

ASPECTOS GERAIS DA GEOTECNIA DO ESTADO DO ACRE COM ÊNFASE EM PAVIMENTAÇÃO RODOVIÁRIA

GENERAL ASPECTS OF THE GEOTECHNICS OF THE STATE OF ACRE WITH EMPHASIS ON ROAD PAVING

Victor Hugo Rodrigues Barbosa¹, Antônio Carlos Rodrigues Guimarães², Maria Esther Soares
Marques³

¹Instituto Militar de Engenharia, IME/RJ, victorhrb@gmail.com

²Instituto Militar de Engenharia, IME/RJ, guimaraes@ime.eb.br

³Instituto Militar de Engenharia, IME/RJ, esther@ime.eb.br

Recebido:

10 de fevereiro de 2021

Aceito para publicação:

05 de março de 2021

Publicado:

30 de março de 2021

Editor de área:

Luciana Nogueira Dantas

Palavras-chaves:

Geotecnia.
Pavimentação.
Acre.

Keywords:

Geotechnical.
Paving.
Acre.

DOI.ORG/10.29327/235171.1.50-4



RESUMO

As características geotécnicas do estado do Acre vêm demandando grandes esforços da engenharia rodoviária nas últimas décadas pelos seguintes motivos: a generalizada ocorrência de solos de elevada atividade (estrutura 2:1) com pedogênese diferenciada dos demais solos da Amazônia, a baixa disponibilidade de jazidas de solos lateríticos com granulometria adequada para bases e a necessidade de importação de pedra britada de estados vizinhos devido à ausência de jazidas comerciais na região. Como consequência, mesmo com os elevados custos despendidos na construção, grande parte da malha viária apresenta graves problemas estruturais. Como fator agravante, soma-se o fato de que as metodologias oficiais vigentes de seleção de materiais e métodos de dimensionamento dificultam o uso de uma maior variabilidade de alternativas locais e o tratamento adequado às diversas interações pavimento-veículo por meio da Mecânica dos Pavimentos. Este artigo traz aspectos gerais dos principais temas de interesse geotécnico para a pavimentação no Acre. Além disso, por meio de uma revisão da literatura, são propostos caminhos para o desenvolvimento da pavimentação no estado.

ABSTRACT

The geotechnical characteristics of the state of Acre have been demanding major road engineering efforts in recent decades for the following reasons: the widespread occurrence of high activity soils (2:1 structure) with differentiated pedogenesis of the other Amazon soils, the low availability of lateritic soils deposits with adequate granulometry for bases and the need to import crushed stone from neighboring states due to the absence of commercial deposits in the region. Consequently, even with the high costs incurred in construction, a large part of the road network presents serious structural problems. As an aggravating factor is the fact that current official methodologies for selection of materials and design methods make it difficult to use a greater variability of local alternatives and the adequate treatment of the different pavement-vehicle interactions through Pavement Mechanics. This article presents the general aspects of the main geotechnical topics for paving in Acre and, through a review of the literature, paths are proposed for the development of paving in the state.

1. INTRODUÇÃO

As características geotécnicas do estado do Acre vêm demandando grandes esforços da engenharia rodoviária nas últimas décadas. Caracterizado por uma bacia sedimentar com um horizonte espesso de

material fino em quase toda sua superfície, o estado possui uma grande variedade de solos, dos quais grande parte não apresenta pedogênese adequada para emprego direto em camadas de pavimentos (ACRE, 2010).

Os solos do Acre apresentam uma diferenciação clara em sua gênese quando comparados aos demais solos da Amazônia. Por serem originados de sedimentos oriundos dos Andes, apresentam características eutróficas, vérticas e a presença de argilas de elevada atividade (AMARAL, 2007). Solos com essas características são encontrados em todo o estado, porém ocorrem de forma abundante na região central, a qual é conhecida pela grande ocorrência de solos expansivos e também pela grande dificuldade na implantação de obras rodoviárias, sendo uma região que concentra um elevado número de problemas estruturais em diversos trechos da rodovia BR-364.

O Acre possui dois grandes eixos rodoviários. O primeiro corta o Estado em direção NW-SE (BR-364), ligando os municípios de Cruzeiro do Sul a Rio Branco. O segundo, na direção NE-SW, une a Capital do Estado à cidade de Assis Brasil (BR-317). Um fato a observar é que a BR-364 intercepta uma grande quantidade de Rios e Igarapés, implicando na necessidade de construção de obras de arte. Além disso, como esses cursos d'água mudaram de traçado ao longo do período quaternário, frequentemente esta rodovia corta trechos de terraços aluviais abandonados, os quais podem conter areias finas com granulometria bastante sedimentada e com elevado teor de matéria orgânica.

Os elevados índices pluviométricos – geralmente concentrados entre outubro e abril – influenciam sobremaneira a qualidade de parte das rodovias acreanas. A elevada ocorrência de solos expansivos ao longo do subleito e nas bordas das rodovias são muito suscetíveis à variação de umidade, ocorrendo movimentações significativas que resultam em defeitos nos pavimentos. Outro ponto apontado em Brasil (1976) está relacionado à dificuldade de previsão da vazão das enchentes no estado, o que torna difícil o dimensionamento adequado de dispositivos de drenagem, dificultando o tráfego no período chuvoso, seja pela saturação das camadas do pavimento ou pela erosão nas áreas de aterro.

De acordo com o mais recente Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre (ACRE, 2010), do ponto de vista pedológico, o Estado pode ser dividido em três grandes pedoambientes: um ao leste do Estado, outro na região mais central do Estado e o terceiro no extremo oeste.

Na região leste do estado, onde está situada a Capital Rio Branco, predominam os Argissolos e, em menor proporção, os latossolos. São geralmente solos mais profundos, bem drenados, lixiviados e com argilas de baixa atividade. De acordo com Guimarães et al. (2006), nessa região encontram-se jazidas de solos finos lateríticos e jazidas de solos lateríticos concrecionados (lateritas), sendo esse último utilizado, sempre que possível, como camada granular de pavimentos no estado.

Já a região central do Acre, compreendida entre os municípios de Sena Madureira e Tarauacá, corresponde a uma área de bacia com predomínio de solos mais rasos, mal drenados e de argilas de atividade alta, com a presença de minerais de argila expansíveis (argila 2:1). Esses solos são bastante suscetíveis à umidade, tornando-se muito duros e cheios de fendas no período seco e, por outro lado, difíceis de trafegar durante a estação chuvosa por se tornarem aderentes e escorregadios (ACRE, 2010). São nessas áreas onde, periodicamente, a rodovia de ligação Leste-Oeste (BR 364) demanda maiores trabalhos de recuperação.

A Figura 01 apresenta o mapa de solos em nível de ordem do Estado do Acre, sendo possível visualizar a Rodovia BR 364 cruzando o estado no sentido Leste-Oeste. A distribuição em área e percentual das classes dos solos está listada na Tabela 1, destacando o predomínio no Estado dos Argissolos e Cambissolos.

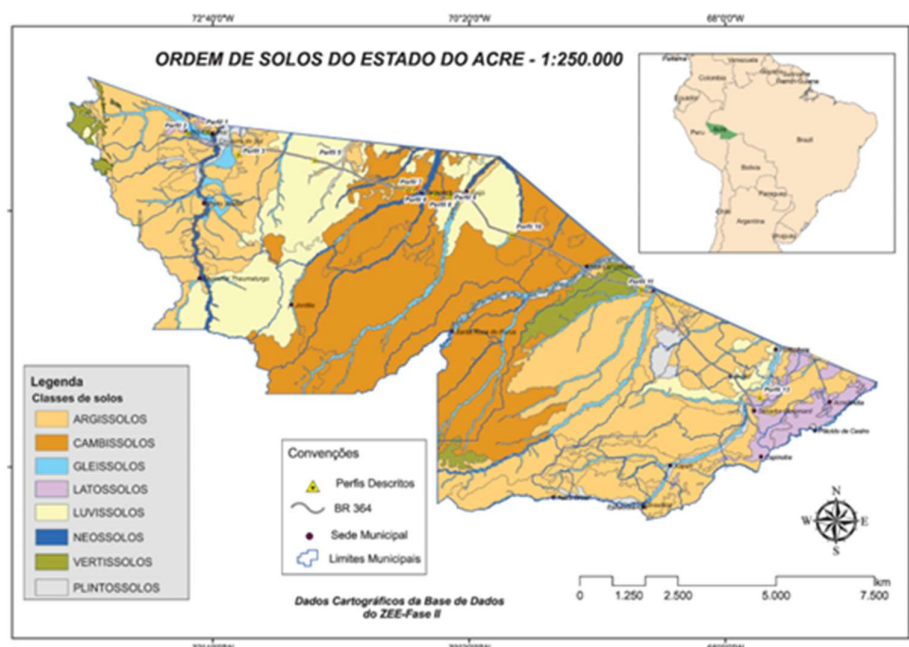


Figura 1: Mapa de solos do Estado do Acre (ACRE, 2010).

Tabela 1: Distribuição em área e percentual das classes de solos do estado do Acre (ACRE, 2010).

Classe de Solo	Área ocupada (ha)	Percentual Ocupado (%)
Argissolos	6.275.532	38,32
Cambissolos	5.168.451	31,56
Luvisolos	2.390.496	14,60
Gleissolos	978.561	5,98
Latossolos	515.489	3,15
Vertissolos	498.064	3,04
Plintossolos	361.142	2,21
Neossolos	189.154	1,16
Total	16.376.890	100,00

O Acre é o único estado do Brasil que não explora a chamada pedra britada, cuja utilização é recorrente em bases granulares de pavimentos, seja mediante BGS (brita graduada simples) ou em misturas solo-agregado. Os afloramentos rochosos no estado estão presentes apenas a oeste, no Parque Nacional da Serra do Divisor, porém sua exploração é considerada inviável. A alternativa utilizada vem sendo a importação de agregados pétreos de estados vizinhos, o que gera elevados custos de transporte e dificulta a viabilização de diversas obras. Como consequência, o Acre é o estado que possui a brita mais cara do Brasil (Figura 2), conforme os índices da Construção Civil - SINAPI (CAIXA, 2020).

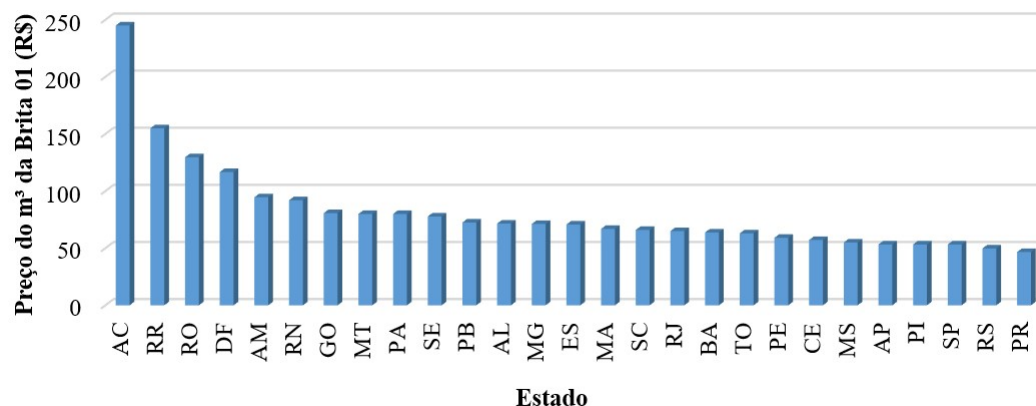


Figura 2: Comparativo do preço da brita 01 entre estados (CAIXA, 2020).

A procura por material tecnicamente conveniente que substituísse a rocha como material de construção resultou na descoberta e exploração de jazidas de solos lateríticos concrecionados (lateritas ou piçarras) a partir dos anos 80, cujo material passou a constituir-se em uma alternativa comumente empregada para compor camadas granulares de pavimentos no Acre, especialmente pelo bom desempenho obtido na prática, a despeito das deficiências granulométricas segundo os métodos tradicionais de seleção de solos para bases (Acre, 2010; Guimarães et al., 2006).

Apesar disso, considerando que o Acre apresenta uma das menores taxas de desmatamento da Amazônia, as jazidas desse tipo de solo não são facilmente identificadas na natureza local, com ocorrências bastante esparsas nos pontos mais elevados do relevo da região (Seixas, 1997).

Este artigo tem por objetivo discorrer com mais detalhes sobre alguns dos principais aspectos geotécnicos ligados à área de pavimentação no estado do Acre. Para isso, são feitas considerações sobre o solo natural que compõe a camada de subleito e sobre as opções de materiais disponíveis para compor as camadas dos pavimentos. Adicionalmente, são discutidas alternativas já utilizadas com sucesso e outras com grandes perspectivas para o desenvolvimento da região.

2. CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS DO ACRE EM PAVIMENTAÇÃO

2.1. Solos Expansivos

Como consequência dos aspectos peculiares da geologia e pedologia do Acre, um dos fatores que dificultam a implantação de obras rodoviárias no estado é a presença de solos de elevada expansibilidade, conhecidos localmente como “tabatinga”, cuja ocorrência é mais intensa na região central do estado, tornando-se praticamente inviável sua remoção ao longo do leito estradal. Trata-se de um solo silto-argiloso de origem sedimentar e coloração esbranquiçada, apresentando consistência muito plástica e elevada expansão quando em contato com a água.

Do ponto de vista conceitual, solos expansivos são tipos específicos de solos argilosos não saturados que alternam aumento de volume por umedecimento e posterior redução por secagem, o que tende a ocorrer de forma cíclica, quase sempre devido a dinâmicas sazonais. De acordo com Ferreira *et al.* (2017), a variação de volume que ocorre no terreno pode causar tensões indesejáveis nas estruturas em Obras de Engenharia, resultando em danos severos em edificações leves e pavimentos. Nos Estados Unidos, o

prejuízo causado por solos expansivos chegou a ser estimado em até US\$ 9 bilhões por ano (Fredlund, 2012).

A Figura 03 apresenta exemplos de defeitos relacionados a solos expansivos identificados próximos à rodovia BR-364, no entorno da capital Rio Branco. Em (a) e (b) são mostrados defeitos em decorrência do subleito expansivo, as quais foram apresentadas pelos técnicos da Infraero nas pistas de acesso (taxiamento) à Pista de Pouso e Decolagem do Aeroporto Internacional de Rio Branco. Em (c) são mostradas trincas longitudinais em segmentos recém-construídos de pavimento local após o início do período chuvoso.



Figura 3: Defeitos em pavimentos locais decorrentes do subleito expansivo.

A baixa qualidade em pavimentação de um típico solo expansivo do Acre pode ser vista na pesquisa de Guimarães (2009). Inicialmente, os ensaios mecânicos de módulo de resiliência e deformação permanente nas amostras, na condição de umidade ótima de compactação, indicaram valores que podem ser considerados normais para materiais de subleito de comportamento não laterítico. Entretanto, ao induzir o ganho de umidade do corpo-de-prova por capilaridade, situação na prática facilmente atingida em solos da Amazônia, o material apresentou valores de deformação permanente extremamente elevados em poucos ciclos de aplicação de cargas, mostrando-se um material, nessas condições, muito deformável.

A esse respeito, vale ressaltar que muitos solos expansivos da região possuem uma alta resistência ao cisalhamento quando em condições ideais de compactação e umidade, o que à primeira vista pode mascarar um comportamento expansivo indesejável. Ou seja, é comum ensaios de sondagem SPT indicar valores elevados em solos altamente expansivos, bem como – nesse mesmo tipo de material – ensaios de CBR indicarem valores considerados aceitáveis para solos argilosos de subleito.

Merece atenção especial a experiência de Seixas (1997), quando da implantação do novo Aeroporto de Rio Branco, o qual observou o surgimento de deformações permanentes no pavimento em função do subleito expansivo. Tais problemas não eram esperados, uma vez que sondagens sísmicas acusaram a presença do nível d'água somente a partir de 30 m de profundidade, bem como a infiltração de águas

pluviais parecia dificultada em virtude do subleito argiloso de baixa permeabilidade, com mais de 90% de material fino passando na peneira nº 200. Percebeu-se, no entanto, que após o período chuvoso, a umidade crescia no perfil de solo em decorrência de um sistema reticulado de trincas, formado a partir de ramificações de raízes dos vegetais em virtude do ressecamento que causam no solo em torno de si mesmas, por meio da absorção de umidade e do trabalho de expansão e retração (Figura 4).

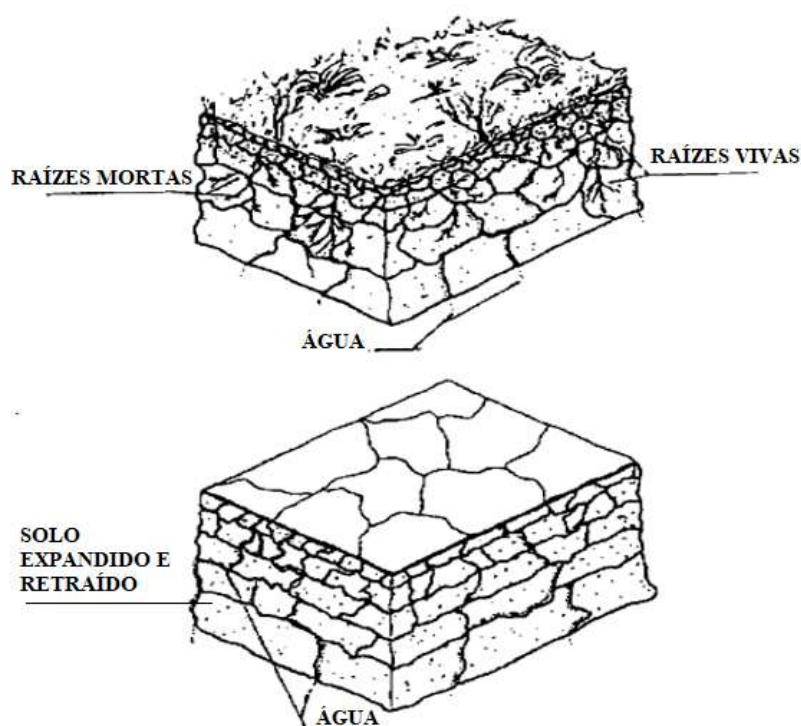


Figura 4: Mecanismos de variação da umidade no perfil do solo. Adaptado de (Seixas, 1997).

Atualmente no Acre, assim como no Brasil, a identificação dos solos expansivos é muito dependente de índices tradicionais para caracterização de solos, como SPT, granulometria e índices de consistência, o que nem sempre permite identificar de maneira satisfatória as características do material. A ampliação de pesquisas na região e a inserção de métodos de ensaios mais avançados são fundamentais para a reversão desse cenário, uma vez que a correta identificação de solos expansivos é um estágio essencial no sucesso de projetos de engenharia, evitando a ruptura de obras ou a necessidade de reparos constantes.

2.2. Jazidas para bases

2.2.1. Análise granulométrica de jazidas de base utilizadas

Para se obter um panorama geral dos solos empregados em Pavimentos no Acre na mesorregião do Vale do Acre (porção Leste do estado), obteve-se junto a empresas locais dados de caracterização de jazidas que foram estudadas e empregadas como materiais de base – *in natura* ou mediante misturas - em obras de recuperação da BR-364 e BR-317, as quais são apresentadas na Tabela 2 e locadas no mapa na Figura 5.

Tabela 2: Granulometria, índices físicos e CBR de amostras de jazidas de Lateritas e Solos finos lateríticos empregados para base em diversos pavimentos na mesorregião do Vale do Acre (Leste do estado).

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jazida	Nazareno	Epitaciolândia	Assis Brasil	Capixaba	Cosmoti (Quinari)	Porto Acre	J3 irmãos	Teófilo	Vailton	Irmãos Quintela
Localização	BR-364, Km 340,85, Sena - Man.	BR-317, Rio Branco - Brasileira	BR-317	AC-40	BR-317	AC-10	BR-364 KM 339+70 LE - Sena - Feijó	BR-317 - Km 271,6 LE	BR-317, km 299,1 LD	BR-317, km 11
Granulometria	2"	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	1"	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,9	88,3
	3/8"	77,2	82,3	100,0	84,3	92,3	96,1	100,0	77,1	78,4
	Nº 4	69,2	57,2	100,0	70,5	59,0	88,3	100,0	57,9	66,4
	Nº 10	68,5	48,4	99,8	64,0	49,3	85,5	100,0	49,7	57,6
	Nº 40	65,1	46,1	98,8	62,6	48,3	83,0	73,7	47,9	58,4
	Nº 80	65,1	46,1	98,8	62,6	48,3	83,0	73,7	47,9	58,4
	Nº 200	28,4	33,1	67,6	43,6	35,0	51,6	22,3	35,9	29,4
LL	31,0	33,0	40,0	44,1	43,4	45,4		37,8	20,0	55,8
IP	14,0	7,4	15,0	11,0	15,4	14,1		10,8	9,0	31,4
I.S.C (%)	50,1	74,7	-	45,5	89,4	43,0	-	85,0	117,4	38,0
Exp (%)	0,8	0,4	-	0,2	0,3	0,0	-	0,5	0,2	0,3

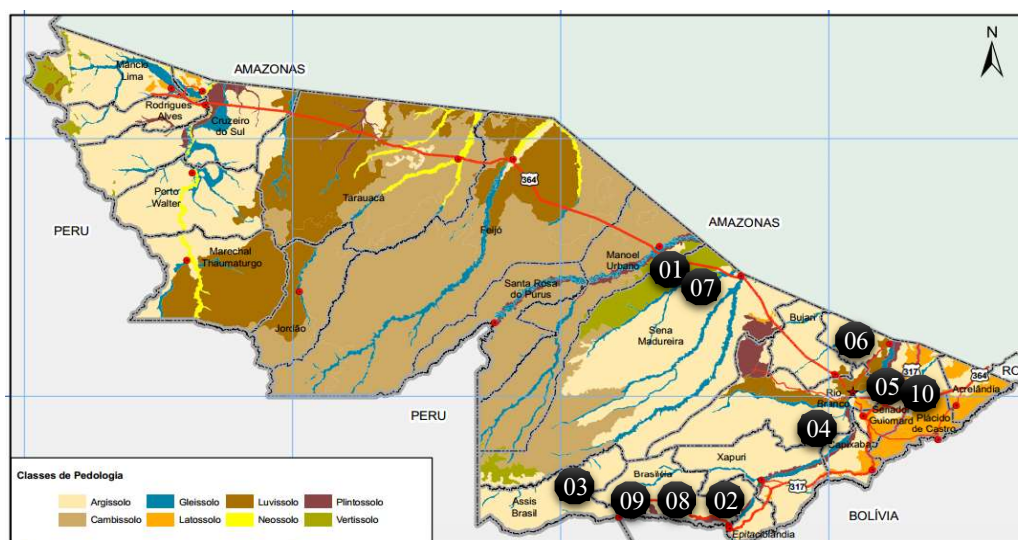


Figura 5: Localização de jazidas empregadas para base na região Leste do estado do Acre.

Nota-se na Figura 5 que o pedoambiente das jazidas utilizadas para base selecionadas nesta pesquisa apresenta um predomínio de argissolos e, em menor proporção, os latossolos. No geral, São solos mais profundos, bem drenados, lixiviados e com argilas de baixa atividade (Acre, 2010).

No meio rodoviário local, é difundida a ideia de que a região leste do estado apresenta uma maior disponibilidade de solos finos lateríticos e lateritas, recursos que se tornam mais escassos à medida que se desloca para a região central, como é possível deduzir pelo próprio Mapa de solos da Figura 01.

Os solos finos lateríticos são solos ricos em óxidos hidratados de ferro e/ou alumínio e, quando compactados na umidade ótima, possuem uma cimentação natural que favorece a aplicação direta em camadas de base, dispensando misturas em alguns casos. Já as lateritas são concreções ferruginosas também conhecidas como piçarras ou cascalho, que aumentam a resistência das bases através de um melhor enquadramento granulométrico das partículas. Esse é um dos motivos que contribuem para os pavimentos executados nessa região serem relativamente melhores que os das demais regiões do estado.

Uma peculiaridade dessas jazidas do Acre reside na carência de material pedregulhoso e excesso de material fino (Figura 06), não atendendo a diversos critérios de aceitação de materiais relativos à granulometria, índice de plasticidade e CBR da Norma DNIT 141/2010 – ES, ou mesmo da Norma DNIT 98/2007 – ES, a qual foi desenvolvida para solos lateríticos concrecionados e apresenta limites mais flexíveis. Tal fato resulta em dificuldades contratuais, o que, geralmente, é solucionado através da estabilização física ou química desse material, encarecendo a obra (Guimarães et al., 2006).

Apesar dos projetos rodoviários utilizados na região muitas vezes indicarem o uso de solos lateríticos para camadas granulares, vale ressaltar que a investigação dessas propriedades não é feita a contento. Ou seja, ensaios químicos para a determinação da relação sílica-alumina e sílica-sesquióxidos – ou mesmo os ensaios de MCT – raramente são realizados. Tal fato acarreta a utilização de solos que não são lateríticos, resultando em bases que não apresentam bom comportamento mecânico e hidráulico.

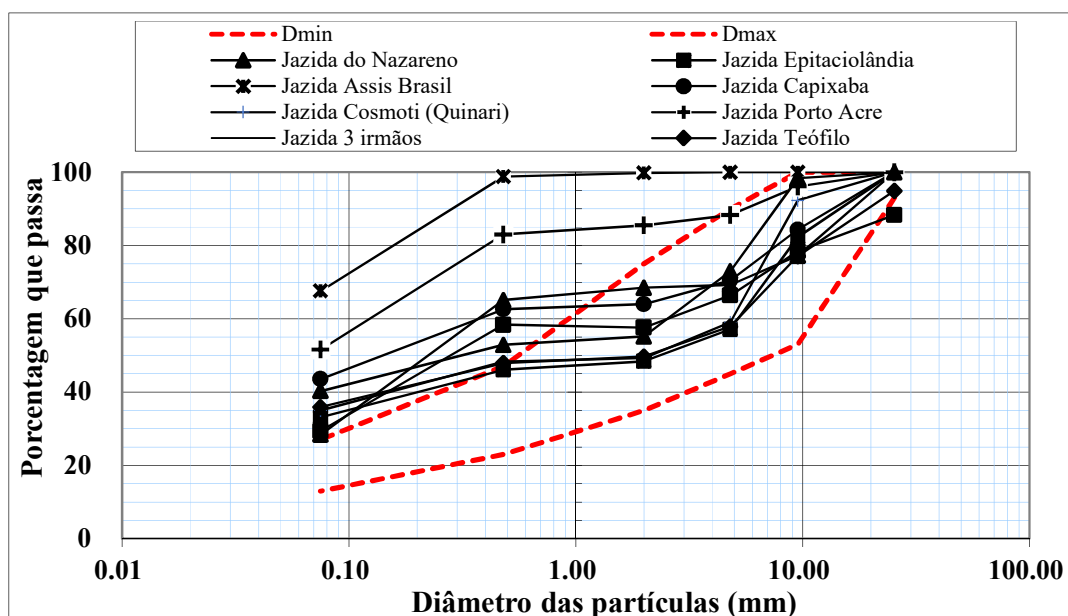


Figura 6: Enquadramento granulométrico de jazidas de empréstimo na faixa "D" da norma DNIT 141/2010.

2.2.2. Módulo de Resiliência

A despeito das lateritas do Acre não satisfazerem alguns critérios normativos de aceitação de materiais, há inúmeras obras de pavimentação local com resultados práticos satisfatórios. Guimarães (2009) verificou as características mecânicas favoráveis das lateritas do Acre em camadas de pavimentos por meio de ensaios Triaxiais de cargas repetidas, os quais mostraram que os valores de deformação permanente acumulada, para variados estados de tensão, são muito pequenos e na ordem de 10% do valor admissível considerando um pavimento de alto volume de tráfego.

Utilizado o modelo composto para o enquadramento dos resultados (Equação 01), Barbosa (2017) realizou ensaio de módulo resiliente (MR) em uma laterita da jazida Cosmoti (jazida 05 da Tabela 2), compactada com umidade próxima da ótima e com energia relativa ao ensaio Proctor Intermediário.

$$M_R = k_1 \sigma_3^{k_2} \sigma_d^{k_3} \quad (1)$$

Verificou-se através do comportamento resiliente do material, representado tridimensionalmente na Figura 7, que a laterita apresenta um elevado valor de módulo resiliente, em torno de 450 e 750 MPa, o que pode torná-la apta a ser empregada como camada de base mesmo sem qualquer tipo de estabilização ou mistura. Pelos estados de tensões do ensaio, é possível verificar ainda que o melhor enquadramento ocorre para a tensão desvio, o que confirma a natureza coesiva do solo e o efeito cimentante de solos lateríticos.

Por outro lado, considerando apenas os critérios de aceitação previstos na Especificação de Serviço 98/2007 do DNIT, o solo avaliado não está apto a ser empregado *in natura* em bases de pavimentos, tendo em vista possuir LL > 40%, IP > 15% (Tabela 2) e granulometria fora da faixa preconizada (Figura 6).

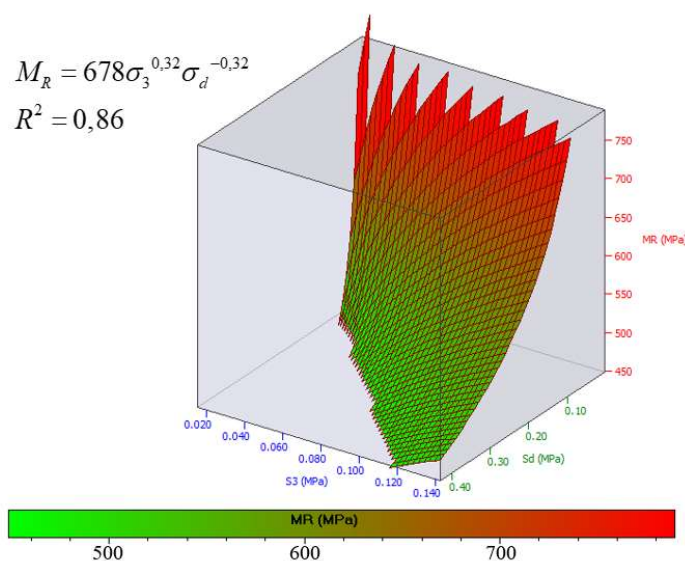


Figura 7: Modelo composto do Módulo Resiliente de amostra de Laterita oriunda da Jazida do Cosmoti (Barbosa, 2017).

Para complementar esta Pesquisa, realizaram-se ensaios de Módulo Resiliente em amostras da Jazida de Porto Acre (Jazida 06 da Tabela 02). Os ensaios foram realizados no equipamento de ensaios de triaxiais de cargas repetidas do Laboratório de Solos do Instituto Militar de Engenharia. O procedimento de execução seguiu as diretrizes do Método de Ensaio 134/2018 do DNIT. As amostras foram homogeneizadas na umidade ótima de compactação e inseridas em câmara úmida por 24 horas. Após essa etapa, compactou-se o material na energia correspondente ao Proctor Intermediário, seguido do ensaio propriamente dito, onde são aplicados dezoito pares de tensões após o ciclo de condicionamento da amostra.

A Tabela 03 resume os principais atributos obtidos nos ensaios de Módulo Resiliente das amostras. A amostra 01 corresponde a uma camada mais superficial da Jazida, entre 0,20 cm e 1,20 cm; a amostra 02 foi extraída em um horizonte mais profundo e com maior quantidade de pedregulhos; e por último, a amostra 03 diz respeito a uma mistura 70-30 de solo-brita, com 70% de material da referida Jazida e 30% de Pedrisco. A Figura 8 apresenta o comportamento resiliente das amostras representadas no Modelo composto da Equação 1.

Tabela 3: Parâmetros k do modelo composto e coeficiente de determinação da Laterita de Porto Acre e da mistura solo-brita.

Amostra	Descrição	k1	k2	k3	R ²
1	Laterita pouco pedregulhosa	368,0	0,32	-0,52	0,83
2	Laterita muito pedregulhosa	1.818,4	0,64	-0,36	0,57
3	Mistura 70-30 (Solo-Pedrisco)	3.355,8	1,04	-0,68	0,83

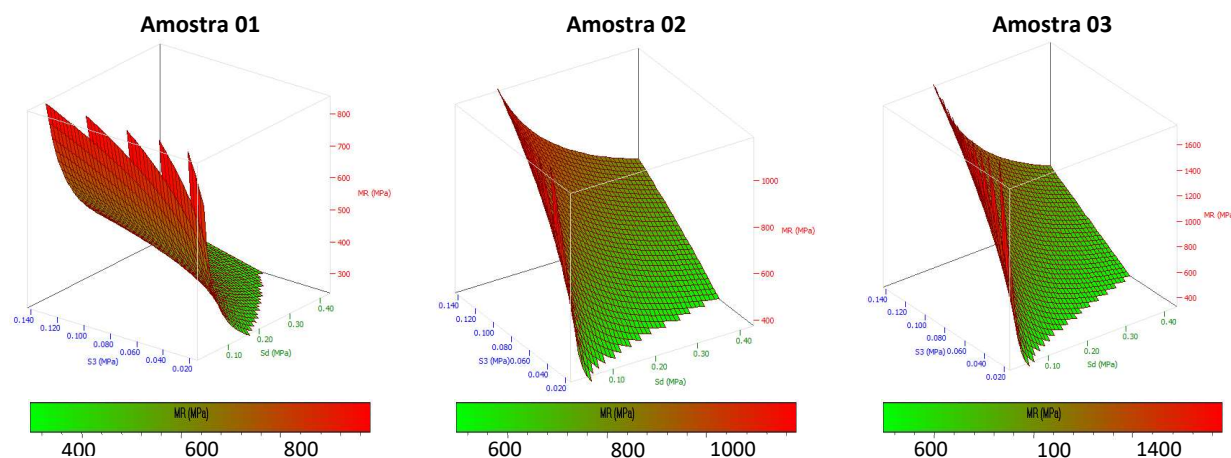


Figura 8: Modelo composto do Módulo Resiliente das amostras de Laterita e mistura oriundas da Jazida de Porto Acre.

Na amostra 01, nota-se comportamento coesivo e valores de Módulo Resiliente muito similares à Jazida do Cosmoti, mostrada na Tabela 2 e Figura 7. A camada pedregulhosa (amostra 02) apresentou valores de Módulo mais elevados, entre 400 e 1.200 MPa. A granulometria mais aberta – característica comum das jazidas do Acre –, reduz o enquadramento do solo com a tensão desvio, favorecendo um melhor ajuste com a tensão confinante. Condição similar se repete na Mistura Solo-Brita, porém obtendo-se um módulo muito elevado, entre 400 e 1800 MPa.

3. CONCLUSÕES

Nas últimas décadas, o uso ainda elevado no Brasil de métodos de ensaios, especificações de materiais e critérios de dimensionamento, todos de origem estrangeira e que não se adequam integralmente às condições dos solos locais, cuja formação se deu sob a influência de clima tropical, dificulta o surgimento de inovações e projetos mais eficientes na área rodoviária do Acre. Como exemplo, temos o uso ainda limitado da metodologia MCT, o que faz com que o meio técnico dispense o uso de muitos solos finos com boas características para pavimentação, ou ainda que utilize solos cujos finos são de mau comportamento quando o projeto demanda um solo laterítico. Além disso, o estado da arte no dimensionamento de pavimentos flexíveis por meio do uso da Mecânica dos Pavimentos, em especial valendo-se de ensaios triaxiais cíclicos de Módulo Resiliente e Deformação Permanente, ainda se restringe a poucos trabalhos científicos.

Soma-se a isso o fato das peculiaridades de natureza geotécnica do estado do Acre. A ausência de jazidas comerciais de brita acaba elevando sobremaneira os custos da estabilização física de bases. Isso deve-se – além do uso dos métodos tradicionais citados – ao fato de que as jazidas utilizadas como materiais para bases apresentam uma granulometria com elevado teor de finos e alto índice de plasticidade. No entanto, vale ressaltar as boas características resilientes de materiais desse tipo, como a jazida Cosmoti investigada em Barbosa (2017); e os baixos valores de deformação permanente de uma laterita de Senador Guimard descrita em Guimarães (2009).

No que tange ao material de subleito de pavimentos ou terreno natural, há uma grande quantidade de solos de elevada atividade e com características expansivas com ocorrência em todo o estado, porém com grande concentração na porção central do território acreano. Ao longo dos anos, investigações geotécnicas que visavam meramente atender aos preceitos normativos dos órgãos rodoviários mostraram-se insuficientes para a correta identificação e caracterização desses solos, bem como o projeto e execução de pavimentos com desempenho satisfatórios ao longo da vida útil prevista. Dessa forma, faz-se necessário uma caracterização mais completa dos solos expansivos locais, ampliando o número de pesquisas que forneçam suporte técnico ao meio rodoviário local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACRE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Livro temático II: Recursos Naturais I – Geologia, Geomor-fologia e Solos do Acre. Programa Estadual de Zoneamento ecológico econômico do Acre Fase II – Escala 1:250.000. SEMA Acre, Rio Branco, 2010.
- AMARAL, E. F., “Estratificação de ambientes para gestão ambiental e transferência de conhecimento, no Estado do Acre, Amazônia Ocidental”, Tese de Doutorado, Universidade de Viçosa, Minas Gerais, 2007.
- FERREIRA, S. R. M., PAIVA, S. C., MORAIS, J. J. O., VIANA, R. B., Avaliação da expansão de um solo do município de Paulista-PE melhorado com cal. Revista Matéria, v. 22, suplemento 1, Rio de Janeiro, 2017.
- GUIMARÃES, A. C. R.; MOTTA, L. M. G.; VIEIRA, A. Contribuição para a aplicação de uma Abordagem Mecanística na Avaliação Estrutural de Pavimentos Asfálticos do Estado do Acre. 13ª REUNIÃO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA – 13ª RPU. Maceió/AL – Brasil. 2006.
- BARBOSA, V. H. R. Estudo de solos do Acre para a produção de agregados calcinados e misturas para Bases em Pavimentação. 2017. 155 p. Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ. 2017.
- GUIMARÃES, A. C. R. Um método mecanístico-empírico para a previsão a deformação permanente em solos tropicais constituintes de pavimentos. 2009. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. 2009.
- SEIXAS, S. Comportamento dinâmico dos materiais componentes do pavimento da pista de pouso do novo aeroporto de Rio Branco. 1997. 237 p. Dissertação de Mestrado, COOPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. 1997.
- CAIXA (Caixa Econômica Federal). SINAPI: Índices da Construção Civil. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/>, acesso em dezembro de 2020.

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT, 2007. ES 98/2007. Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente com utilização de solo laterítico. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2007
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT, 2010. ES 141/2010. Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2010.
- CARVALHO, J. C., *et al.* Solos não saturados no contexto geotécnico. Associação brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. São Paulo, 2015.
- RODRIGUES, T E, GAMA, J. R. N. F., “Plantissolos Argilúvicos com argila de atividade alta no estado do Acre”, Embrapa Amazônia Oriental, v. 66, Belém, Pará, 2003.
- FREDLUND, D. G., RAHARDJO, H., FREDLUND, M. D., Unsaturated soil mechanics in engineering practice, 1 ed., Hoboken, New Jersey, John, 2006.