua utilização como material de construção para pavimentos de rodovias. Este trabalho apresenta o estudo da verificação sobre a utilização do estabilizante químico Dynabase com amostras de solo coletadas em uma estrada rural não pavimentada no município de Turvo/SC. Foram incorporados ao solo os percentuais de 2% 3% e 4% do aditivo. As amostras de solo natural e com as misturas foram submetidas aos ensaios de caracterização física (Peneiramento, Limites de Atterberg) e Caracterização Mecânica (Compactação, Índice de Suporte Califórnia – ISC e expansão). A classificação do solo com base no sistema TRB (*Transportation Research Board*) foi tipo A-4. O aditivo não alterou a classificação dos solos. Para determinar a resistência do solo foram realizados ensaios de ISC do solo natural e os resultados obtidos foram de 25,8% para a amostra 01, 25,8% para a amostra 02 e 20,5% para a amostra 03. Houve um aumento de resistência em todas as amostras com todos os percentuais utilizados, alcançando com 4% de aditivo um ISC de 112,6% para a amostra 01, 51,8% para a amostra 02 e 107,6% para a amostra 03. Além do aumento de resistência, houve uma redução na expansão das amostras, obtendo valores inferiores a 1% já com 2% do aditivo e inferiores a 0,5% com 4% do aditivo. O hidróxido de cálcio presente no aditivo, em contato com o solo, possui efeito aglutinante das partículas, resultando em um pavimento impermeável e com menor incidência de poeira trazendo melhorias aos moradores e podendo dispensar o uso do revestimento dessas estradas e diminuição de custos com manutenção contínua das mesmas.

**Palavras-chave:** estradas não pavimentadas; hidróxido de cálcio; misturas; resistência; solo.

**Analysis for stabilization and improvement of soil with use of additive Dynabase for a rural road located in the city of Turvo/SC**

**Abstract:** There is a large diversity of soils in Brazil. In some regions the existing soil don't satisfy the minimum requirement to be use as construction materials for road pavement. This

paper presents the study of verification on the use of chemical stabilizer Dynabase with samples of soil collected of a rural road no paved localized in Turvo/SC. The percentages of 2% 3% and 4% of the additive were submitted to physical characterization (screening, Atterberg limits) and mechanical characterization (compression, California Support Index – ISC, and expansion) tests. The soil classification based on the system of classification Transportation Research Board (TRB) are characterized as type A-4. The Additive did not change the soil classification. To determined the resistance of the soil was executed ISC assay with samples of natural soil and was acquired improvement of 25,8% on the results to the sample 01, 25,8% on the sample 02 and 20,5% on the sample 03. There was an increase of resistance in all samples with all percentages used, reaching with 4% of additive the sample 01 achieved a ISC of 112.6%, the sample 02 of 51.8% and sample 03 of 107.6%. Beyond the increased resistance, was a significant reduction of samples expansion, achieving values less than 1% with 2% of additive and less than 0,5% with 4% of additive. The calcium hydroxide present in the additive, in contact with the soil, has a binder effect of the particles, resulting on waterproof pavement and with lower incidence of dust which bring improve to the residents and can be able to dismiss the use of coating of this roads and lower continues maintenance costs.

**Key-words:** Unpaved roads; calcium hydroxide; mixtures; resistance; soil.

## Introdução

Os solos são considerados, segundo Azevedo *et al.* (1998, p. 01) “como materiais de construção e de sustentação das obras. Em rodovias, compõem as camadas estruturais de um pavimento. Para tanto, devem apresentar certas propriedades, para que sejam capazes de conferir estabilidade e resistência aos esforços que serão submetidos durante a vida útil da estrada”.

O pavimento do ponto de vista estrutural e funcional é caracterizado por Bernucci *et al* (2008, p. 09) “como uma estrutura de múltiplas camadas, de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, com o objetivo de suportar de forma técnica e econômica os esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança”.

Para Senço (2007) sub-base é a camada complementar a base, quando, por circunstâncias técnicas e econômicas, não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização ou reforço do subleito.

A importância da técnica de estabilização do solo se reside no fato da escassez de materiais com características satisfatórias para serem utilizados como base e sub-base de pavimentos rodoviários. Existem duas opções para materiais escassos: substituição ou estabilização. Sendo que, geralmente, a substituição do solo é a opção mais onerosa.

Para melhor economia e desenvolvimento da obra, o ideal, seria utilizar o solo já existente no local a ser realizado a obra. Contudo, o solo natural constitui simultaneamente um material complexo e variável devido a sua localização.

Para Behak (2007) a estabilização de solos locais resulta em pavimentos de bom desempenho e durabilidade. As técnicas de estabilização podem ser divididas em métodos mecânicos (compactação e correção granulométrica) e métodos físico-químicos com a utilização de aditivos.

Uma pesquisa realizada pela Confederação Nacional do Transporte no Brasil (CNT) em 2019, demonstra que, atualmente, a malha rodoviária no país tem a extensão total de aproximadamente 1.719.991 km, sendo apenas 12,4% pavimentadas, ou seja, 213.208 km e 1.349.474 km de rodovias não pavimentadas, englobando um total de 87,6%.

As estradas de terra ou estradas de chão, são, em grande parte a única forma de acesso da população aos serviços básicos fornecidos nas áreas urbanas, como saúde, educação e trabalho. A utilização dessas estradas é feita principalmente para o escoamento da produção agrícola, envolvida diretamente na economia e crescimento do município, estado ou país. Sendo assim, é de fundamental importância a manutenção e conservação dessas estradas, uma vez que são as condições destas que irão determinar a viabilidade do seu uso.

Segundo Nunes (2003), os municípios, em geral, dispõem de escassos recursos técnicos e financeiros a serem empregados nos serviços de manutenção e recuperação das estradas de terra. Aliado a isso se confia a noção errônea, de que a manutenção dessas estradas não requer especialização e fiscalização.

A nuvem de poeira provocada pelo movimento diário de veículos é uma grande desvantagem para os moradores da zona rural, que possuem suas residências às margens das estradas de terra.

Baseado no contexto acima descrito, o presente trabalho tem por finalidade, pelo processo de estabilização química com a utilização do produto Dynabase, aumentar a

capacidade de suporte das vias rurais não pavimentadas, reduzir a expansão e desta forma aumentar a resistência ao desgaste, portanto a vida útil da rodovia.

## Materiais e métodos

Os locais onde foram coletadas as amostras de solo pertencem a uma estrada rural não pavimentada em um bairro agrícola no município de Turvo/SC. Devido ao tempo úmido e chuvoso na região, o solo retirado estava com alta umidade e em grande quantidade de torrões.

As amostras foram coletadas em três pontos, em um trecho de 1.000m, distanciadas aproximadamente 300m entre uma e outra. A coleta foi realizada com o auxílio da retroescavadeira fornecida pela prefeitura municipal da cidade, armazenadas em sacos de aproximadamente 50kg cada e encaminhadas ao Laboratório de Mecânica dos Solos – LMS do Instituto de Engenharia e Tecnologia – IDT do Parque Científico e Tecnológico - IPARQUE da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC para dar início aos ensaios físicos e mecânicos.

Na Figura 1 está indicada a localização das amostras coletadas (Amostra 01: 28°55'54.82" S; 49°41'38.11" W – Amostra 02: 28°56'02.10"S; 49°41'46.70"W – Amostra 03: 28°56'09.06"S;49°41'54.38"W).



Figura 1: Local da Coleta. Fonte: Google Earth.

Para estabilização foi utilizado o estabilizante químico Dynabase. O produto foi cedido pelo fabricante da DYNABASE ESTABILIZANTE SÓLIDO, empresa localizada na cidade de Penápolis, em São Paulo, Avenida Bento Cruz, 142.

Inicialmente foram realizados os ensaios de análise granulométrica das amostras de solo natural para obter a classificação do solo de acordo com a TRB (*TRANSPORTATION RESEARCH BOARD*).

A fim de analisar a resistência em função da quantidade de estabilizante, com base nos resultados de trabalhos realizados e conforme orientação do fabricante, foram utilizadas as dosagens de 2% 3% e 4% do aditivo.

Depois foram realizados os ensaios para obtenção do limite de liquidez (LL) e do limite de plasticidade (LP) e com isso, a determinação do Índice de Plasticidade (IP) para as amostras de solo natural.

Posteriormente foi realizado os ensaios de compactação aplicando a energia do Proctor Intermediário (PI) para determinar a umidade ótima e densidade máxima seca das amostras de solo natural e das amostras de solo utilizando as três porcentagens de aditivo.

A resistência à compressão das amostras foi obtida através do ensaio de ISC, preparadas utilizando a umidade ótima de compactação e a densidade máxima seca do solo com suas porcentagens, onde os corpos de prova foram submetidos à cura submersa durante 96h. A expansão foi medida nos corpos de prova submersos.

Após a determinação das propriedades físicas e mecânicas, os corpos de prova foram rompidos e analisados. Na Tabela 1 abaixo constam as normas utilizadas para os ensaios.

Tabela 1. Ensaios realizados e suas respectivas normas.

Tipo de Ensaio	Norma Utilizada
Limite de Liquidez	ABNT NBR 6459. 2016 Versão Corrigida: 2017
Preparação das amostras	ABNT NBR 6457/2016 Versão Corrigida: 2016
Limite de Plasticidade	ABNT NBR 7180. 2016
Análise Granulométrica	ABNT NBR 7181. 2016 Versão Corrigida 2:2018
Compactação	ABNT NBR 7182. 2016
Índice de Suporte Califórnia	ABNT NBR 9895. 2016 Versão Corrigida: 2017

Na Figura 2 é apresentado o fluxograma da metodologia utilizada para a realização dos ensaios em laboratório.

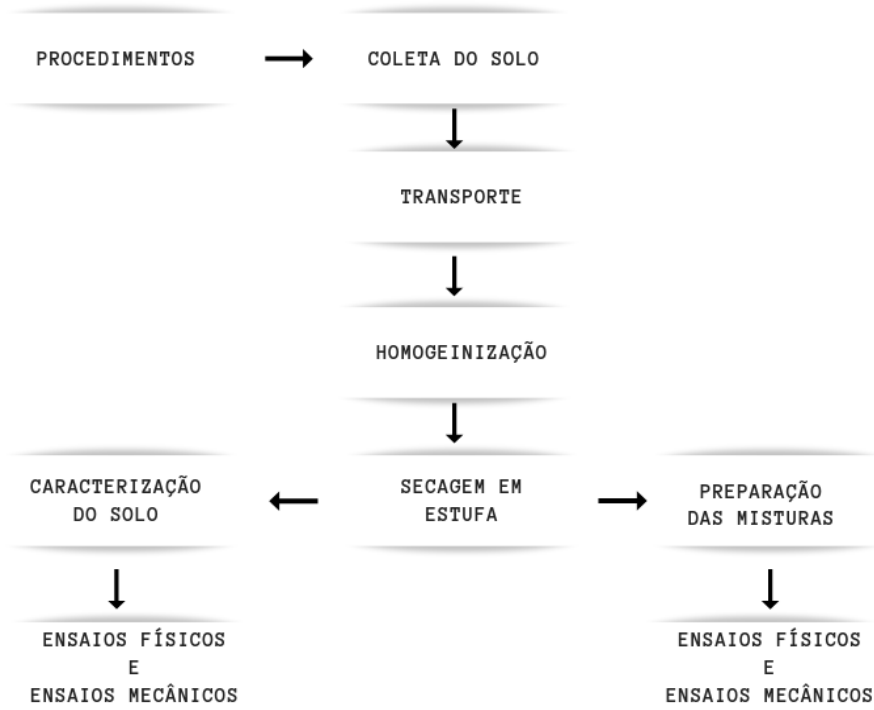


Figura 2. Fluxograma da metodologia utilizada.

Na Figura 3 temos o produto Dynabase utilizado para a realização dos ensaios em laboratório.



Figura 3: Estabilizante Dynabase.

O produto tem característica física sólida e coloração acinzentada, com composição química própria que permite ser depositado a céu aberto por longo período, sem que ocorra qualquer alteração na sua qualidade e sem qualquer agressão ao meio ambiente.

O Dynabase é composto originariamente por hidróxido de cálcio, o que faz com que tenha efeito aglutinante e estabilizante, que atua diretamente nas partículas do solo, aumentando a sua capacidade de suporte (ISC) e reduzindo a sua expansão. O efeito aglutinante torna as partículas mais impermeáveis para ser utilizadas como camada final de pavimento.

Antes de ser utilizado, é recomendado a realização de ensaios laboratoriais do solo a ser utilizado para determinar a quantidade correta necessária do produto, com a finalidade de obter melhores resultados.

A aplicação pode ser executada de forma mecânica ou manual, sendo de fundamental importância que a cobertura seja feita de forma homogênea, sendo, em seguida incorporado ao solo através de grade niveladora agrícola, pulverizadora, enxada rotativa ou moto niveladora. Após homogeneizado, o solo deve ser mantido na sua umidade ótima de compactação. Quanto mais homogêneo for a incorporação, melhor será o resultado obtido na aglutinação das partículas finas do solo. O acabamento final deve ser feito por uma motoniveladora, impedindo material solto na base.

A composição química do produto Dynabase referente aos ensaios realizados com uma amostra bruta do produto foram fornecidas pelo fabricante e estão dispostas na tabela 2.

Tabela 2: Composição Química Dynabase - Amostra Bruta. (Fonte: Dynabase, 2015)

Parâmetros	Unidades	L.M.	L.Q.	L.D.	Resultados
Bário	mg Ba/Kg	-	2,1	0,7	13
Cobalto	mg Co/Kg	-	027	0,08	1,08
Cálcio	mg Ca/Kg	-	8,3	2,6	464000
Cobre	mg Cu/Kg	-	1,1	0,4	1,0
Cromo	mg Cr/Kg	-	1,71	0,5	0,6
Níquel	mg Ni/Kg	-	1,0	0,3	7,8
Vanádio	mg V/Kg	-	0,5	0,1	18,8
Zinco	mg Zn/Kg	-	1,0	0,3	3,5
Umidade	%	-	0,3	0,1	33
Óleos/Graxas	%	-	0,3	0,1	0,7
Cianeto	mg CN/Kg	250	5,1	1,7	5,6
Fluoreto	mg F/Kg	-	120	40,0	1014
PH	-	<2,0 e 12,5	-	-	12,26
Cor	UH	-	6	2,0000	Cinza
Odor	-	-	-	-	Ausente

A lixiviação consiste em um processo de extração de uma ou mais substâncias de sólido através da sua dissolução em um líquido. Na Tabela 3 constam os dados relativos ao ensaio de Lixiviação fornecido pela Dynabase.

Tabela 3: Ensaio de Lixiviação. (Fonte: Dynabase, 2015)

Parâmetros	Unidades	L.M	L.Q.	L.D.	Resultados
Bário	mg Ba/L	70	0,006	0,002	0,666
Fluoretos	mg F/L	150	0,3	0,1	<0,5

A solubilização consiste na quantidade máxima, em grama, de soluto que se dissolve em uma quantidade fixa de solvente a uma dada temperatura. Na Tabela 4 constam os dados relativos ao ensaio de Solubilização fornecido pela Dynabase.

Tabela 4: Ensaio de Solubilização. (Fonte: Dynabase, 2015)

Parâmetros	Unidades	L.M.	L.Q.	L.D.	Resultados
Bário	mg Ba/L	0,7	0,0008	0,0002	1,36
Chumbo	mg Pb/L	0,01	0,0014	0,0004	0,0012
Cobre	mg Cu/L	2	0,0015	0,0005	0,0122
Ferro	mg Fe/L	0,3	0,017	0,006	0,0562
Sódio	mg Na/L	200	0,06	0,02	1,92
Zinco	mg Zn/L	5	0,0065	0,002	0,0161
Cianeto	mg CN/L	0,07	0,0046	0,02	0,047
Fluoretos	mg F/L	1,5	0,3	0,1	3,9
Sulfato	mg SO <sub>4</sub> /L	250	6	2	<10
Cloretos	mg Cl/L	250	1,8	0,6	45
Fenóis Tot.	mg C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH/	0,01	0,003	0,001	<0,002
Sulfactantes	mg LAS/L	0,5	0,21	0,07	0,94

## Resultados e Discussões

A classificação das três amostras de solo em seu estado natural foi caracterizada sendo do tipo A-4. Com a amostra 01 obtivemos 45,2% dos grãos passantes na peneira N° 200 (ou malha 0,074mm), a amostra 02 43,2% e a amostra 03 72,8%.

As amostras de solo com os percentuais de aditivo apresentaram grande dificuldade de serem moldados, impossibilitando a realização dos ensaios de LL e LP.





Na tabela 5 estão representados os resultados obtidos para as amostras de solo natural e para as misturas.

Tabela 5. Caracterização das amostras de solo natural e com aditivo.

Amostra	% Passante Peneira N 200	Dynabase (%)	LL (%)	LP (%)	IP	IG	TRB
1	45,2	0	27	23	4	3	A-4
2	43,2	0	24	18	6	2	A-4
3	72,8	0	31	23	8	8	A-4
1	-	2	NL	NP	0	3	A-4
2	-	2	NL	NP	0	2	A-4
3	-	2	NL	NP	0	8	A-4
1	-	3	NL	NP	0	3	A-4
2	-	3	NL	NP	0	2	A-4
3	-	3	NL	NP	0	8	A-4
1	-	4	NL	NP	0	3	A-4
2	-	4	NL	NP	0	2	A-4
3	-	4	NL	NP	0	8	A-4

A adição do estabilizante não alterou a classificação TRB das amostras de solo, permanecendo todas do tipo A-4, sendo um solo composto basicamente por silte não plástico ou de pouca plasticidade.

Os ensaios de compactação aplicando a energia do PI para determinar a umidade ótima e densidade máxima seca obtiveram os resultados apresentados na tabela 6 para as amostras de solo natural e solos com os diferentes percentuais de aditivo.

Tabela 6. Densidade Máxima Seca e Umidade ótima do solo natural.

Amostra	Dynabase (%)	Densidade Seca Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	Umidade Ótima (%)
Amostra 01	0%	1,648	18,5
Amostra 01	2%	1,688	19,5
Amostra 01	3%	1,688	19,5
Amostra 01	4%	1,688	19,5
Amostra 02	0%	1,767	12,5
Amostra 02	2%	1,743	14,2
Amostra 02	3%	1,650	19,2
Amostra 02	4%	1,650	19,2
Amostra 03	0%	1,585	19,5
Amostra 03	2%	1,590	20,5
Amostra 03	3%	1,598	18,4
Amostra 03	4%	1,604	18,4

Os resultados de Densidade Máxima Seca e Umidade Ótima obtidos para as amostras de solo com aditivo quando em análise com as amostras de solo natural não apresentaram em uma diferença significativa nos valores.

Utilizando a densidade seca e umidade ótima obtidas nos ensaios de compactação, foram moldados os corpos de prova para a realização do ensaio de ISC para as três amostras de solo natural e utilizando as três porcentagens de aditivo 2% 3% e 4% adotadas. Na Figura 4 constam os valores obtidos.

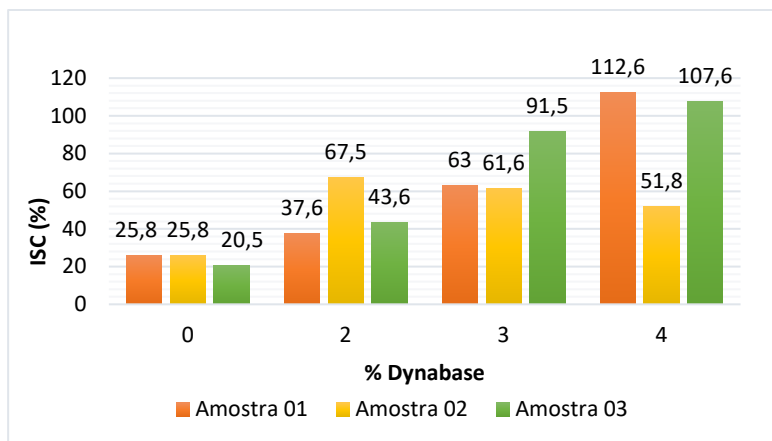


Figura 4: ISC (%) x %Dynabase.

Nota-se que, de acordo com as especificações do manual de pavimentação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT (2006) e analisando apenas o ISC, as amostras de solo em seu estado natural estão adequadas para ser utilizado como material de construção apenas para sub-base.

Com 2% do aditivo, a amostra 01 pode ser utilizada como material de sub-base pois obteve um ISC superior a 20%, já a amostra 03 poderia ser utilizada como sub-base e mesmo como base para vias de baixo tráfego pois atingiu um ISC superior a 40%. A amostra 02 apresentou características de suporte para camada de base para tráfego médio atingindo um ISC superior a 60%.

A adição de 3%, elevou a categoria do solo, para próprio de uso como base para tráfego médio para as amostras 01 e 02 e para tráfego pesado a amostra 03.

Com 4% adicionado aos solos, as amostras 01 e 03 apresentaram ISC acima de 100%, próprio para uso de material de base.

Analisando o resultado das amostras, conforme adicionada uma maior quantidade de estabilizante químico, a resistência das amostras 01 e 03 aumentam de forma considerável, todavia o comportamento do solo para a amostra 02 se mostrou diferenciado em relação as outras, visto que, apresentou uma elevada resistência já com 2% do aditivo e conforme aumentava a quantidade de estabilizante adicionado essa resistência diminuía. Este comportamento pode ser explicado pelo próprio comportamento da amostra coletada que nos ensaios de caracterização física se mostrou o mais granular.

Na Figura 5 constam os valores obtidos referente a expansão obtida para cada amostra com determinadas porcentagens utilizadas.

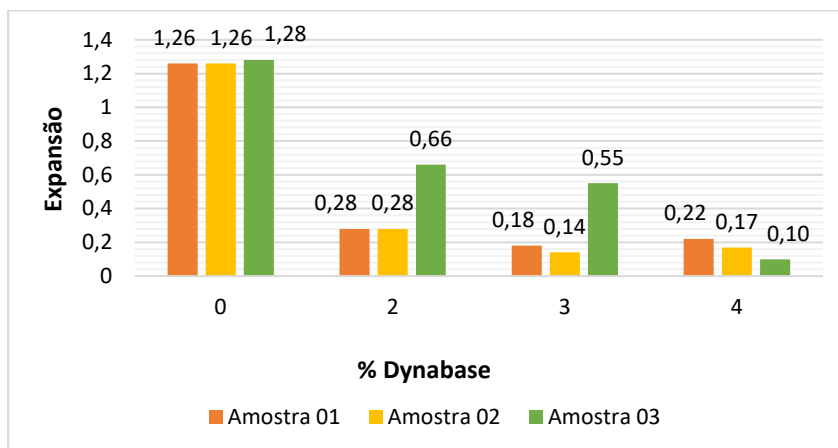


Figura 5: Expansão x %Dynabase.

Analisando o comportamento das amostras dos solos aditivados nos diferentes percentuais e com base na expansão, as amostras 01 e 02 com 2% de Dynabase poderiam ser utilizadas como material de base, visto que apresentaram uma expansão inferior a 0,5%. Com 3% apenas as amostras 01 e 02 e com 4% as três amostras.

## Conclusão

A partir dos resultados obtidos, obtivemos as seguintes conclusões:

- ✓ As amostras coletadas em seu estado natural obtiveram um ISC superior a 20%, que poderiam ser utilizados como sub-base de pavimento, porém as expansões foram superiores a 1%, devendo este material, do ponto de vista geotécnico, ser substituído ou ser utilizado como subleito;
- ✓ Com 4% de Dynabase as amostras 01 e 03 elevaram o ISC, atingindo uma resistência superior a 100% e expansões inferiores a 0,5% sendo caracterizado como material de base para tráfego pesado;
- ✓ A amostra 02 apresentou um comportamento diferenciado em relação as outras amostras, pois apresentou um decréscimo no ISC conforme aumentavam a porcentagem de aditivo utilizada;
- ✓ O comportamento da amostra 02 pode ser explicado pelo próprio comportamento do solo por apresentar características mais granulares;
- ✓ Com 3% do aditivo as amostras 01 e 02 poderiam ser utilizadas como material de base para tráfego médio por apresentaram um ISC superior a 60% e expansões inferiores a 0,5%.
- ✓ Com a estabilização e melhoramento do solo local, não seria mais necessário a substituição do material da estrada, acarretando em economias dos custos para o município, com remoção e transporte para bota-fora e/ou com a importação de solos.

Como sugestões para trabalhos futuros, para complementar este estudo:

- ✓ Verificar o comportamento das misturas variando o percentual de aditivo aplicado;
- ✓ Analisar a viabilidade econômica da mistura proposta;
- ✓ Realizar os ensaios para outras energias de compactação;
- ✓ Tempo de cura de 7 dias para obtenção do ISC e expansão.

### Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**: Solo - Determinação do Limite de Liquidez. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**: Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: Análise Granulométrica. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7182**: Solo – Ensaio de Compactação. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9895**: Solo - Índice de Suporte Califórnia – método de Ensaio. Rio de Janeiro, 2016.

AZEVEDO, A. L. C., OLIVEIRA, A. JR., PEDROSA, R. A. e RAMALHO, R. W., **Estabilização de solos com adição de cal**. Belo Horizonte, 1998. Dissertação de pós-graduação. IPC/PUC. 78p.

BEHAK, L. **Estabilização de um solo sedimentar arenoso do Uruguai com cinza de casca de arroz e cal**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

BERNUCCI, Liedi Bariani, et al, **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. 1ª Ed. - Rio de Janeiro: Petrobrás ABEDA, 2008.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Boletim Estatístico 2019. **Estatísticas do setor de transporte**. Brasília, 2019.

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

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 108/2019 ES: **Terraplenagem - Aterros - Especificação de Serviços**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR, 2009. 13 p. Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos/es/dnit108\\_2009\\_es.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos/es/dnit108_2009_es.pdf)>. Acesso em: 25 maio 2019.

JÚNIOR, C. M. A. **Estudo da influência da utilização de estabilizante a base de hidróxido de cálcio aditivado em amostras de solos para fins de pavimentação**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Acre. Rio Branco – Acre, 2016.

NUNES, T. V. L., **Método de Previsão de defeitos em estradas vicinais de terra com base no uso das redes neurais artificiais: Trecho de Aquiraz – CE**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 2003.

SENÇO, W. de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. São Paulo: Pini. v. 1, 2ª edição, 2007.



UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL



Artigo submetido como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil

---

GOMIDE, L. M. A. **Estabilização do solo para base de pavimentos utilizando mistura de solo, aditivo químico e resíduo da construção e demolição (RCD)**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil, Universidade do Triângulo Mineiro. Uberaba, 2015.