



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE COMPÓSITOS SOLO-RESINA

Camila Padilha (1); Carolina Vassoler Garcia (1); Fabiane Medeiros de Melo (1); Ricardo Melo Araujo (2); Rubens Brazetti (3)

(1) Tecnólogo em Construção Civil – Concreto – UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil – e-mail: kmilap2004@pop.com.br / carolinavassoler@hotmail.com / fabianemorrison@pop.com.br

(2) Departamento da Construção Civil – UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil – e-mail: meloaraujo@pop.com.br

(3) Departamento da Construção Civil – UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil – e-mail: brazetti@cefetpr.br

RESUMO

Proposta: A Ciência da Estabilização de Solos há muito vem tentando vencer os desafios de tornar os solos aptos a resistirem a esforços mecânicos. Para a concepção dos compósitos adotaram-se amostras de solos considerados problemáticos e de ampla incidência na Região Metropolitana de Curitiba e amostras de resinas de baixo custo e atóxicas existentes no mercado. **Método de Pesquisa:** Moldagem de mini corpos-de-prova dos compósitos com valores percentuais na adição das resinas em relação à massa de solo. Na caracterização das propriedades tecnológicas do compósito solo-resina selecionaram-se ensaios físicos, mecânicos e hidráulicos a saber; massa específica aparente e porosidade, resistência à compressão axial e diametral, absorção de água, retração e a expansão. Os resultados basearam-se na comparação dos parâmetros tecnológicos obtidos com as misturas solo-resina, em relação aos obtidos com os solos misturados com teores pré-definidos de cimento. **Resultados:** Concluiu-se por uma relativa vantagem do compósito solo-resina como material economicamente viável e de fácil concepção/produção, indicando sua promissora aptidão como material de baixo-custo envolvendo matéria-prima barata – solos com propriedades de engenharia e tecnologia deficientes, freqüentemente rejeitados na construção civil. **Originalidade:** Utilização de resinas sintéticas para estabilização de solos.

Palavras-chaves: resina; solo; solo-resina.

ABSTRACT

Propose: The Science of Soil Stabilisation that has long been trying to overcome the challenges of making the soil apt to resist the mechanical efforts. For the conception of the composite, samples of soils considered problematic and of wide incidence in the Metropolitan Region of Curitiba were adopted and samples of several resin of low cost and non-toxic existing in the market. **Methods:** Mini "corpos-de-prova" ("bodies-of-test") of composite was moulded adopting percentage values in the addition of the resin in relation to the mass of the soil. In the characterisation of the technological properties of the soil-resin composite we selected physical, mechanical and hydraulic analysis such as apparent specific mass and porosity; resistance to axial and diametrical compression; absorption of water; retraction and expansion. The results were based in the comparison of the technological parameters obtained with the soil-resin mixtures, in relation to the ones obtained with the soils mixed with pre-defined content of cement. **Findings:** In conclusion there is a relative advantage of the soil-resin composite as economically viable material of easy conception/production indicating its promising aptitude as low-cost material involving cheap raw material - soils with Engineering and Technology deficient properties often rejected in the civil construction. **Originality:** Synthetic resin use for soil stabilization.

Keywords: resin; soil; soil-resin.

1 INTRODUÇÃO

Os métodos de construção utilizando solo foram intensamente utilizados até 1824, quando surgiu um novo material, o cimento Portland. A partir de meados do século XIX, o solo começou a ser visto como material de segunda categoria e passou a ser utilizado, quase que exclusivamente, nas áreas rurais (CASANOVA 2004).

O acima exposto enfatiza a importância de se rever com mais detalhes as técnicas de estabilização de solos, que de uma maneira geral podem ser agrupadas em químicas, físicas e mecânicas; estas visam manter e melhorar as propriedades de engenharia do solo, mesmo com a umidade em seu ambiente, modificando as interações entre suas partículas e as moléculas de água de maneira que seu comportamento, principalmente mecânico, não seja mais afetado (BRAZETTI, 1998).

Entre as 03 técnicas, optou-se no presente trabalho pela química, através da adição de resinas sintéticas aos solos. Isto porque atualmente as resinas existem abundantemente no mercado devido ao avanço tecnológico nessa área, exibindo variedades em termos de tipos e preços. Nessa opção outro fator influente foi à ausência de estudos e pesquisas relacionados ao compósito solo-resina.

Considerando a previsível futura escassez de jazidas rochosas para obtenção de agregados graúdos/miúdos nas regiões metropolitanas dos grandes centros urbanos e, o alto custo da fabricação do cimento Portland, bem como o impacto ambiental que tanto a extração quanto à produção destas matérias-primas ocasionam ao meio ambiente, optou-se pela proposta tecnológica da adição de uma resina adequada a massas de certos solos rejeitados na construção civil. Isto porque, pelo menos aqui na região metropolitana de Curitiba, são de ampla ocorrência e fáceis de se obter (PINHEIRO e VALVERDE, 2004).

De acordo com BRAZETTI (1998), o compósito solo-resina pode, pelo menos para certas finalidades (blocos, telhas, tijolos, etc.), se tornar um material alternativo ao cerâmico, o qual necessita de muita energia (combustível) para a sua fabricação, além de jazidas para a extração de sua matéria-prima – argilas especiais, recaindo novamente na questão ambiental e no relativo alto custo final desse processo.

1.1 Materiais considerados no estudo

O presente trabalho baseia-se no estudo da influência de dois tipos de resina (Acrílica Estirenada e Poliéster) nas propriedades de engenharia de três tipos de solos (solo litólico, solo orgânico álico e latossolo vermelho-amarelo álico). As resinas foram escolhidas após uma pré-seleção envolvendo disponibilidade, misturabilidade, polimerização, custo e toxicidade. Os solos eleitos levaram em conta sua disponibilidade e baixa qualidade. Utilizou-se também cimento Portland CP-II-Z.

Pré-ensaios baseados na misturabilidade entre os materiais e polimerização das resinas definiram a compatibilidade da resina de poliéster com os solos latossolo vermelho-amarelo álico e litólico distrófico. Já a resina acrílica estirenada foi utilizada apenas com o solo orgânico álico.

Desta forma definiu-se os compósitos solo-resina principais do estudo, os quais tiveram seus desempenhos avaliados comparativamente ao solo puro e ao solo-cimento.

Temos, portanto os 03 tipos de solos submetidos a 02 tipos de tratamento cada, gerando 06 tipos de materiais a estudar: os 03 solos tratados com resina (principais) e os 03 solos tratados com cimento CP-II-Z.

A TABELA 1, a seguir, sintetiza o exposto:

TABELA 1 – Materiais considerados no estudo e suas abreviaturas.

	DENOMINAÇÃO	COMPOSIÇÃO	ABREVIATURA
MAT.	Solo Puro	Solo Amarelo (solo litólico)	SPA
		Solo Preto (solo orgânico álico)	SPP
		Solo Vermelho (latossolo vermelho-amarelo álico)	SPV
COMPÓSITOS	Solo-Cimento	Solo Amarelo + Cimento CP II Z	SAC
		Solo Preto + Cimento CP II Z	SPC
		Solo Vermelho + Cimento CP II Z	SVC
	Solo-Resina	Solo Amarelo + Resina Poliéster	SARP
		Solo Preto + Resina Acrílica Estirenada	SPRA
		Solo Vermelho + Resina Poliéster	SVRP

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar a performance da adição de teores crescentes de resinas a massas de solos através da caracterização de algumas das propriedades físicas, mecânicas e hidráulicas básicas dos compósitos solo-resina gerados, sendo comparados com os dados obtidos para os mesmos solos, tanto no estado puro quanto misturado com cimento (material padrão); as informações servirão de base para se avaliar as vantagens e desvantagens dos compósitos.

3 METODOLOGIA DE ESTUDO E TÉCNICAS DE ANÁLISE DOS MATERIAIS

3.1 Estudos físicos, mecânicos e hidráulicos

Baseado em BRAZETTI (1998), para os ensaios físicos, mecânicos e hidráulicos, adotou-se técnicas que utilizam corpos de prova compactados, de dimensões reduzidas; são os mais simplificados porque dispensam a coleta, transporte e manuseio de grandes quantidades de solos.

Dentre os ensaios associados à metodologia MCT (Miniatura, Compactado, Tropical) selecionaram-se os que mais se adequam na obtenção das propriedades mecânicas e hidráulicas necessárias ao desenvolvimento do estudo e são as apresentadas na TABELA 2. também a fim de caracterizar os solos foram realizados os ensaios de densidade, granulometria, resistência e variações de volume resultantes das mudanças no teor de umidade.

TABELA 2 – Resumo dos ensaios a serem realizados.

ENSAIOS FÍSICOS	ENSAIOS MECÂNICOS	ENSAIOS HIDRÁULICOS
Massa Específica Aparente	Resistência a Compressão Simples (RCS)	Absorção de Água
	Resistência a Tração Indireta (RTI)	Expansão e Contração

3.1.1 Ensaios físicos

Os parâmetros físicos interessantes ao estudo foram determinados através de ensaios conforme a NBR-6457/86 (Amstras de Solo), NBR-7181/84 (Análise granulométrica com sedimentação) e NBR-6508/84 (Massa específica real).

3.1.2 Ensaios mecânicos

Todos os ensaios mecânicos foram executados com corpos de prova dos materiais compactados com altura e diâmetro iguais a 50 mm; foram gerados com a fração que passa na peneira 4,75 mm através de processo estático, em moldes cilíndricos de aço prescritos pelo ME 228/94 - Solos - Compactação em equipamento miniatura. Os corpos de prova compactados foram curados ao ar e à temperatura ambiente; durante os períodos de 7, 14, 21 e 28 dias.

Os ensaios mecânicos selecionados para estudo foram: a resistência à compressão simples (NBR 7215/96 – Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão axial) e a resistência à tração indireta (NBR 7222/94 – Cimento Portland – Determinação da resistência à tração por compressão diametral).

3.1.3 Ensaios hidráulicos

Os ensaios hidráulicos foram executados com corpos de prova dos materiais compactados conforme a DNER-ME 228/94. São ensaios complementares aos mecânicos consideraram os 03 teores de cada resina e foram efetuados com os corpos de prova curados durante 14 dias.

Os ensaios adotados, conforme já comentados, foram os de absorção d'água, expansão e contração; todos têm o objetivo de avaliar o comportamento do solo tratado com as resinas contra os efeitos causados pela da água.

O ensaio de expansão é executado enquanto a amostra se encontra na condição imersa do ensaio de absorção (DNER-ME 254/94). O parâmetro relativo à expansão é obtido através da diferença de leituras das alturas inicial e final do corpo de prova, com um extensômetro, após pelo menos 20 horas de imersão.

O ensaio de contração avalia a diminuição do comprimento axial de um corpo de prova compactado expresso em porcentagem de seu comprimento inicial; é mensurada comparando esse comprimento, (o apresentado pelo corpo de prova logo após o término do ensaio de absorção d'água) com seu comprimento final (adquirido após a secagem lenta ao ar dos corpos de prova até que não se observe mais sensível variação no comprimento). O ensaio utiliza o mesmo aparato do ensaio de expansão e, da mesma forma também caracteriza a variação dimensional.

A absorção d'água é realizada avaliando-se a variação de peso quando os corpos de prova são submergidos em água, para isso aproveite-se o ensaio de absorção e contração, e seco até constância de massa. O parâmetro quantificado é aplicado para avaliar o efeito da penetração de água em camadas de solo compactado, seja pelos acostamentos ou pela superfície de pavimentos. Nos fornece, portanto condições de averiguar a ação impermeabilizante das resinas. Concepção das misturas solo-resina

As misturas dos solos com as respectivas resinas foram realizadas de maneira exploratória. Como é um estudo relativamente inédito, foi adotada uma faixa de teores para a adição das resinas definidos no pré-estudo preliminar de misturabilidade, quando da seleção das resinas. Optou-se pela concepção de misturas contendo 03 teores de aditivos para cada tipo de solo; um mínimo, outro médio e um máximo. A TABELA 3 a seguir exibe os teores de resinas adotados para cada mistura.

TABELA 3 – Teores das resinas adotados para as misturas.

TIPO DE RESINA	PORCENTAGEM DE ADIÇÃO (%)								
	SOLO AMARELO (SPA)			SOLO PRETO (SPP)			SOLO VERMELHO (SPV)		
Poliéster	10	15	20	-	-	-	15	20	25
Acrílica Estirenada	-	-	-	10	15	20	-	-	-

As misturas para confecção dos *mini* corpos de prova para os ensaios físicos, mecânicos e hidráulicos foram preparadas (para os compósitos principais) com a adição somente das resinas ao solo. No caso da resina acrílica estirenada foi adicionado aproximadamente 20% de solvente para facilitar a mistura, isto pelo fato dessa resina possuir uma viscosidade maior.

4 ENSAIOS FÍSICOS, MECÂNICOS E HIDRÁULICOS COM OS MATERIAIS

4.1 Ensaios Físicos

A realização dos ensaios físicos em estudos de estabilização química, onde em geral, se visa avaliar a melhoria principalmente das propriedades mecânicas e hidráulicas de um solo sujeito ao tratamento químico, foi programada para a caracterização das propriedades físicas das amostras.

4.1.1 Densidade real e aparente

Os resultados dos ensaios de densidade real das partículas do solo puro e a densidade aparente das misturas solo-resina refletem relativamente às mudanças ocasionadas pelas suas interações com os compostos orgânicos. A TABELA 4 mostra a pequena diferença entre as densidades dos materiais. Observa-se que a densidade das partículas dos solos puros diminui quando tratado com todas as resinas.

TABELA 4 – Densidades das partículas do solo puro e das misturas.

MATERIAIS	DENSIDADE REAL (g/cm ³)	DENSIDADE APARENTE (g/cm ³)
SPA	2,519	1,180
SPP	2,329	0,880
SPV	2,531	0,850
SARP(10%)	2,160 *	1,940
SARP(15%)	2,060 *	1,860
SARP(20%)	2,010 *	1,780
SPRA(10%)	1,640 *	1,370
SPRA(15%)	1,600 *	1,240
SPRA(20%)	1,590 *	1,220
SVRP(15%)	1,780 *	1,420
SVRP(20%)	1,750 *	1,350
SVRP(25%)	1,710 *	1,290

* valores calculados

4.2 Ensaios Mecânicos

Após o período de cura em câmara seca em temperatura ambiente (7, 14, 21 e 28 dias), os corpos de prova foram submetidos aos ensaios de resistência à compressão simples (RCS) e resistência à tração indireta (RTI).

4.2.1 Compressão simples e tração indireta

Os valores apresentados a seguir foram obtidos pelas médias aritméticas das resistências a compressão (MPa) de 05 corpos de prova ensaiados em cada idade e para cada teor de resina ou cimento, quando considerados os CP's de solo-resina e de solo-cimento. Para os corpos de prova de solo puro (SPA, SPP e SPV), a idade para o rompimento foi de 1 dia, tendo em vista que o período de cura não interferiria na RCS final da amostra. Todas as RCS's médias obtidas estão apresentadas nas FIGURAS 1, 2 e 3.

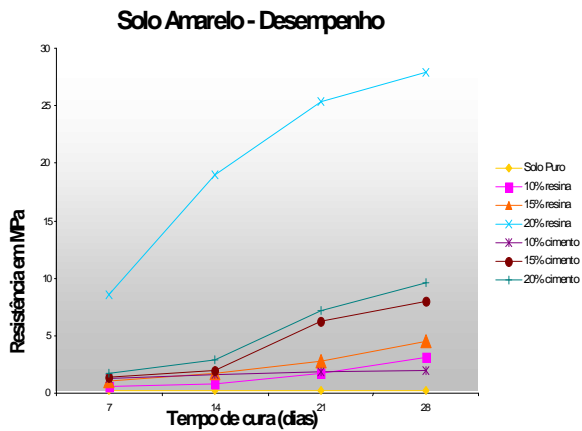


FIGURA 1– Desempenho dos compósitos de solo litólico distrófico SPA, SARP(10%), SARP(15%), SARP(20%), SAC(10%), SAC(15%) e SAC(20%).

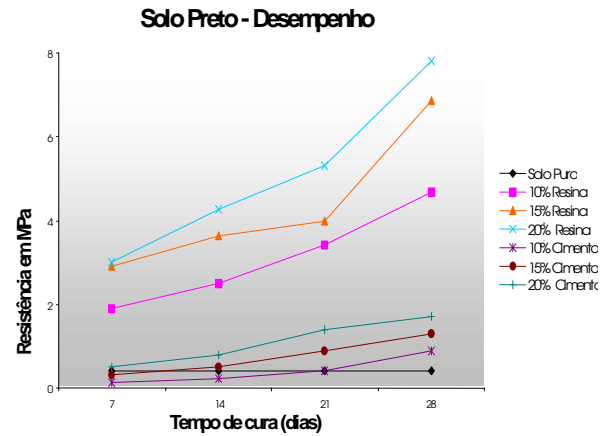


FIGURA 2 – Desempenho dos compósitos de solo orgânico álico SPP, SPRA(10%), SPRA(15%), SPRA(20%), SPC(10%), SPC(15%), SPC(20%).

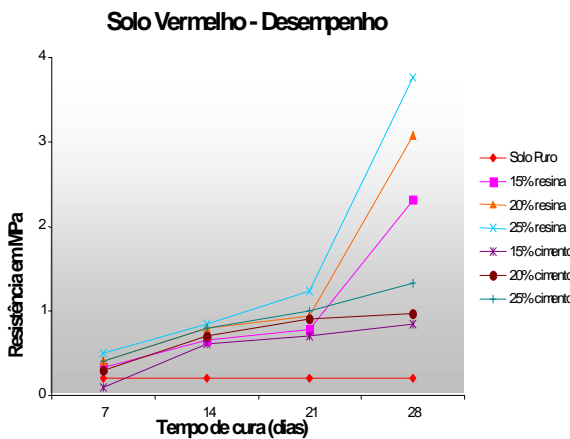


FIGURA 3 – Desempenho dos compósitos de latossolo vermelho amarelo álico SPV, SVRP(15%), SVRP(20%), SVRP(25%), SVC(15%), SVC(20%), SVC(25%).

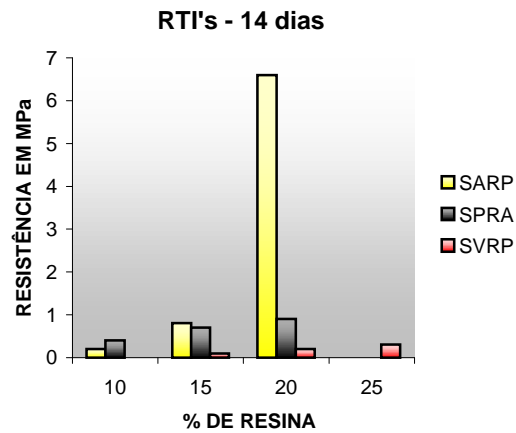


FIGURA 4 – RTI's dos compósitos solo-resina a 10%, 15% e 20%; cura 14 dias ao ar e temperatura ambiente de laboratório.

Da mesma forma que a RCS, os resultados referentes à resistência a tração indireta são a média de 02 corpos de prova por teor de resina, estão compilados na FIGURA 4, a qual considera o período de 14 dias com os corpos curados na condição de cura ao ar e temperatura ambiente de laboratório.

4.3 Ensaio Hidráulicos

Os ensaios hidráulicos mensuraram os seguintes parâmetros: absorção, expansão e contração.

4.3.1 Absorção d'água

Para realização desse ensaio foram consideradas somente as misturas de solo-resina, pois se buscou somente caracterizar o comportamento destes compósitos quando em contato com água.

Após o período de cura, os corpos de prova foram secos com o auxílio de uma fonte de calor (lâmpada de 300v) durante um período de 24 horas. Ocorrido isto, os corpos foram posicionados submersos em água por 24 horas. Os valores obtidos são apresentados na TABELA 5.

TABELA 5 – Resultados do ensaio de absorção d’água das misturas solo-resina.

MATERIAL	% RESINA	ABSORÇÃO D’ÁGUA (%)
SARP	10	13
	15	8
	20	2
SPRA	10	10
	15	8
	20	6
SVRP	15 / 20 / 25	Desintegrou

4.3.2 Expansão e contração

A avaliação da porcentagem de expansão dos materiais foi realizada enquanto os corpos de prova se encontravam imersos; leituras com extensômetros foram efetuadas após 24 horas de submersão. A contração expressa em porcentagem, por sua vez foi avaliada medindo-se diretamente o encurtamento axial dos corpos de prova (devido à secagem lenta ao ar), posterior a execução do ensaio de absorção (que saturou os corpos de prova). A FIGURA 5 reúne os resultados a serem analisados.

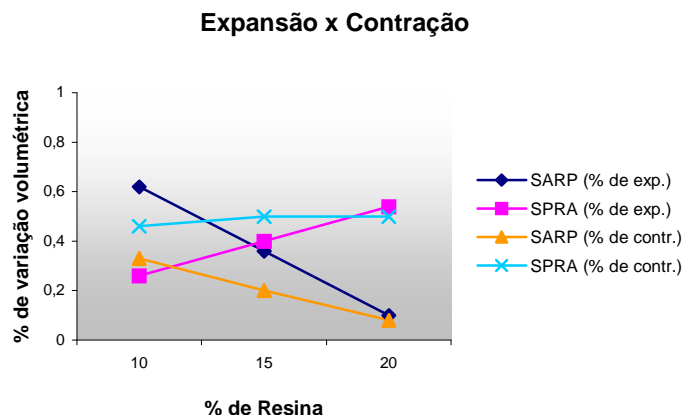


FIGURA 5 – Comparação entre as porcentagens de expansão e contração.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

As análises serão efetuadas pela interpretação e comparação dos resultados entre os compósitos solo resinas e solo-cimento que foram agrupados em tabelas.

5.1 Ensaios Físicos

Densidade real e aparente

A avaliação da densidade real dos solos e da aparente dos compósitos, como foi visto, serviu para avaliar a influência das resinas nessa grandeza física. Conforme os dados da TABELA 4, as densidades reais das partículas dos solos puros são maiores que as densidades reais calculadas das partículas das misturas SARP, SPRA e SVRP. Isso pode ser explicado porque a densidade real da resina é menor que a densidade real das partículas de solo; como o volume total deve permanecer constante, ao se aumentar à porcentagem de resina, automaticamente seu volume de resina aumentará, diminuindo assim o volume de solo, portanto o conjunto reduz seu peso por unidade de volume. Ou

ainda alguma interação entre os constituintes do solo e a resina que pode gerar novos compósitos menos densos.

Granulometria

Essa análise foi importante para que se estimasse a quantidade de resina necessária para envolver as partículas de solo. A partir desse estudo observou-se que o latossolo vermelho-amarelo continha maior quantidade de partículas finas e, conseqüentemente, maior superfície específica. Desta forma, os valores percentuais de resina utilizados na mistura com o latossolo vermelho-amarelo foram maiores do que os utilizados nas misturas com os solos orgânico álico e litólico distrófico. A FIGURA 6, a seguir, mostra o resultado da análise granulométrica dos três tipos de solos utilizados no estudo.

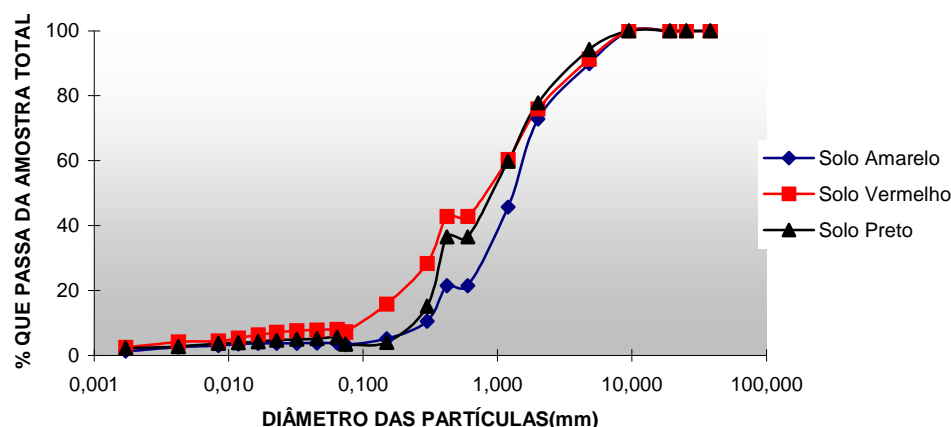


FIGURA 6 – Análise granulométrica dos três solos utilizados no estudo.

5.2 Ensaios Mecânicos

Compressão simples

Todas as misturas e com quase todos seus teores apresentaram ganhos de RCS em relação ao solo puro e ao solo-cimento conforme mostrado nas FIGURAS 1, 2, 3, podendo-se comprovar que a adição de resinas no solo provoca importantes e benéficas influências nas propriedades mecânicas.

A TABELA 6 demonstra os ganhos de resistência em quase todos os compósitos solo-resina quando comparados com os valores obtidos das resistências do solo-cimento. A resistência do solo puro pode ser desconsiderada por ser muito inferior.

TABELA 6 – Comparação dos valores médios das RCS's entre os compósito solo-resina e o solo-cimento.

		SARP			SPRA			SVRP		
		10	15	20	10	15	20	15	20	25
DIAS	7	> 2,16x	> 1,40x	< 5,00x	< 19,00x	< 9,67x	< 10,00x	< 3,00x	< 1,33x	< 1,25x
	14	> 2,13x	> 1,18x	< 6,55x	< 1,25x	< 7,20x	< 5,38x	< 1,00x	< 1,14x	< 1,00x
	21	> 1,12x	> 2,25x	< 3,53x	< 8,5x	< 4,44x	< 3,79x	< 1,14x	< 1,00x	< 1,20x
	28	< 1,60x	> 1,78x	< 2,90x	< 5,22x	< 5,30x	< 4,59x	< 2,88x	< 3,10x	< 1,65x

Compressão diametral ou tração indireta

A intenção inicial da realização do ensaio RTI não era a de comparar com os resultados de outras misturas ou com a do solo puro, mas sim verificar a coesão que a resina poderia causar nas partículas dos solos. Mesmo não possuindo nenhum parâmetro anterior quanto ao RTI das misturas solo-resina, pode-se afirmar que os resultados obtidos foram satisfatórios, apresentando valores superior a 10% da resistência a compressão, valor máximo superior a 6MPa.

5.3 Ensaio Hidráulicos

Absorção d'água

Analisando os resultados obtidos, observou-se que o efeito impermeabilizante das resinas é visível nas misturas SARP e SPRA. Esses obtiveram resultados satisfatórios e se mantiveram coesos em todos seus teores. Pôde-se comprovar que dependendo do teor de resina adicionado ao solo, a impermeabilidade aumentava. Comprova-se esse fato verificando o comportamento do SARP quando aumentado o teor de resina de 10% para 20%, tornou-se 5 vezes mais impermeável. No SPRA, com o mesmo aumento no teor de resina, obteve-se um ganho de 2 vezes na sua impermeabilidade.

Todas as misturas SVRP, em todos seus teores, não foram resistentes aos efeitos da água, desintegrando-se. O latossolo vermelho-amarelo álico apresenta uma maior quantidade de partículas finas, o que em teoria faria com que fosse necessário um maior quantidade de resina para envolver as partículas de solo. Essa desintegração também pode estar relacionada à expansão das partículas de argila em função da absorção de água, tendo em vista que muitas argilas apresentam comportamento expansivo em presença de água.

Expansão e contração

Notou-se que com o aumento de 10% no teor de resina poliéster no solo litólico distrófico, obteve-se uma expansão em média 6 vezes menor e uma contração 4 vezes menor. Já no solo orgânico álico, quando se aumentado o teor de resina também 10%, obtém-se um aumento de 2 vezes na expansão, porém sua contração ficou praticamente estável. Conforme apresentado anteriormente, a mistura SVRP não resistiu à ação da água, sendo assim, não é possível avaliar sua variação volumétrica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Quanto aos estudos mecânicos

- O ensaio de resistência a compressão simples (RCS) apresentou ganhos de resistência a compressão simples para todos os teores de resina analisados. O ensaio demonstra a influência do teor de resina na mistura, que após uma cura inicial obteve um aumento notável na resistência, conforme dados demonstrados na TABELA 6 no capítulo anterior.
- A avaliação da RTI cura seca e à temperatura ambiente aos 14 dias mostrou resultados satisfatórios. Da mesma forma que na RCS, a RTI aumenta com o aumento do teor de resina adicionado à mistura. Não foi possível fazer uma correlação entre os resultados obtidos para os ensaios de RCS com os resultados obtidos para os ensaios de RTI, pois as composições analisadas apresentaram um comportamento distinto.

6.2 Quanto aos estudos físicos

- A avaliação da densidade real dos grãos foi útil para identificar a influência das resinas nessa grandeza física. Os resultados comprovaram que a intercalação das massas resinosas proporciona alterações, analisada pela diminuição das densidades aparentes com o aumento do teor de resina.

- A avaliação granulométrica permitiu identificar e caracterizar as amostras de solos coletados, permitindo-se então o conhecimento das quantidades de resina, necessárias para envolver completamente as partículas de solo.

6.3 Quanto aos estudos hidráulicos

- O ensaio de absorção confirmou que a maioria das resinas e seus teores exibe o efeito impermeabilizante quando adicionadas aos solos. Enfatizou-se novamente a necessidade de definição de um teor ideal ou ótimo de resina porque algumas se mostraram eficientes e outras ineficientes. Observou-se que quanto maior o teor de resina, menor a absorção de água do compósito solo-resina.
- Quanto aos ensaios de expansão e contração, ambos mensuraram a variação volumétrica, permitindo-se concluir que a variação depende do teor de resina e das características físicas/mineralógicas do solo utilizado na mistura.

7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6508**. Grãos de solos que passam na peneira de 4,8mm – determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 1984, 8p.

_____. **NBR 6457**. Amostras de Solo – Preparação para ensaio de compactação e ensaio de caracterização. Rio de Janeiro, 1986, 9p.

_____. **NBR 7215**. Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão axial. Rio de Janeiro, 1996, 12p.

_____. **NBR 7222**. Cimento Portland – Determinação da resistência à tração por compressão diametral. Rio de Janeiro, 1994, 3p.

BRAZETTI, Rubens. **Considerações sobre a influência de distintos aditivos orgânicos nas características micromorfológicas, mineralógicas, físicas, mecânicas e hidráulicas de um solo laterítico**. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

CASANOVA, Francisco. **Histórico das Edificações**. 2004 Disponível em: www.habitare.org.br

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 181**. Solos estabilizados com cinza volante e cal hidratada – Determinação da resistência à tração por compressão diametral. 1994, 7p.

_____. **DNER-ME 228**. Solos – Compactação em equipamento miniatura. 1994, 14p.

_____. **DNER-ME 254**. Solos compactados em equipamento miniatura – Mini-CBR e expansão. 1994, 14p.

PADILHA C.; GARCIA C. V.; MELO F. M. de **Caracterização das propriedades físico-mecânicas de compósitos solo-resina**. 2005. Trabalho de Diplomação (Curso de Tecnologia em Construção Civil) – Departamento de Construção Civil, CEFET-PR, Curitiba, 2005.

PINHEIRO, T. T.; VALVERDE, F. M. **Escassez de agregados para a construção civil preocupa o setor**. Disponível em: www.geólogo.com.br/MAINLINK, acessado em 03/08/2005 às 18:30.