



ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM MISTURAS DE SOLO ARGILOSO LATERÍTICO PARA USO EM PAVIMENTOS ECONÔMICOS

Claudio Luiz Queiroz – Apresentador – claudioqueiroz1@hotmail.com
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI
Departamento de Ciências Exatas e Engenharias - DCEEng
Rua do Comércio, 3000, Bairro Universitário
98700-000 – Ijuí – Rio Grande do Sul

Gabriela Almeida Bragato – gabibragato16@gmail.com
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI
Departamento de Ciências Exatas e Engenharias - DCEEng

Carlos Alberto Simões Pires Wayhs – carlos.wayhs@unijui.edu.br
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI
Departamento de Ciências Exatas e Engenharias - DCEEng

Resumo: Os solos lateríticos brasileiros no estado natural não fornecem condições adequadas para seu emprego em bases de pavimentos, porém quando misturados com outros elementos podem ter comportamento satisfatório para sua utilização. Desta forma o presente estudo visa avaliar misturas de solo natural com resíduos de construção civil (classe A) para a utilização em base de pavimentos econômicos visando um aproveitamento da reciclagem desses materiais que são gerados em grande quantidade e não possuem um destino final adequado. Os resultados da pesquisa, especialmente na proporção de 40 % de agregado tiveram resultado parcialmente ou totalmente satisfatório. A pesquisa continua em andamento, estando integrada a projeto de estudo de solo argiloso laterítico regional para uso em pavimentos econômicos, e pretende comprovar a possibilidade do emprego de misturas ALA na constituição de bases e sub-bases, respectivamente, de rodovias vicinais e pavimentos urbanos sujeitos a baixo volume de tráfego, além de sinalizar qual seria a proporção ideal destes materiais.

Palavras-chave: Argila Laterítica, Resíduo de Construção Civil, Materiais alternativos, Reaproveitamento, Sustentabilidade.

STUDY OF REUTILIZATION OF RESIDUES OF CIVIL CONSTRUCTION IN CLAYEY LATERITIC SOIL MIXTURES FOR USING IN ECONOMIC PAVEMENTS

Abstract: Brazilian lateritic soils in the natural state do not provide adequate conditions for its use in flooring bases, but when mixed with other elements may have satisfactory performance for its use. Thus, the present study aims to evaluate natural soil mixes with construction waste (class A) for use in flooring economic base targeting a use for recycling of these materials that are generated in large quantities and do not have an appropriate final destination. The survey results, especially in the proportion of 40 % of aggregate results were partially or fully satisfactory. The research is ongoing, being integrated soil study project clayey regional laterite for use in economic decks, and intends to investigate the possibility of using ALA mixtures in setting up bases and sub-bases, respectively,

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO

INFORMAÇÕES



neighborhood, and urban pavements highways subject to low traffic volume , as well as indicating what would be the ideal proportion of these materials.

Keywords: *Lateritic Clay, Residues of Civil Construction, Alternative Materials, Reutilization, Sustainability.*

1. INTRODUÇÃO

No decorrer da história da humanidade, o homem vem explorando de forma inapropriada os recursos naturais para produzir os mais diversos tipos de materiais. Com a intensa industrialização, o crescimento populacional urbano e o aumento do poder aquisitivo, essa exploração tem aumentado cada vez mais. A Construção Civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, e, por outro lado, comporta-se, ainda, como grande geradora de impactos ambientais, quer seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos (SINDUSCON-SP, 2005).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), o Brasil produziu no ano de 2010 cerca de 60,8 milhões de toneladas de Resíduos de Construção Civil (RCC), dos quais quase 31 milhões se originaram de novas construções (ABRELPE, 2012).

De acordo com John (2000), estes problemas se agravam ainda mais, com a escassez de áreas de deposição de resíduos causada pela ocupação e valorização de áreas urbanas, altos custos sociais no gerenciamento de resíduos, problemas de saneamento público e contaminação ambiental.

Conforme Bagatini (2011) a existência de prováveis áreas que sofrem danos devido ao contato com resíduos contaminados pode vir a acarretar sérias consequências ambientais e sanitárias, tornando-as restritas para determinados usos. As atividades da indústria da construção civil são consideradas como importantes fontes de contaminação de áreas, principalmente nos processos em que se faz uso de substâncias perigosas e, conseqüentemente, geram resíduos perigosos.

Dessa forma, a necessidade da existência de políticas públicas, é de fundamental importância para o controle da geração de resíduos e para a avaliação dos impactos gerados nos mesmos (SANTOS, 2007).

Esses fatores levam a buscar alternativas para minimizar o impacto ambiental gerado pela indústria da construção civil. Nesta situação, Buligon (2015) apresentou que a ABRECON (Associação Brasileira de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição) destaca a importância da realização de estudos de novas tecnologias e de materiais alternativos que possam ser usados neste setor. Um destes materiais é o agregado miúdo reciclado e que em substituição ao agregado natural, diminui os impactos provocados pela extração dos recursos naturais. É considerável também ressaltar a viabilidade logística e de transportes, em um aspecto de ordem econômica, pois existe a necessidade de aproximar as fontes de produção do agregado com o local do consumo, diminuindo assim o seu custo.

Ainda segundo a ABRECON (2015), a reciclagem é, sem dúvida, a melhor alternativa para reduzir o impacto que o ambiente pode sofrer com o consumo de matéria prima e a geração desordenada de resíduos. Nos últimos anos a reciclagem tem sido incentivada em todo mundo, seja por questões políticas ou ecológicas.

De acordo com John (1996 apud LEITE, 2001, p. 23), o mercado da construção civil se apresenta como uma das melhores alternativas para consumir materiais reciclados, pois a atividade de construção é realizada em qualquer região, o que já reduz custos de transporte. Além disso, a autora ainda salienta que os materiais necessários para produção, da maioria dos componentes de uma edificação, não precisam de grande sofisticação técnica.

Esse estudo tem-se como alternativa econômica e ambientalmente favorável para o uso em misturas com solo laterítico argiloso para aplicação em bases e sub-bases de pavimentação. Consoante à restrição de áreas irregulares de descarte, essa alternativa tem se mostrado eficaz, também contra a redução do impacto causado pelo alto consumo de materiais de construção (BLUMENSCHNEIN, 2004).



Devido à baixa utilização de RCC e baseado em experiências anteriores e bibliografias sobre uso de misturas ALA (Argila Laterítica com Areia) em projeto de pesquisa institucional do curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, foi proposta tema de pesquisa para avaliar misturas de solo natural com agregado miúdo obtido através da reciclagem de resíduos de construção civil, para uso em pavimentação econômica. Assim, esta pesquisa faz parte do Projeto de Pesquisa Institucional “Estudo de Solo Argiloso Laterítico para Uso em Pavimentos Econômicos”, vinculada ao Grupo de Pesquisa em Novos Materiais e Tecnologias para Construção, cadastrado no DGP/CNPQ, sendo no ano de 2015 base para trabalho de conclusão de curso de Buligon (2015).

O objetivo da pesquisa relatado neste artigo é estudar três diferentes misturas de solo laterítico argiloso de Ijuí e agregado miúdo reciclado (RCC – Classe A), na proporção em peso de 20, 30 e 40% de RCC, avaliar como se comporta o solo com esses teores de misturas e observar qual a porcentagem ideal para a sua utilização em pavimentos de baixo custo.

2. RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil vem crescentemente contribuindo com a grande produção de resíduos sólidos, que são gerados em todos os processos de construção. Dentre elas podemos citar a ocupação de terras, demolição, descarte, extração de matéria prima entre outros, e que, de alguma forma, pode causar grandes prejuízos ao meio ambiente. (BLUMENSCHNEIDER, 2004)

Os resíduos de construção civil (RCC) podem ser classificados a partir de suas características e de sua origem, onde a Resolução nº 307 de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Art. 3º elucida a divisão desses materiais da seguinte forma:

Classe A: Composta pelos seguintes resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados:
- de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; - de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; - de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros bem como: telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (nova redação dada pela Resolução nº 348/04).

A partir desta problemática, foi desenvolvido o estudo para analisar o comportamento das misturas do resíduo de construção civil com solo argiloso laterítico do município de Ijuí. Na Figura 1 mostra-se o resíduo Classe A utilizado sendo denominado pó de pedra ou areião, possuindo graduação fina com material até 4,6 mm. Este resíduo foi escolhido a partir da semelhança granulométrica da areia média utilizada em pesquisas de misturas ALA (Argila Laterítica e Areia), por possuir um bom comportamento para uso em pavimentos econômicos.

Figura 1- Pó de pedra ou areião (RCC)



Fonte: Buligon (2015)

3. PAVIMENTO ECONÔMICO

O termo “Pavimento Econômico” conforme Villibor e Nogami (2009), é um pavimento que utiliza base constituída de materiais naturais ou misturada com pequena porcentagem de agregado, cujos custos de execução são substancialmente menores do que aqueles verificados nas bases tradicionais, como: brita graduada, macadame hidráulico, solo cimento, etc.

Ainda segundo Villibor e Nogami (2009), além dos benefícios econômicos existem vantagens ambientais proporcionadas pelo uso das bases de baixo custo, já que estas estão ligadas ao fato de suas jazidas serem de ocorrências naturais, permitindo a recuperação das áreas exploradas, proporcionando um sistema de drenagem superficial adequado, minimizando os danos ambientais, além de substituir os materiais utilizados nas bases tradicionais, como os agregados britados e cimento, que tem alto valor de exploração e degradação das áreas exploradas.

Existem muitos solos lateríticos brasileiros no estado natural que não apresentam características apropriadas para emprego em bases de pavimentos, porém quando misturados entre si ou com areias, poderiam fornecer materiais adequados com comportamento semelhante a um solo arenoso fino laterítico, sabidamente consagrado como de ótima performance e utilizado com sucesso em muitas rodovias no país, especialmente no estado de São Paulo (VILLIBOR E NOGAMI, 2009)

No Rio Grande do Sul as condições climáticas são fatores limitantes e que praticamente inviabilizam a utilização dos solos lateríticos puros como bases de rodovias, pois o material exposto perde resistência pela ação do tráfego e do aumento da umidade na mistura (COUTO, 2009). Dessa forma, se procura cada vez mais a inserção de materiais que venham a beneficiar o solo e permitir a composição de misturas que melhorem as propriedades geotécnicas do solo característico da região, minimizando custos de implantação de pavimentação.

Tendo isso em vista, Wayhs (2004) observa que nestes períodos de escassez dos recursos financeiros, e com os reclamos sociais pelo aumento da qualidade e condições das vias, a pavimentação de estradas com a utilização de materiais alternativos, mais abundantes e econômicos, torna-se cada vez mais necessária.

4. METODOLOGIA

A metodologia adotada contempla a obtenção das amostras de solo, caracterização dos solos e das misturas de solo com RCC através de ensaios de laboratório, realização de ensaios de compactação e suporte, apresentação e análise de resultados. A sequência executiva se dá a partir dos ensaios de granulometria, Limites de Atterberg, compactação, Índice Suporte Califórnia e em seguida da sistemática MCT.

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Engenharia Civil do Campus Ijuí da UNIJUÍ (LEC).

O solo utilizado para o estudo dessa pesquisa foi retirado das proximidades do prédio do Hospital Veterinário da UNIJUÍ, na cidade de Ijuí – RS, sempre do horizonte B, localizado cerca de 1



m abaixo da superfície, evitando assim a presença de matérias orgânicas que poderiam interferir no resultado dos ensaios.

O RCC utilizado é proveniente da empresa RESICON - Central de Triagem e Reciclagem de Resíduos de Construção Civil do Noroeste do RS, que está situada no município de Santa Rosa localizada a 102 km de distância de Ijuí, sendo este resíduo constituído de material de menor granulometria produzido.

As misturas ALARC (Argila Laterítica e Areião de Resíduo de Construção) seguiram a metodologia apresentada por Villibor e Nogami (2009) para misturas ALA, nos teores de 20, 30 e 40% em peso de areião.

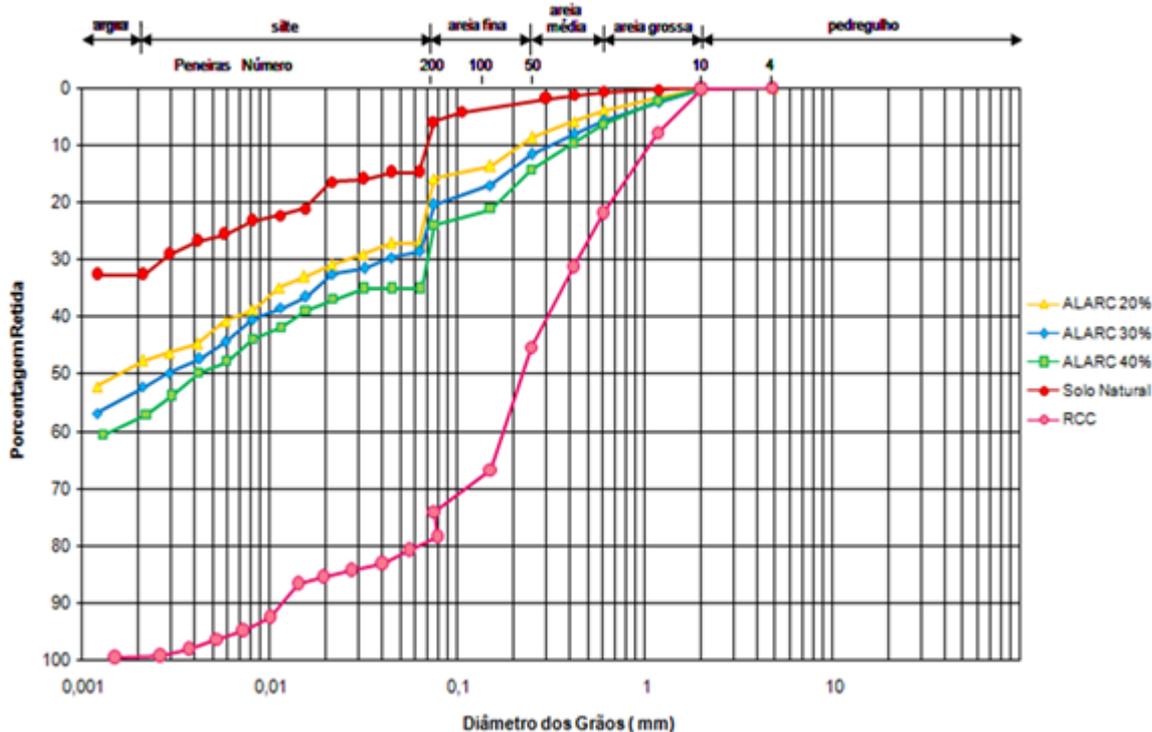
Em laboratório é feita a preparação das amostras conforme NBR 6457 (1986), possibilitando a execução dos ensaios necessários às classificações tradicionais: NBR 6459 (1984) - Determinação do Limite de Liquidez, NBR 6508 (1984) - Determinação da Massa Específica Real, NBR 7180 (1984) - Determinação do Limite de Plasticidade, NBR 7181 (1984) - Análise Granulométrica. Além destes foram feitos ensaios de compactação de acordo com NBR 7182 (1986) e ensaios de índice de suporte Califórnia de acordo com a NBR 9895 (1987).

Na sequência foram realizados os ensaios da classificação e da metodologia MCT baseados no proposto por Villibor e Nogami (2009) que engloba os ensaios classificatórios da MCT (M5 – Ensaio de Compactação Mini-MCV; M8 – Ensaio de Perda de Massa por Imersão; e o procedimento M9 – Classificação Geotécnica MCT).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas granulométricas do solo, do RCC e das misturas de solo e agregado miúdo reciclado apresentam-se na Figura 2, onde observa-se que a porcentagem passante na peneira nº 200 do solo é de aproximadamente 95% e a granulometria do RCC ficou compreendida quase em sua totalidade entre as peneiras nº 10 e 200. Percebe-se que as misturas ALARC apresentaram curvas intermediárias entre o solo e o RCC, como era de se esperar.

Figura 2- Curvas granulométricas



Fonte: Buligon (2015)



Nenhuma das amostras analisadas satisfizeram as faixas granulométricas preconizadas nas especificações do DNIT-ES 141/2010 para bases estabilizadas granulometricamente e DNIT-ES 098/2007 para base estabilizada com utilização de solo laterítico. Da mesma forma, não se atenderam a exigência dos valores de limite de liquidez (LL) e índice de plasticidade (IP) das duas especificações. Os valores de LL para o solo natural e das misturas ALARC 20, 30 e 40% apresentaram para LL 65, 49, 46 e 46% e para IP 26, 22, 24 e 20 respectivamente. Para a primeira especificação LL deve ser maior ou igual a 25% e o IP inferior ou igual a 6%. Já para a segunda especificação LL deve ser inferior ou igual a 40% e o IP inferior ou igual a 15%.

A partir da granulometria e dos limites de consistência efetuou-se a classificação do solo segundo o Sistema Unificado de Classificação de Solo (SUCS). O solo natural foi classificado como MH, classificado assim por possuir um limite de liquidez superior a 50%. Já as misturas ALARC por possuírem limite de liquidez abaixo de 50% foram classificadas como CL. Todas as amostras em estudo apresentaram 50% ou mais dos grãos do material passando na peneira de nº 200, sendo classificados como solos de granulação fina.

Da mesma forma, pelo Sistema Rodoviário de Classificação HRB/AASHTO, o solo natural foi classificado como solo A-7-5 (materiais com índice de plasticidade moderado em relação ao limite de liquidez) e índice de grupo 18 e as misturas ALARC como solos A-7-6 com índice de grupo das misturas 20, 30, 40% totalizando respectivamente 15, 15 e 13.

Na Tabela 1 apresenta-se os resultados dos ensaios de compactação e índice de suporte Califórnia (ISC). Há uma grande variabilidade de resultados nos resultados, que não apresentam um padrão específico.

Tabela 1- Valores de compactação e ISC

Índice de Suporte Califórnia					
AMOSTRA	Energia de Compactação	pd (Kg/m³)	Wot (%)	I.S.C. %	Expansão
Solo Natural	Intermediária	14,75	31,00	21	0,30
	Modificada	15,4	28,00	28	0,54
ALARC 20%	Intermediária	15,7	25,53	9,82	0,37
	Modificada	16,4	25,86	8,16	0,0783
ALARC 30%	Intermediária	15,9	26,06	5,14	0,1741
	Modificada	16,9	22,15	21,16	0,0696
ALARC 40%	Intermediária	16,4	23,00	8,01	0,1567
	Modificada	16,5	23,25	16,04	0,0522

Fonte: Buligon (2015)

De acordo com DNIT (2006), materiais para uso em sub-bases recomendam-se que tenham $ISC \geq 20\%$, $IG=0$ e $expansão \leq 1\%$. Analisando os resultados obtidos a partir da Tabela 1, na energia intermediária, percebe-se que nenhuma das misturas atende a recomendação completa, não apresentam $ISC \geq 20\%$ e $IG=0$, mas atendem quanto à expansão.

Posteriormente foram feitos os ensaios M5 e M8 e o procedimento M9 para a classificação. As amostras para a realização dos ensaios foram preparadas conforme especificações de Villibor e Nogami (2009). O ensaio M5, também chamado de compactação mini - MCV foi realizado de acordo com a norma DNER-ME 258/94 e foram moldados cinco corpos de provas. Já os ensaios da perda de massa por imersão (M8) foram moldados também cinco corpos de prova para cada umidade e deixados em imersão por 20 horas. A partir dos resultados obtidos plota-se os valores no gráfico da

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO

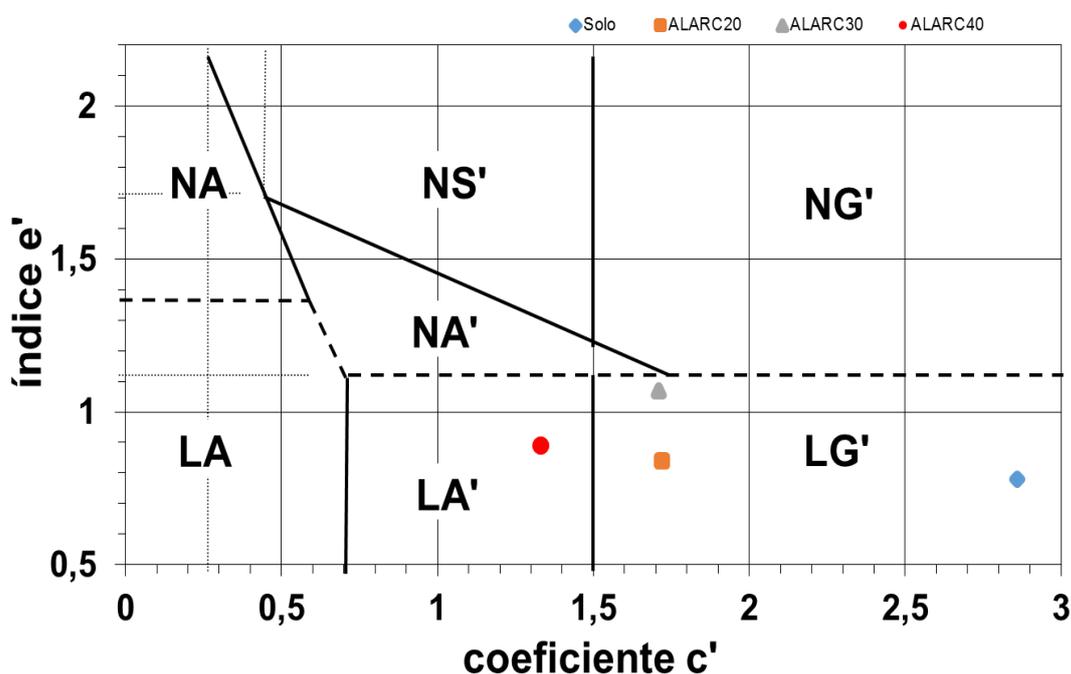
INFORMAÇÕES

Classificação MCT, conforme apresenta-se na Figura 3. O gráfico tem no eixo das ordenadas o índice e' obtido de cálculo que envolve o valor advindo do ensaio M8 e da deformabilidade de curvas de compactação do ensaio M5. No eixo das ordenadas o gráfico tem o índice c' que é comandado pela granulometria, sendo quanto maior mais fino o solo ou mistura.

Assim, os pesquisadores Villibor e Nogami (2009) sugerem como região satisfatória de materiais para uso em bases de pavimentos quando o solo valores de c' fiquem entre 0,7 e 1,9 e para e' entre 0,5 e 1,1. Também propuseram uma região recomendável para valores de c' entre 1,1 e 1,75 e para e' entre 0,5 e 1.

Analisando o gráfico da Classificação MCT apresentado na Figura 3, é possível perceber que o solo e as amostras ALARC 20 e 30% foram classificadas como LG' e a ALARC 40% como LA', ou seja, solos lateríticos argilosos e solo laterítico arenoso respectivamente.

Figura 3- Gráfico da classificação MCT



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelas especificações do DNIT, reconhecidamente conservadoras e tradicionais, nenhuma das amostras de solo de misturas ALARC atendem as recomendações quanto ao uso em bases e sub-bases.

Por outro enfoque, analisando o gráfico da Figura 3, conclui-se que: o solo natural encontra-se fora da região satisfatória do Gráfico de Classificação MCT proposta pelos pesquisadores da metodologia. Já as misturas ALARC 20 % e 30% encontram-se na região satisfatória e a mistura ALARC 40% encontra-se na região recomendável.

Na sequência da pesquisa serão realizados os demais ensaios da sistemática MCT, considerada inovadora e não tradicional, que são: M1 - Ensaio de Compactação Mini-Proctor; M2 – Ensaio Mini-CBR e Expansão; M3 – Ensaio de Contração; M4 – Ensaio de Infiltrabilidade e Permeabilidade; M6 – Ensaio de Penetração da Imprimadura Betuminosa; M7 – Ensaio de Mini-CBR de Campo – Procedimento Dinâmico.

Com a realização completa dos ensaios da metodologia MCT, se espera atender as especificações técnicas da utilização dos solos lateríticos em bases e sub-bases, e assim avaliar a viabilidade do emprego das misturas ALARC em pavimentos econômicos, para desta forma reduzir



os impactos ambientais e econômicos que o emprego de outros materiais causam ao meio ambiente.

Agradecimentos

Ao MEC-SESu pela possibilidade de participação no Programa de Educação Tutorial, ao Laboratório de Engenharia Civil da UNIJUI (LEC), e aos demais bolsistas que colaboraram nas discussões e execução dos ensaios.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRECON. Associação brasileira para reciclagem de resíduos da construção e demolição. Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/Noticias.aspx>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

ABRELPE. Associação brasileira de empresas de limpeza pública de resíduos especiais. **Recuperação energética – Caderno informativo – Resíduos Sólidos Urbanos**. 2012. Disponível em:<http://www.plastivida.org.br/2009/pdfs/2012_Caderno_Plastivida_Abrelpe.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2016.

BAGATINI, Felipe. **Resíduos de Construção Civil: Aproveitamento como base e sub-base na pavimentação de vias urbanas**. 2011. 72 f. Dissertação para obtenção de título em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/39135/000825270>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

BLUMENSCHNEIDER, R. N. A. **A sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção**. 2004. 249 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

BRASIL, Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Pavimentação**, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual_de_Pavimentacao_Versao_Final.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2016.

BULIGON, Liliane Bonadiman. **Estudo de misturas de solo argiloso laterítico e resíduo de construção civil para uso em pavimentos econômicos**. 2015. 89f. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI, 2015. Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/2015/TCC%20Liliane%20Bonadiman%20Buligon.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 307 de 23 de janeiro de 1986**. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

COUTO, Jeferson Berni. **Estudo de misturas de solo-agregado em bases e sub-bases rodoviárias do Rio Grande do Sul: caracterização de laboratório e execução de trecho experimental**. 2009. 163 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/17358>>. Acesso em: 18 jul. 2016.



JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** São Paulo, 2000. 102 p. Tese (livro docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

LEITE, Mônica Batista. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** 2001. 266 f. Tese (Doutorado – Escola de Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/21839>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

SANTOS, Helaine Naves et al. **Ações referentes a gestão de resíduos da construção civil em Araguari-mg.** In: ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, XVI, 2010. [Porto Alegre, RS]. Disponível em: <www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=621>. Acesso em: 18 jul. 2016.

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

VILLIBOR, Douglas Fadul *et al.* **Pavimentos de Baixo Custo para Vias Urbanas: Bases alternativas com solos lateríticos Gestão de Manutenção de Vias Urbanas.** 3. ed. São Paulo: Arte & Ciência, 2009. Disponível em: Acesso em: 18 jul. 2016.

WAYHS, Carlos A. S.P. **Estudo de materiais alternativos utilizados em pavimentação de baixo custo na região noroeste do Rio Grande do Sul.** 2004. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/6591>>. Acesso em: 18 jul. 2016.