

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

ESTUDOS DE SOLOS ARENOSOS FINOS LATERÍTICOS DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL PARA EMPREGO EM PAVIMENTOS ECONÔMICOS¹

Leonardo Brizolla De Mello², Gabriela Almeida Bragato³, Nicole Deckmann Callai⁴, Anna Paula Sandri Zappe⁵, Carlos Alberto Simões Pires Wayhs⁶, Cristiano Schmidt Della Flora⁷.

¹ Pesquisa do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, integrante do projeto de pesquisa institucional da UNIJUI “Estudo de Solo Argiloso Laterítico para Uso em Pavimentos Econômicos” pertencente ao Grupo de Pesquisa em Novos Materiais e Tecnologias para a Construção

² Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, não bolsista PET, leobrmello@hotmail.com

³ Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, bolsista PET, gabibragato16@gmail.com

⁴ Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, bolsista PET, nicole.callai@hotmail.com

⁵ Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, bolsista PET, anna.zappe@hotmail.com

⁶ Professor Mestre do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, Orientador, carlos.wayhs@unijui.edu.br

⁷ Engenheiro Civil, Egresso do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, mestrando COOPE/UFRJ, cristiano.schmidtellaflora@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de solos arenosos finos lateríticos que podem ser empregados de forma natural, sem aditivos ou adições, em bases de pavimentos perfaz cerca de 57% da área do estado de São Paulo. Outras ocorrências significativas são registradas nos estados do Paraná, Goiás, Mato Grosso, Bahia e Minas Gerais. Segundo dados de Villibor et al. (2000), até o ano de 2000 mais de 8.000 km de estradas utilizando bases de SAFL já haviam sido executadas, sendo 5.500 km no estado de São Paulo. Alguns destes pavimentos apresentam-se em boas condições após mais de 25 anos de serviço. Em termos de vias urbanas já foram construídos mais de 10 milhões de metros quadrados de bases em SAFL em todo o território nacional.

Contudo, quando se trata do Rio Grande do Sul, dados e estudos referentes ao tema são escassos. Porém, pesquisas em levantamentos geológicos e pedológicos têm revelado a possibilidade de novas ocorrências de SAFL, até mesmo no Rio Grande do Sul. Passos, Davidson Dias e Ceratti (1991 apud FELTEN, 2005, p. 31) estudaram a ocorrência de solos arenosos finos do Rio Grande do Sul, com destaque à Latossolos Vermelho-Escuros, ocorrentes no Planalto Médio e associados à presença geológica da Formação Tupanciretã.

O presente trabalho tem como objetivo relatar a descoberta de solos arenosos finos lateríticos (SAFL) no noroeste do Rio Grande do Sul, solos de ótimo comportamento quando utilizados em bases e sub-bases de pavimentos econômicos. Contudo, as classificações de solos tradicionais definem os solos tropicais na maioria das vezes como materiais inadequados para uso em camadas de pavimento, fato que levou os pesquisadores Douglas Fadul Villibor e Job Shuji Nogami a desenvolver uma classificação mais adequada para estes solos, com enfoque na pavimentação,

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

surgindo assim a Metodologia e Classificação MCT que alicerçará esta pesquisa para avaliar a viabilidade destes solos (VILLIBOR; NOGAMI, 2009).

Este artigo relata a etapa da pesquisa cujo objetivo geral é comparar, caracterizar e avaliar o potencial de solos arenosos finos lateríticos encontrados na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul para construção de bases ou sub-bases de pavimentos econômicos destinados a baixo volume de tráfego. Os objetivos específicos são: identificar jazidas de solos arenosos finos com presumível comportamento laterítico; realizar ensaios tradicionais de caracterização e compactação; caracterizar os solos destas jazidas pela Metodologia MCT; e avaliar o solo SAFL de melhor desempenho para emprego em bases e sub-bases na pavimentação aplicando critérios estabelecidos com base na Metodologia MCT para seleção de solos arenosos finos lateríticos. Apresenta-se neste relato resultados até agora obtidos, tendo como referência principal o trabalho de conclusão de curso de Della Flora (2015).

2. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa se alicerçou nas seguintes etapas: revisão bibliográfica, escolha dos locais de retirada das amostras de solo, realização de ensaios tradicionais de caracterização e compactação dos solos, execução de ensaios da classificação de solos tropicais (MCT – Miniatura Compactação Tropical), execução do restante dos ensaios da metodologia MCT, e então, a discussão e apresentação de resultados obtidos. Os ensaios de caracterização, como limites físicos, massa específica real e análise granulométrica deste solo foram realizados no Laboratório de Engenharia Civil da UNIJUÍ (LEC). As normas que norteiam os ensaios encontram-se nas referências. Na Tabela 1 apresenta-se os valores recomendados por Villibor e Nogami (2009) para solos para uso em bases de SAFL.

A profundidade de extração das amostras foi em torno de 1,00 metro da superfície, pertencente ao horizonte B. A região foi escolhida por ser indicada em outras bibliografias como provável jazida de SAFL. O primeiro solo selecionado para esta pesquisa foi retirado de um corte próximo no interior do município de Tupanciretã (RS) designado solo Tupã. O segundo foi retirado no interior do município de Jóia (RS) denominado solo Jóia e estando no início da realização dos ensaios de caracterização. Também foi analisado amostra de solo de Capão do Cipó, denominado solo Cipó, porém não se enquadrou como SAFL, por isso não serão apresentados a maioria de seus resultados deste solo neste trabalho.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

PROPRIEDADES	INTERVALOS ADMISSÍVEIS	MÉTODOS DE ENSAIO
Grupos MCT	LG', LA', LA	M5 E M8
Capacidade de Suporte Mini-CBR _{Ho} [%]	≥ 40	M2
Expansão sem sobrecarga - Es [%]	≤ 03	M2
Relação RIS [%] ou Perda de Suporte por Imersão PSI [%]	≥ 50 ≤ 50	— —
Contração Axial - Ct [%]	0,1 a 0,5	M3
Coefficiente de Sorção d'água - s [cm/√min]	10 ⁻² a 10 ⁻⁴	M4
Coefficiente Permeabilidade - k _s [cm/s] (opcional)	10 ⁻⁶ a 10 ⁻⁸	M4
Valores na Ho da Energia Intermediária do Mini-Proctor		

Tabela 1: Valores Recomendados para Bases de SAFL

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O solo Tupã apresentou como índices de consistência para limite de liquidez 22 %, limite de plasticidade 13 % e índice de plasticidade 9 % e a massa específica real foi de 2,662 g/cm³. Na Figura 1 apresenta-se a curva granulométrica do solo Tupã e a curva do solo Jóia, A granulometria dos solos encontra-se mesclada com o gráfico de faixa granulométrica recomendada por Villibor et al. (2009). Como é possível observar na imagem, os resultados são animadores pois percebemos o enquadramento total das curvas de Jóia e Tupã na sobreposição à faixa granulométrica recomendada a bases de SAFL.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

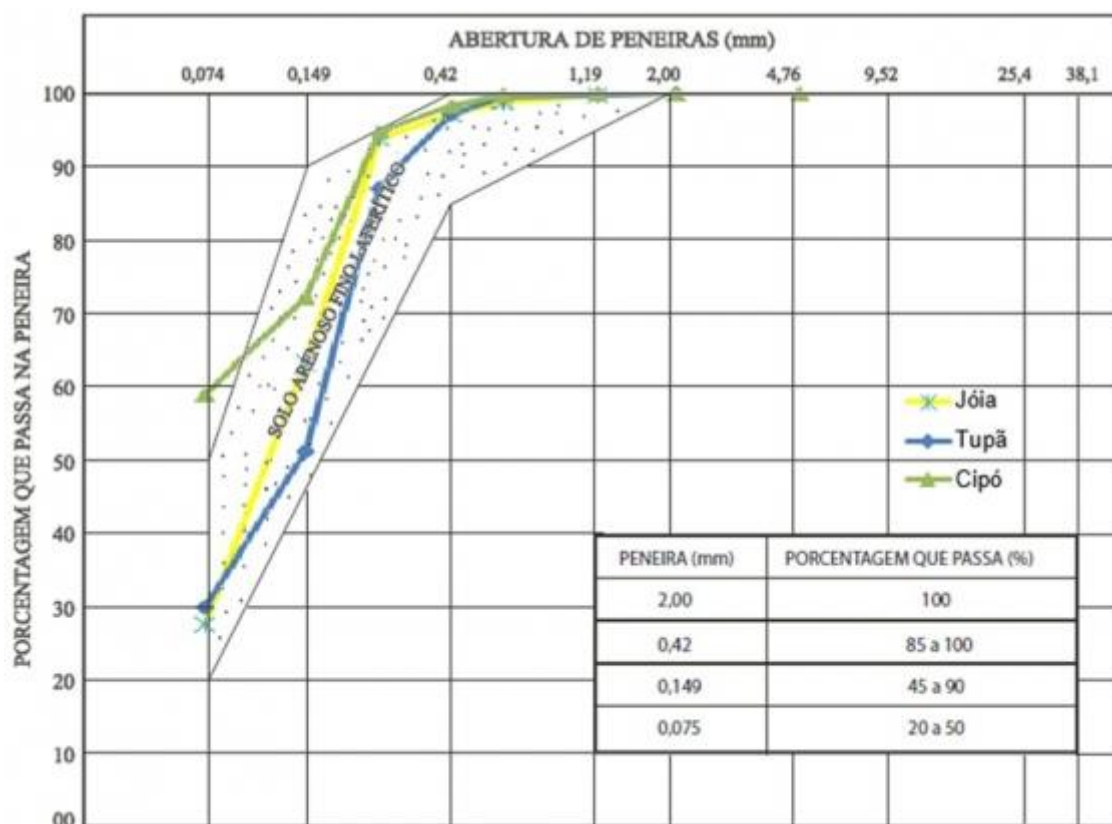


Figura 1: Distribuição granulométrica dos solos e faixa granulométrica recomendada para bases de SAFL

Quanto às classificações de solos tradicionais, o Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS), ou Classificação de Casagrande leva em conta o tamanho dos grãos, a granulometria, a plasticidade e o teor de matéria orgânica. Por este sistema, os solos de Jóia e Tupanciretã, curiosamente, foram classificados como SC – Areia argilosa, mistura de areia e argila. Já a classificação de solos HRB – AASHTO mostra o solo Jóia como A-4 e o solo Tupã como solo A-2-4.

Quanto a compactação o solo Tupã, Jóia e Cipó apresentaram as curvas indicadas na Figura 2. Constam na Quadro 1 os dados das massas específicas aparentes secas máximas e as umidades ótimas do solo para as energias normal, intermediária e modificada. Percebe-se com o aumento da energia de compactação, um aumento da massa específica aparente seca e uma diminuição da umidade ótima, comportamento que era esperado. Porém chama atenção os altos valores de massa específica aparente seca máxima dos solos Jóia e Tupã comparada com valores dos solos típicos da região de Ijuí, Santo Ângelo e Santa Rosa, por volta de 14 contra 18,1 kN/m³ na energia normal.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

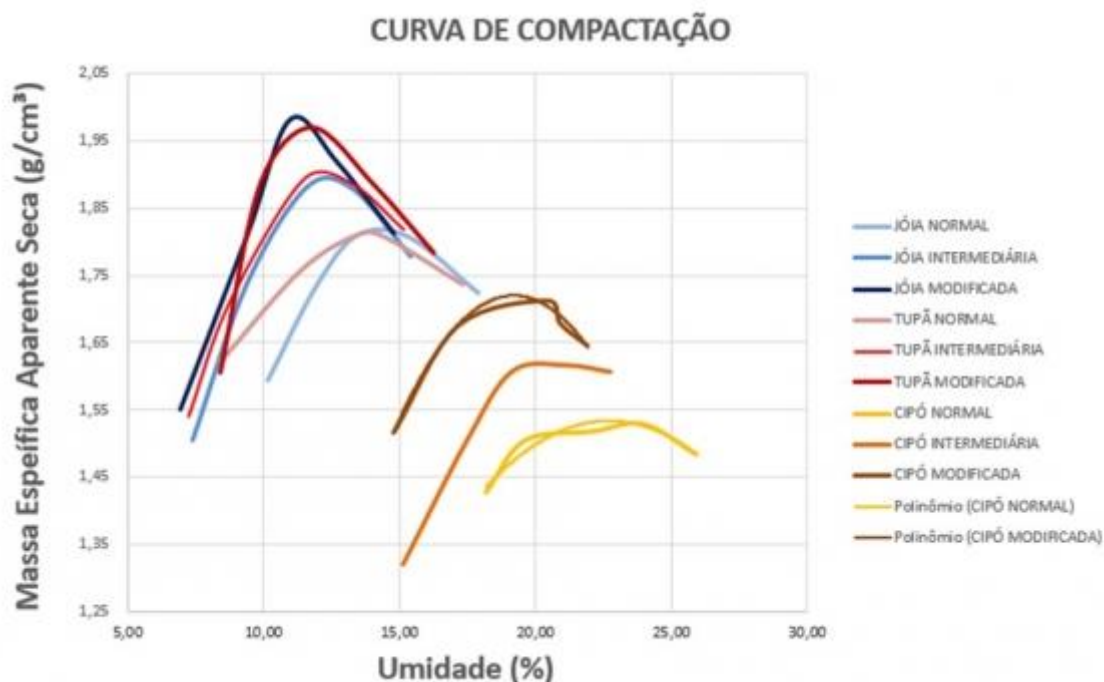


Figura 2: Curvas de compactação do Solo Cipó, Jóia e Tupã

SOLO	Energia Normal		E. Intermediária		E. Modificada	
	W ót (%)	MEAS (kN/m³)	W ót (%)	MEAS (kN/m³)	W ót (%)	MEAS (kN/m³)
CIPÓ	22	15,3	20	16,2	19,5	17,2
JÓIA	14,5	18,1	12,25	18,9	11	19,9
TUPÃ	13,75	18,1	12	19	11,75	19,7

Quadro 1: Dados das massas específicas aparentes secas máximas e as umidades ótimas dos solos

Na Tabela 2, apresenta-se os valores do índice suporte Califórnia (CBR), onde percebe-se que o solo Tupã apresentou resultados superiores, em ambas as energias, aos do solo Jóia.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

SOLO	ENERGIA			
	INTERMEDIÁRIA		MODIFICADA	
	CBR (%)	Exp (%)	CBR (%)	Exp (%)
JÓIA	28	0,43	39	0,32
TUPÃ	34	0,21	49	0,32

Tabela 2: CBR das amostras

Na sequência, realizaram-se os ensaios da metodologia MCT para as amostras Jóia e Tupã visando atender as exigências contidas na Tabela 1 propostas por Villibor e Nogami (2009). Observando a Tabela 1, percebe-se que os ensaios da metodologia necessários são o M2, M3, M4 e da classificação MCT pelo procedimento M9 a partir dos dados obtidos dos ensaios M5 e M8. Na Figura 3 percebe-se onde se inserem os três solos e percebe-se quatro áreas hierarquizadas pelos pesquisadores Villibor e Nogami. As áreas I, II e entorno são as típicas de SAFL adequados. Percebe-se que ambos os solos estão no entorno.

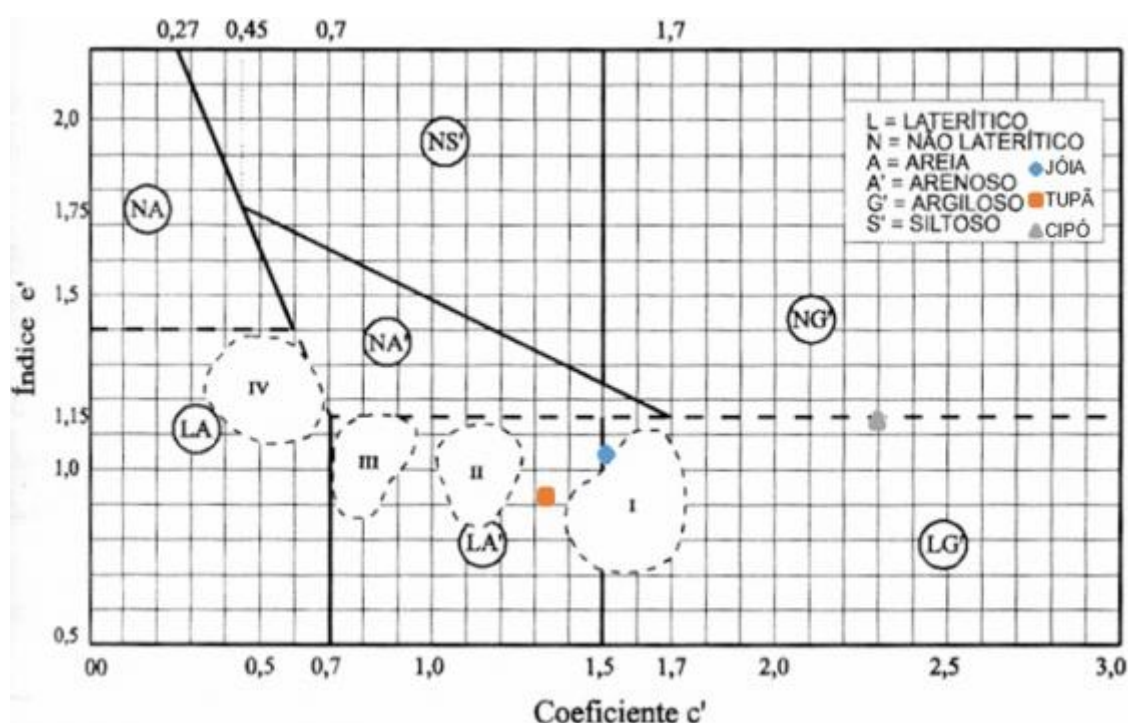


Figura 3: Classificação MCT e hierarquização das amostras

Também foi realizado a classificação MCT expedita em ambos os solos, que pode ser observado na Figura 4. O ensaio tem como objetivo verificar de forma expedita a classificação MCT pelo método

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

das pastilhas. Como pode ser observado os solos foram classificados como LA'-LG' bem próximos da área LA', correspondendo a classificação MCT original. Na imagem, áreas que iniciam com a classificação N são não lateríticas e L lateríticas.

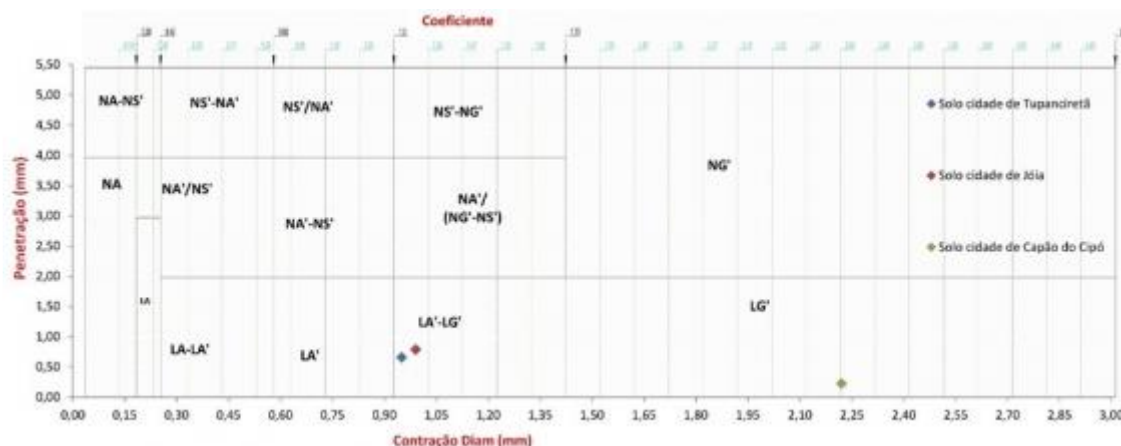


Figura 4: Gráfico da classificação MCT expedita das amostras

Na Tabela 3 encontram-se compilados os critérios de aceitação para o uso de base e sub-base com seus valores mínimos e máximos, juntamente com os resultados obtidos para os solos de Jóia e Tupã. Como pode ser observado, os resultados do solo Tupã foram aceitos em todos os quesitos analisados. Já o solo Jóia excedeu a contração máxima em 0,38%. Os ensaios de Infiltrabilidade e Penetrabilidade não puderam ser realizados pois o LEC ainda não está em condições operacionais de execução destes dois ensaios.

Exigências mecânico hidráulicas	Valores admissíveis	Solo Jóia	Solo Tupã
Mini-CBR sem imersão	$\geq 40\%$	41%	40%
Perda de suporte por imersão	$\leq 50\%$	39,00%	25,00%
Expansão com sobrecarga padrão	$\leq 0,3\%$	0,14%	0,08%
Contração	0,1% a 0,5%	0,88%	0,45%
Coefficiente de infiltração	10^{-2} a 10^{-4}	-----	-----

Tabela 12: Compilação de critérios de aceitação

4. CONCLUSÕES

Os resultados foram muito satisfatórios com excelentes indícios à utilização dos dois SAFL em bases e sub-bases de pavimentos econômicos destinados a baixo volume de tráfego, especialmente o solo Tupã.

Em relação a granulometria, os solos Jóia e Tupã apresentam curvas parecidas e próximas, sendo ambos arenosos contendo respectivamente 62% e 70% de grãos do tamanho areia em sua composição. O solo Tupã foi aprovado em todos os quesitos analisados para utilização em bases e

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

sub-bases de pavimentos econômicos de baixo volume de tráfego, pretendendo-se ainda comprovar o atendimento dos requisitos dos ensaios de Infiltrabilidade e Permeabilidade. Já o solo Jóia excedeu o valor limite de contração e, portanto, atende parcialmente às especificações.

Esta pesquisa permanentemente será ampliada com a busca de novos SAFL, para que em breve seja possível o mapeamento das ocorrências deste tipo de solo na região noroeste, podendo auxiliar o meio acadêmico e profissional para o planejamento e construção de obras de engenharia.

PALAVRAS CHAVES

Materiais Alternativos; Solo arenoso fino laterítico; Pavimentação econômica.

AGRADECIMENTOS

Ao MEC-SESu pelas bolsas do Programa de Educação Tutorial, ao laboratorista Luiz Donato, ao Laboratório de Engenharia Civil da UNIJUÍ (LEC), e aos demais bolsistas que colaboraram nas discussões e execução dos ensaios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6457: amostras de solo – preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986. 9 p.

_____. NBR 6459: solo – determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984. 6 p.

_____. NBR 7180: solo – determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984. 3 p.

_____. NBR 7181: solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

_____. NBR 7182: solo – ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1986. 10 p.

_____. NBR 9895: solo – índice de suporte Califórnia. Rio de Janeiro, 1987. 14 p.

DELLA FLORA, Cristiano Schmidt. Estudo Comparativo entre Solos Arenosos Finos Lateríticos do Rio Grande do Sul para Emprego em Pavimentos Econômicos, Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2015. 73p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Manual de Pavimentação. Rio de Janeiro, 1996. 2.ed.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. SNV 2014 completo. Disponível em: < <http://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/pnv-1994-2009> >, Acesso em: 14 mai. 2015.

FELTEN, Débora. Estudo sobre solos arenosos finos lateríticos da planície costeira sul do RS para emprego em pavimentação econômica. 2005. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Engenharia Oceânica) – Fundação Universidade Federal Do Rio Grande, Rio Grande, 2005.

VILLIBOR, Douglas Fadul. et al. Pavimentos de baixo custo para vias urbanas. 2. ed. São Paulo: Arte & Ciência, 2009. 196 p., il. color.

VILLIBOR, Douglas Fadul; NOGAMI, Job Shuji. Pavimentos econômicos: tecnologia do uso dos solos finos lateríticos. São Paulo: Arte & Ciência, 2009. 292 p., il. color.

ESTUDOS DE SOLOS ARENOSOS FINOS LATERÍTICOS DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL PARA EMPREGO EM PAVIMENTOS ECONÔMICOS

1. INTRODUÇÃO

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

A ocorrência de solos arenosos finos lateríticos que podem ser empregados de forma natural, sem aditivos ou adições, em bases de pavimentos perfaz cerca de 57% da área do estado de São Paulo. Outras ocorrências significativas são registradas nos estados do Paraná, Goiás, Mato Grosso, Bahia e Minas Gerais. Segundo dados de Villibor et al. (2000), até o ano de 2000 mais de 8.000 km de estradas utilizando bases de SAFL já haviam sido executadas, sendo 5.500 km no estado de São Paulo. Alguns destes pavimentos apresentam-se em boas condições após mais de 25 anos de serviço. Em termos de vias urbanas já foram construídos mais de 10 milhões de metros quadrados de bases em SAFL em todo o território nacional.

Contudo, quando se trata do Rio Grande do Sul, dados e estudos referentes ao tema são escassos. Porém, pesquisas em levantamentos geológicos e pedológicos têm revelado a possibilidade de novas ocorrências de SAFL, até mesmo no Rio Grande do Sul. Passos, Davidson Dias e Ceratti (1991 apud FELTEN, 2005, p. 31) estudaram a ocorrência de solos arenosos finos do Rio Grande do Sul, com destaque à Latossolos Vermelho-Escuros, ocorrentes no Planalto Médio e associados à presença geológica da Formação Tupanciretã.

O presente trabalho tem como objetivo relatar a descoberta de solos arenosos finos lateríticos (SAFL) no noroeste do Rio Grande do Sul, solos de ótimo comportamento quando utilizados em bases e sub-bases de pavimentos econômicos. Contudo, as classificações de solos tradicionais definem os solos tropicais na maioria das vezes como materiais inadequados para uso em camadas de pavimento, fato que levou os pesquisadores Douglas Fadul Villibor e Job Shuji Nogami a desenvolver uma classificação mais adequada para estes solos, com enfoque na pavimentação, surgindo assim a Metodologia e Classificação MCT que alicerçará esta pesquisa para avaliar a viabilidade destes solos (VILLIBOR; NOGAMI, 2009).

Este artigo relata a etapa da pesquisa cujo objetivo geral é comparar, caracterizar e avaliar o potencial de solos arenosos finos lateríticos encontrados na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul para construção de bases ou sub-bases de pavimentos econômicos destinados a baixo volume de tráfego. Os objetivos específicos são: identificar jazidas de solos arenosos finos com presumível comportamento laterítico; realizar ensaios tradicionais de caracterização e compactação; caracterizar os solos destas jazidas pela Metodologia MCT; e avaliar o solo SAFL de melhor desempenho para emprego em bases e sub-bases na pavimentação aplicando critérios estabelecidos com base na Metodologia MCT para seleção de solos arenosos finos lateríticos. Apresenta-se neste relato resultados até agora obtidos, tendo como referência principal o trabalho de conclusão de curso de Della Flora (2015).

2. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa se alicerçou nas seguintes etapas: revisão bibliográfica, escolha dos locais de retirada das amostras de solo, realização de ensaios tradicionais de caracterização e compactação dos solos, execução de ensaios da classificação de solos tropicais (MCT – Miniatura Compactação Tropical), execução do restante dos ensaios da metodologia MCT, e então, a discussão e apresentação de resultados obtidos. Os ensaios de caracterização, como limites físicos, massa específica real e análise granulométrica deste solo foram realizados no Laboratório de

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Engenharia Civil da UNIJUÍ (LEC). As normas que norteiam os ensaios encontram-se nas referências. Na Tabela 1 apresenta-se os valores recomendados por Villibor e Nogami (2009) para solos para uso em bases de SAFL.

A profundidade de extração das amostras foi em torno de 1,00 metro da superfície, pertencente ao horizonte B. A região foi escolhida por ser indicada em outras bibliografias como provável jazida de SAFL. O primeiro solo selecionado para esta pesquisa foi retirado de um corte próximo no interior do município de Tupanciretã (RS) designado solo Tupã. O segundo foi retirado no interior do município de Jóia (RS) denominado solo Jóia e estando no início da realização dos ensaios de caracterização. Também foi analisado amostra de solo de Capão do Cipó, denominado solo Cipó, porém não se enquadrou como SAFL, por isso não serão apresentados a maioria de seus resultados deste solo neste trabalho.

PROPRIEDADES	INTERVALOS ADMISSÍVEIS	MÉTODOS DE ENSAIO
Grupos MCT	LG', LA', LA	M5 E M8
Capacidade de Suporte Mini-CBR H_o [%]	≥ 40	M2
Expansão sem sobrecarga - Es [%]	≤ 03	M2
Relação RIS [%] ou Perda de Suporte por Imersão PSI [%]	≥ 50 ≤ 50	— —
Contração Axial - Ct [%]	0,1 a 0,5	M3
Coeficiente de Sorção d'água - s [cm/ $\sqrt{\text{min}}$]	10^{-2} a 10^{-4}	M4
Coeficiente Permeabilidade - k_s [cm/s] (opcional)	10^{-6} a 10^{-8}	M4
Valores na H_o da Energia Intermediária do Mini-Proctor		

Tabela 1: Valores Recomendados para Bases de SAFL

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O solo Tupã apresentou como índices de consistência para limite de liquidez 22 %, limite de plasticidade 13 % e índice de plasticidade 9 % e a massa específica real foi de 2,662 g/cm³. Na Figura 1 apresenta-se a curva granulométrica do solo Tupã e a curva do solo Jóia, A granulometria dos solos encontra-se mesclada com o gráfico de faixa granulométrica recomendada por Villibor et

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

al. (2009). Como é possível observar na imagem, os resultados são animadores pois percebemos o enquadramento total das curvas de Jóia e Tupã na sobreposição à faixa granulométrica recomendada a bases de SAFL.

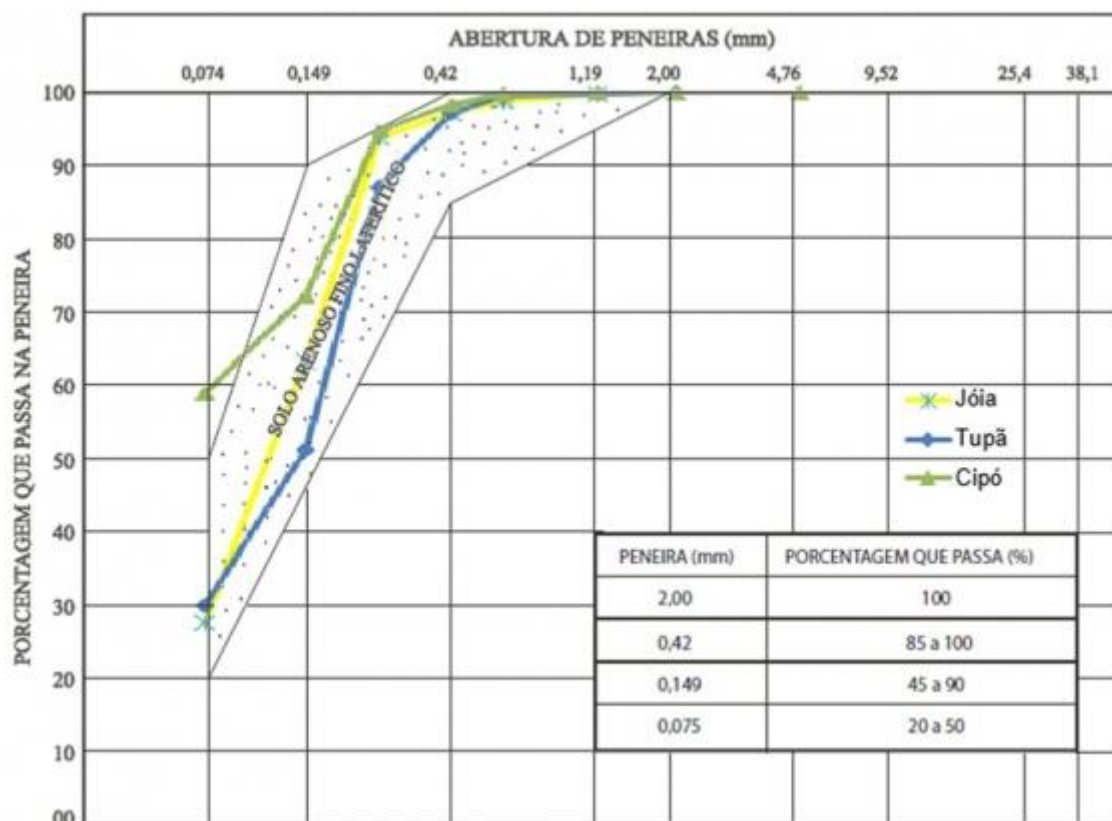


Figura 1: Distribuição granulométrica dos solos e faixa granulométrica recomendada para bases de SAFL

Quanto às classificações de solos tradicionais, o Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS), ou Classificação de Casagrande leva em conta o tamanho dos grãos, a granulometria, a plasticidade e o teor de matéria orgânica. Por este sistema, os solos de Jóia e Tupanciretã, curiosamente, foram classificados como SC – Areia argilosa, mistura de areia e argila. Já a classificação de solos HRB – AASHTO mostra o solo Jóia como A-4 e o solo Tupã como solo A-2-4.

Quanto a compactação o solo Tupã, Jóia e Cipó apresentaram as curvas indicadas na Figura 2. Constam na Quadro 1 os dados das massas específicas aparentes secas máximas e as umidades ótimas do solo para as energias normal, intermediária e modificada. Percebe-se com o aumento da energia de compactação, um aumento da massa específica aparente seca e uma diminuição da umidade ótima, comportamento que era esperado. Porém chama atenção os altos valores de massa específica aparente seca máxima dos solos Jóia e Tupã comparada com valores dos solos típicos da região de Ijuí, Santo Ângelo e Santa Rosa, por volta de 14 contra 18,1 kN/m³ na energia normal.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

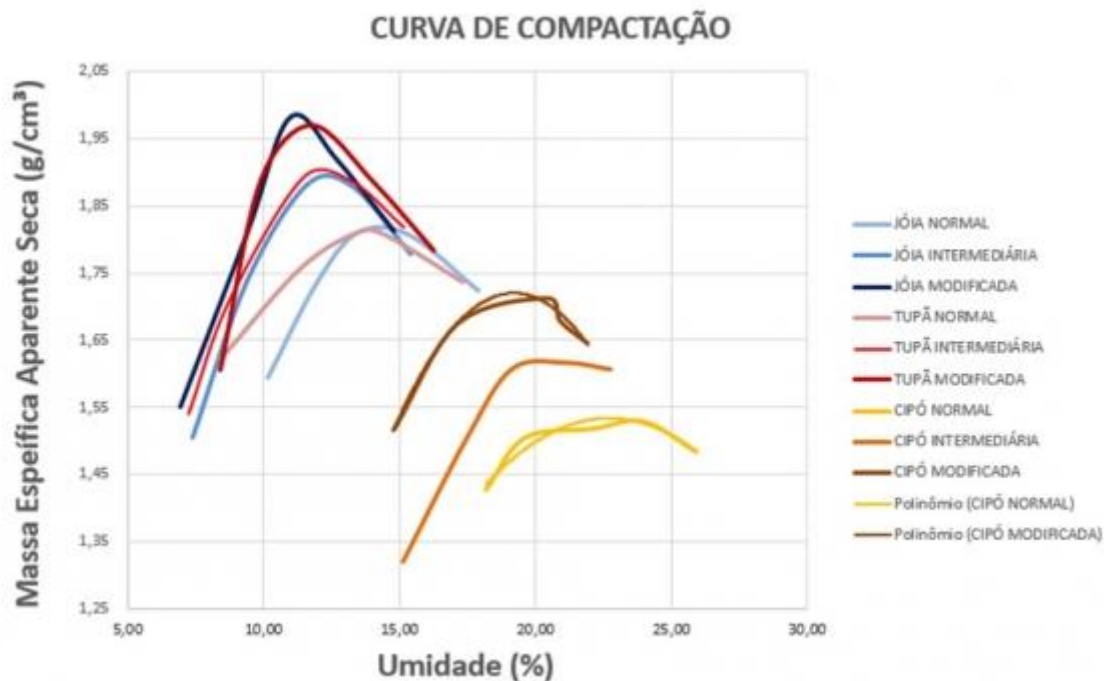


Figura 2: Curvas de compactação do Solo Cipó, Jóia e Tupã

SOLO	Energia Normal		E. Intermediária		E. Modificada	
	W ót (%)	MEAS (kN/m³)	W ót (%)	MEAS (kN/m³)	W ót (%)	MEAS (kN/m³)
CIPÓ	22	15,3	20	16,2	19,5	17,2
JÓIA	14,5	18,1	12,25	18,9	11	19,9
TUPÃ	13,75	18,1	12	19	11,75	19,7

Quadro 1: Dados das massas específicas aparentes secas máximas e as umidades ótimas dos solos

Na Tabela 2, apresenta-se os valores do índice suporte Califórnia (CBR), onde percebe-se que o solo Tupã apresentou resultados superiores, em ambas as energias, aos do solo Jóia.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

SOLO	ENERGIA			
	INTERMEDIÁRIA		MODIFICADA	
	CBR (%)	Exp (%)	CBR (%)	Exp (%)
JÓIA	28	0,43	39	0,32
TUPÃ	34	0,21	49	0,32

Tabela 2: CBR das amostras

Na sequência, realizaram-se os ensaios da metodologia MCT para as amostras Jóia e Tupã visando atender as exigências contidas na Tabela 1 propostas por Villibor e Nogami (2009). Observando a Tabela 1, percebe-se que os ensaios da metodologia necessários são o M2, M3, M4 e da classificação MCT pelo procedimento M9 a partir dos dados obtidos dos ensaios M5 e M8. Na Figura 3 percebe-se onde se inserem os três solos e percebe-se quatro áreas hierarquizadas pelos pesquisadores Villibor e Nogami. As áreas I, II e entorno são as típicas de SAFL adequados. Percebe-se que ambos os solos estão no entorno.

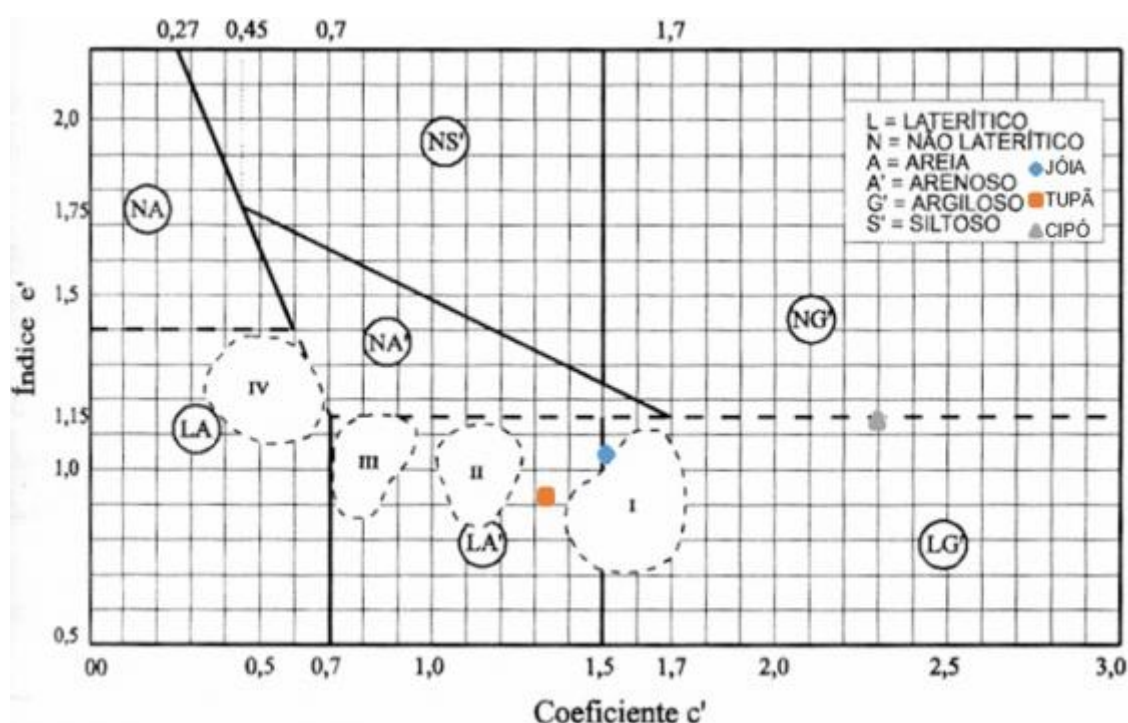


Figura 3: Classificação MCT e hierarquização das amostras

Também foi realizado a classificação MCT expedita em ambos os solos, que pode ser observado na Figura 4. O ensaio tem como objetivo verificar de forma expedita a classificação MCT pelo método

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

das pastilhas. Como pode ser observado os solos foram classificados como LA'-LG' bem próximos da área LA', correspondendo a classificação MCT original. Na imagem, áreas que iniciam com a classificação N são não lateríticas e L lateríticas.

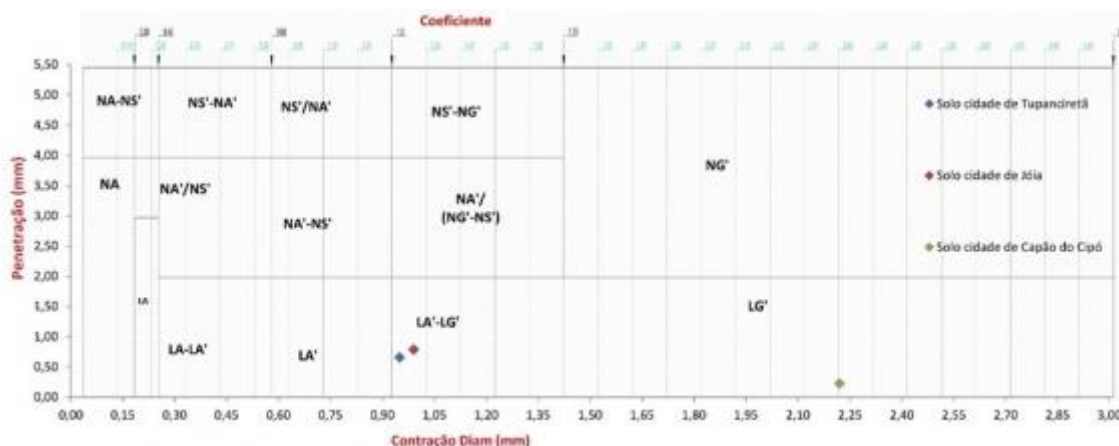


Figura 4: Gráfico da classificação MCT expedida das amostras

Na Tabela 3 encontram-se compilados os critérios de aceitação para o uso de base e sub-base com seus valores mínimos e máximos, juntamente com os resultados obtidos para os solos de Jóia e Tupã. Como pode ser observado, os resultados do solo Tupã foram aceitos em todos os quesitos analisados. Já o solo Jóia excedeu a contração máxima em 0,38%. Os ensaios de Infiltrabilidade e Penetrabilidade não puderam ser realizados pois o LEC ainda não está em condições operacionais de execução destes dois ensaios.

Exigências mecânico hidráulicas	Valores admissíveis	Solo Jóia	Solo Tupã
Mini-CBR sem imersão	$\geq 40\%$	41%	40%
Perda de suporte por imersão	$\leq 50\%$	39,00%	25,00%
Expansão com sobrecarga padrão	$\leq 0,3\%$	0,14%	0,08%
Contração	0,1% a 0,5%	0,88%	0,45%
Coefficiente de infiltração	10^{-2} a 10^{-4}	-----	-----

Tabela 12: Compilação de critérios de aceitação

4. CONCLUSÕES

Os resultados foram muito satisfatórios com excelentes indícios à utilização dos dois SAFL em bases e sub-bases de pavimentos econômicos destinados a baixo volume de tráfego, especialmente o solo Tupã.

Em relação a granulometria, os solos Jóia e Tupã apresentam curvas parecidas e próximas, sendo ambos arenosos contendo respectivamente 62% e 70% de grãos do tamanho areia em sua composição. O solo Tupã foi aprovado em todos os quesitos analisados para utilização em bases e

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

sub-bases de pavimentos econômicos de baixo volume de tráfego, pretendendo-se ainda comprovar o atendimento dos requisitos dos ensaios de Infiltrabilidade e Permeabilidade. Já o solo Jóia excedeu o valor limite de contração e, portanto, atende parcialmente às especificações.

Esta pesquisa permanentemente será ampliada com a busca de novos SAFL, para que em breve seja possível o mapeamento das ocorrências deste tipo de solo na região noroeste, podendo auxiliar o meio acadêmico e profissional para o planejamento e construção de obras de engenharia.

PALAVRAS CHAVES

Materiais Alternativos; Solo arenoso fino laterítico; Pavimentação econômica.

AGRADECIMENTOS

Ao MEC-SESu pelas bolsas do Programa de Educação Tutorial, ao laboratorista Luiz Donato, ao Laboratório de Engenharia Civil da UNIJUÍ (LEC), e aos demais bolsistas que colaboraram nas discussões e execução dos ensaios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6457: amostras de solo – preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986. 9 p.

_____. NBR 6459: solo – determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984. 6 p.

_____. NBR 7180: solo – determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984. 3 p.

_____. NBR 7181: solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

_____. NBR 7182: solo – ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1986. 10 p.

_____. NBR 9895: solo – índice de suporte Califórnia. Rio de Janeiro, 1987. 14 p.

DELLA FLORA, Cristiano Schmidt. Estudo Comparativo entre Solos Arenosos Finos Lateríticos do Rio Grande do Sul para Emprego em Pavimentos Econômicos, Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2015. 73p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Manual de Pavimentação. Rio de Janeiro, 1996. 2.ed.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. SNV 2014 completo. Disponível em: < <http://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/pnv-1994-2009> >, Acesso em: 14 mai. 2015.

FELTEN, Débora. Estudo sobre solos arenosos finos lateríticos da planície costeira sul do RS para emprego em pavimentação econômica. 2005. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Engenharia Oceânica) – Fundação Universidade Federal Do Rio Grande, Rio Grande, 2005.

VILLIBOR, Douglas Fadul. et al. Pavimentos de baixo custo para vias urbanas. 2. ed. São Paulo: Arte & Ciência, 2009. 196 p., il. color.

VILLIBOR, Douglas Fadul; NOGAMI, Job Shuji. Pavimentos econômicos: tecnologia do uso dos solos finos lateríticos. São Paulo: Arte & Ciência, 2009. 292 p., il. color.