

Avaliação da resistência mecânica de diferentes traços de solo-cimento estabilizados com areia

Lucas Campos Tirloni¹

¹Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Mato Grosso/UFMT, 19, CEP 78060-900, Cuiabá, MT

Resumo:

O solo-cimento é uma mistura a base de solo, cimento Portland e água, que compactados, se transforma em um material rígido, que aumenta a resistência do solo à compressão e conseqüentemente flexão. Atualmente, existem diferentes métodos de dosagens do solo cimento, sendo necessário analisar o mais adequado a ser utilizado, o método físico-químico é o mais comum, por ser mais rápido de determinar. Este trabalho teve o intuito de avaliar os tipos de dosagens utilizadas para misturas de solo-cimento, observando aspectos referentes as resistências obtidas nos diferentes pontos pesquisados, e a quantidade de cimento que necessitará para estabilização dos solos. Para atingir esses objetivos foram consultados diferentes trabalhos e artigos, e feito uma análise das dosagens mais comum, e o resultado obtido.

Palavras-chave: Solo-cimento. Traço. Resistência mecânica. Dosagem. Durabilidade..

1. Introdução

O solo é a principal matéria prima utilizada na construção de um pavimento, ela será a base que receberá a carga dinâmica oferecida pelo trânsito de veículos no revestimento, para isso, este solo deverá apresentar uma resistência aceitável, que ofereça segurança e estabilidade, porém muitos solos *in natura*, não apresentam uma resistência mínima considerável, e para garantir que os parâmetros aceitáveis sejam atingidos muitas vezes é necessário fazer uso de aditivos estabilizadores granulométricos., o mais comum é o melhoramento com solo-cimento.

O mais comum é o melhoramento por solo-cimento. Essa técnica consiste em uma mistura compactada, obtida através da adição de cimento Portland e água ao solo, com o objetivo de satisfazer certas exigências de densidade, durabilidade e resistência, obtendo finalmente um material duro, cimentado, e de acentuada rigidez à flexão. (DNIT 2006)

A vantagem da utilização desse elemento é que uma solução prática e simples, e com baixo custo, comparado com outros tipos de reforços estruturais, utilizando materiais da própria obra para produção, além de dispensar custo de transportes de materiais em jazidas muito distantes.

A desvantagem é que como o solo, diferente

do cimento, é uma mistura que varia de localização, assim, cada solo de cada região apresentará uma característica diferente.

Portanto, com essa variável na mistura, os traços sempre variam, pois cada solo possui propriedades muito individuais, por exemplo, misturas em solos mais arenosos necessitam de maiores dosagens de cimento, pois são solos com baixas resistências, porém em solos argilosos é necessário fazer correções utilizando outros solos ou resíduos.

A Sociedade Brasileira de Cimento Portland propõe a utilização de quantidades de cimento específicas para cada tipo de solo, além disso, normatiza os ensaios para a determinação da dosagem de cimento, que pode ser através do método tradicional, que consiste em basear a dosagem no resultado da resistência a compressão ou pela utilização do método físico-químico, em que, através dos índices de cada solo, se estipula diferentes pontos de traços, aquele em que a proporção de cimento for menor, é a ideal para a aplicação em campo.

Por esse motivo, objetivou-se avaliar neste trabalho, as diferentes dosagens existentes no melhoramento por solo-cimento, comparando com os padrões de traços utilizados na mistura com cimento, água e outros materiais.

2. Materiais e Métodos

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema nas revistas acadêmicas científicas disponíveis on-line e impressas, reunindo e comparando os diferentes dados encontrados nas fontes de consulta e listando os principais traços utilizados para diferentes tipos de solos que serão incrementados com cimento.

Para tal fim, foram observados os parâmetros de resistência especificados no manual de pavimentos rígidos do DNIT, e normas específicas da ABNT.

Definida a base, foi feito uma análise de pesquisas científicas relacionadas a diferentes tipos de solos e aplicações. A partir disso, foi elaborado uma comparação para os traços definidos em cada tipo de solo.

3. Resultados e Discussão

Segundo o manual de pavimentos rígidos do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura em Transportes) uma sub-base estabilizada com cimento deverá ter uma dosagem que conte com um consumo mínimo de cimento igual a 5% em massa, com o solo dentro dos parâmetros de resistência à compressão simples aos 7 dias, entre 1,4 e 2,1 Mpa.

Além disso, é importante salientar que segundo a NBR 12253 (solo-cimento – Dosagem para emprego como camada do pavimento), as dosagens levam em consideração os tipos de solos, conforme tabela abaixo, solos A 1-a devem ter teor de cimento de 5%, e solos A 4, que são solos com baixa resistência, devem ter teores de 10%, porém, é importante constatar que pode haver variação nesses valores, já que é estipulado um valor mínimo de dosagem de 5%, porém se o solo possuir resistência média à compressão igual ou superior a 2,1Mpa aos 7 dias, poderá ser admitido um valor de cimento abaixo deste.

TABELA 1 : Teor de cimento sugerido para o ensaio de compactação do solo-cimento

Classificação do solo segundo a ASTM 3282	Teor de cimento sugerido, em massa (%)
A 1-a	5
A 1-b	6
A 2	7
A 3	9
A 4	10

FONTE: NBR 12253.

Com base nisso Kolling (2012) definiu diferentes traços para um solo argiloso, dada as

características de retração do solo, este não atendia as normativas para uso com cimento, pois apresentava uma retração muito alta, assim, foi necessário a estabilização com areia, utilizando 60%, 70% e 80% de areia.

Logo depois, foram definidos os traços, adotando 6 pontos de dosagens, 1:10, 1:11, 1:12, 1:13, 1:14 e 1:15 (pares de solo mais areia, por parte de cimento), , através do ensaio de compactação do solo-cimento foi possível estabelecer uma umidade ótima e uma Massa específica aparente seca para cada ponto analisado.

Após isso, foi analisado as resistências obtidas em cada ponto analisado, obtendo diferentes valores para cada dosagem, conforme demonstrado na tabela a seguir.

Tabela 2: Resistência mecânica a compressão simples em diferentes períodos de cura.

Tratamento	Resistência Média (Mpa)	
	7 dias	28 dias
01:10	2,91	4,93
01:11	2,32	4,03
01:12	2,22	5,56
01:13	2,44	4,18
01:14	2,61	4,4
01:15	2,52	4,08

FONTE: KOLLING 2012.

Foi possível perceber que as misturas sempre apresentaram resistência a compressão simples superiores a 2 Mpa. De 7 para 28 dias os corpos de provas apresentaram ganhos percentuais de resistência acima de 60%. Portanto os traços utilizados se mostraram eficazes, salientando que o solo é do tipo argiloso, ou seja, não adequado para o emprego do método, mas recebeu estabilização com areia, o que possibilitou a sua utilização.

Cruz (2010) definiram traços diferentes, porém para solos do tipo Areia Argilosa (A-2-6), tendo sido usadas porcentagens de 6 e 10% de cimento para cada massa de solo seco.

Foi possível perceber que as amostras com

dosagens de 6% apresentaram valores de resistência a compressão superiores a 70%, enquanto que as amostras com 10% de cimento os valores foram superiores em cerca de 23% em relação a amostras com 6%.

Ou seja, todos os traços utilizados foram adequados, pois apresentou resistência dentro dos conformes estipulados pela NBR 12253, e pelo Manual de Pavimentação do DNIT.

Outro estudo interessante foi de BASSO et al (2003), ele analisou solos regionais do Estado do Paraná - BR, variando pequenos valores de cimento na composição da mistura.

Foram examinados dois tipos de solos diferentes, um proveniente de perfis do Arenito Caiuá (Grupo mineralógico existente próximo as cidades de Paraíso do Norte e Cidade Gaúcha) e em solos oriundos de rochas de basalto da região de Maringá e Sarandi.

Através da devida classificação pedológica ao qual os solos foram classificados como Argila muito siltosa Arenos e Argila siltosa arenosa respectivamente, foi adicionado às amostras valores crescentes de cimento, até elas atingirem a resistência mínima aceitável (método físico-químico), variando os teores entre 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% e 12%).

Através dos ensaios de caracterização e compactação, foi possível perceber que, para as amostras provenientes do Arenito Caiuá, haverá a necessidade de acrescentar 4 a 6% de quantidade de cimento para a estabilização, já para os solos provenientes de perfis típicos do basalto, os teores irão variar de 8 a 10%.

4. Conclusões

A partir dos solos analisados, foi possível perceber que os traços da dosagem variam muito de acordo com os tipos de solo, mesmo os manuais estipulando um valor a ser seguido, esses valores podem variar de acordo com as características de cada solo.

Solos Argilo-Arenosos necessitam de porcentagens maiores de cimento, como demonstrado no estudo de Basso *et al* (2003), porém deve ser feito uma análise do solo anteriormente, e caracterizá-lo de acordo com o

previsto pela Associação Brasileira de Cimento Portland, que estipula dosagens específicas para cada tipo de solo.

Agradecimentos

O autor agradece a professora Renata Conciani Nunes por permitir a elaboração desse artigo em tempo curto, sempre acreditando no potencial de seus alunos.

1. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP (1986). Dosagem das misturas de solocimento; normas de dosagem. 3. ed. rev. atual. São Paulo, 51p. (Estudo técnico, 35).

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentação:** DNIT. Rio de Janeiro, 3ª ed, 2006, pg 97.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentos rígidos:** DNIT. Rio de Janeiro, 3ª ed, 2006, pg 75.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12253 – Solo cimento – Dosagem para emprego como camada de pavimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.4p.

BASSO, R. V., FERRAZ, R. L., BELINCANTA, A., RAMOS, F. S., **Aplicação do método físico-químico de dosagem de misturas solo-cimento aos solos típicos do noroeste do Paraná.** Paraná: ENTECA, 2003.

KOLLING, E. M., TROGELLO, E., A. J. MODOLO., **Avaliação da resistência mecânica de diferentes traços de solo-cimento estabilizados com areia.** Paraná, Revista Eletrônica de Materiais e Processo - REMAP, 2012.

CRUZ, Lurdes, S. C., **Novas tecnologias da aplicação de solo-cimento.** 2004, 240f. Tese de Mestrado – Universidade do Minho, Minho – Portugal. 2020.