

CARACTERIZAÇÃO DE JAZIDAS PARA A POSSÍVEL EXECUÇÃO DE SUBCAMADAS DE PAVIMENTO LOCALIZADO NA MT-206

DHEYNIFFE SOUZA DA SILVA¹
GEIGIBEL REINER²

RESUMO: O estado do Mato Grosso e muitas outras regiões do Brasil ainda possuem diversas rodovias não pavimentadas que dificultam o fluxo rápido e seguro de veículos de um lugar ao outro. O pavimento é composto pelas camadas de revestimento, base, sub-base e subleito. Os materiais utilizados nesta composição devem ter as propriedades fundamentais para um bom desempenho do pavimento. Por outro lado, um grande número de jazidas no estado pode ser utilizado como matéria prima, para a construção da estrutura do pavimento, desde que possuam características necessárias para a implantação do pavimento. Sendo assim, este trabalho abordou um estudo de três jazidas localizadas próximas a MT-206 entre as cidades de Paranaíta e Apiacás, que poderão ser utilizadas como material pétreo, para a composição das camadas de um pavimento. Para que o material dessas jazidas seja empregado corretamente, foi realizado a caracterização e classificação dos solos de acordo com o método TRB (Transportation Research Board). Desta maneira, foram realizados os ensaios de Granulometria, Compactação, índice de Suporte Califórnia e Limites de consistência. Após realizados os ensaios foram concluídos que as jazidas J1 e J2 podem ser utilizadas como material nas camadas de subleito e sub-base, e a jazida J3 pode ser utilizada nas camadas de Base, sub-base e subleito por apresentar características que atendem as necessidades de cada camada. Para tanto, a metodologia percorrida trata-se da pesquisa de campo, em que os dados gerados foram analisados segundo o aporte teórico que ampara esta pesquisa. Sendo assim, este trabalho está dividido em quatro seções. A primeira irá tratar do aporte teórico, que ampara este estudo. Na sequência, será apresentado os materiais e métodos, depois os resultados e discussão, por fim, a conclusão.

Palavras-chave: Ensaios tecnológicos. Rodovias. Composição de camadas.

CHARACTERIZATION OF TANKS FOR THE POSSIBLE EXECUTION OF FLOOR SUB-LAYERS LOCATED ON MT-206

ABSTRACT: The state of Mato Grosso and many other regions of Brazil still have several unpaved highways that hinder the fast and safe flow of vehicles from one place to another. The pavement consists of the layers of covering, base, sub-base and sub-grade. The materials used in this composition must have the fundamental properties for a good performance of the pavement. On the other hand, a large number of deposits in the state can be used as raw material for the construction of the pavement structure, as long as they have the necessary characteristics

Dheyneffe Souza da Silva¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: dheyneffe@hotmail.com

Geigibel Reiner² Professora Especialista em Segurança do Trabalho, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: geigibel@yahoo.com.br

for the pavement implantation. Therefore, this work approached a study of three deposits located near MT-206 between the cities of Paranaíta and Apiacás, which can be used as stone material, for the composition of the layers of a pavement. In order for the material from these deposits to be used correctly, soil characterization and classification was carried out according to the TRB (Transportation Research Board) method. In this way, the Granulometry, Compaction, California Support Index and Consistency Limits tests were performed. After the tests were carried out, it was concluded that the J1 and J2 deposits can be used as material in the subgrade and sub-base layers, and the J3 deposit can be used in the Base, sub-base and sub-layer because it presents characteristics that meet the needs each layer. For this, the methodology covered is the field research, in which the data generated were analyzed according to the theoretical support that supports this research. Therefore, this work is divided into four sections. The first will deal with the theoretical contribution that supports this study. Then, the materials and methods will be presented, then the results and discussion, finally, the conclusion.

Keywords: Technological tests. Highways. Layers composition.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Batista (2007), o que admite o uso do solo para fins de pavimentação são as suas particularidades, e existe uma grande diversidade de solos finos que compõem as camadas dos pavimentos. Nas últimas décadas, verificou-se a necessidade de estudos para avaliar a mecânica dos pavimentos, considerando as potencialidades dos solos finos como insumos na construção de obras rodoviárias. Sendo assim, o pavimento deve ser analisado de acordo com as deformações elásticas do material que o compõe, que devem ser considerados como uma estrutura.

A existência de matérias granulares nas camadas do pavimento é interessante em todas as construções de estradas, no entanto está cada dia mais difícil encontrar agregados pétreos em algumas regiões. Sendo assim, se a aquisição destes materiais estiver muito distante da obra, o transporte passa a se tornar inviável do ponto de vista econômico. Desta maneira, o estudo de jazidas busca viabilizar uma análise de matéria prima o mais próxima possível de sua área de utilização, que contribui para a diminuição dos custos com transporte de insumos e com o evitamento de custos com o melhoramento de materiais quando necessário. Além do mais, ele avalia o material in loco por meio de suas características, determinando a possibilidade de ser utilizado na composição da estrutura do pavimento.

Huss (2018) comenta que, alguns solos naturais necessitam da adição de outros componentes como cal, cimento, resíduos e até reforços geossintéticos para obter as características fundamentais e indispensáveis para sua estrutura obter resistência. Desta maneira, a realidade desperta a busca por novas alternativas que possam ser empregadas na composição das subcamadas.

Neste permear, por meio de ensaios de sondagens do solo, é possível identificar as características do material em estudo, o volume disponível em cada jazida e o perfil geotécnico da área. Sendo assim, os dados dos ensaios podem ser utilizados para o dimensionamento do pavimento, tendo em vista o melhor desempenho e atuação do material inserido.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo fazer um estudo a respeito de jazidas que poderão ser utilizadas como material pétreo, para a composição das camadas de um

pavimento, e também para que sejam empregadas de maneira correta, mais próxima da obra, para torná-la econômica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Solos

Segundo Nogami et al (2007), o solo é capaz de ser apontado como uma armação estrutural natural ou superficial que se encaixa na situação de ter sido transportado para outros lugares em função de aterros, reforços de pavimentos, dentre outros. Ele pode ser escavado com equipamentos manuais, pois é formado por grãos que desagregam e se dissolvem em água, já que as camadas superficiais não são avaliadas como solo e sim como rochas.

2.2 Ensaios de Controle Tecnológico

Junior (2005) relatara que, os métodos de compactação mais utilizados em laboratório são a compactação dinâmica ou por impacto, a compactação por pisoteamento ou amassamento, a compactação estática ou por pressão e compactação por vibração. Na prática, os laboratórios tentam simular a situação que existe no campo. Contudo, cada método pode trazer resultados diferentes tanto na estrutura quanto nas propriedades, não sendo fácil encontrar a situação mais adequada em todos os casos. Desta maneira, o número de camadas, a espessura, umidade do solo, energia de compactação, o processo e as ferramentas utilizadas são os aspectos que influenciam na compactação a ser realizada. Sendo assim, a relação entre o teor de umidade, a energia de compactação utilizada e a densidade do material é definida segundo o método utilizado.

2.3 Classificação dos materiais

No Manual da Pavimentação (2006), os solos são distinguidos pela sua textura, plasticidade, consistência, estrutura, formato dos grãos, cor, cheiro, friabilidade, bem como a presença de outros materiais que facilitam o seu reconhecimento. Quando se trata de identificação de um material, a textura é uma das particularidades mais significativas. Desta maneira, a divisão do solo em relação a textura se fraciona de acordo com os limites de dimensões e adota a escola granulométrica classificando em Pedregulho; Areia Grossa, Areia Fina, Silte e Argila.

2.4 Especificações das Camadas do Pavimento

O pavimento é composto por uma estrutura depois da terraplenagem que tem a função de suportar e transferir os esforços verticais e horizontais causados pelo fluxo de veículos, bem como aprimorar a disposição da pista de rolamento em relação a conforto e seguridade conforme a norma NBR 16364 (ABNT, 2015).

De acordo com o (DNIT, 2006) a pavimentação de uma rodovia é composta por conjuntos de espessuras finitas. E será mostrado posteriormente a discriminação das características necessárias para composição de cada camada utilizada na pavimentação

2.4.1 . Subleito

(DNIT, 2010) O subleito é o terreno de fundação do pavimento e geralmente é formado pelo mesmo já existente na pista, onde é realizada a sua regularização e em alguns casos quando material necessário o reforço do subleito. Sendo que o mais adequado para

capacidade de suporte e expansão $\leq 2\%$, cabendo a determinação da compactação de CBR e de expansão. São realizados ensaios de compactação com energia definida em projeto, ensaio de índice de suporte Califórnia com a mesma energia utilizada anteriormente e quando sujeito a ensaios de caracterização não devem obter particular com diâmetro máximo de 76 mm, decorrendo que o índice de grupo tem que ser no máximo igual ao do subleito.

2.4.2 Sub-base

A sub-base é uma camada realizada acima do subleito que complementa a base. Essa camada é composta por materiais britados, solos e misturas de solos. A sub-base também é submetida aos ensaios de caracterização e índice de suporte Califórnia e requerem um resultado de índice de grupo -IG igual a zero, a fração de material retido na peneira nº 10 tem que ser formado por solos duros sem partes moles ou orgânicas. O resultado do índice de suporte Califórnia $ISC \geq 20\%$ e expansão $\leq 1\%$. (DNIT, 2010)

2.4.3 Base

Executada sobre o subleito e a sub-base, a base é a camada do pavimento proposta a suportar os esforços vindos da camada de rolamento e difundir para as outras camadas abaixo. Constituída de solos e materiais britados a camada de Base deve seguir os mesmos parâmetros citados anteriormente como os ensaios de caracterização, compactação e o de índice de suporte Califórnia. (DNIT, 2010)

A camada de base tem que seguir um padrão de faixa granulométrica de acordo com o número N utilizado em projeto, o resultado do limite de liquidez permitido é menor ou igual a 25% e o índice de plasticidade menor ou igual a 6%. Já o índice de suporte Califórnia varia de acordo com o número N, o Índice Suporte Califórnia – $ISC \geq 60\%$ para número $N \leq 5 \times 106$, $ISC \geq 80\%$ para número $N > 5 \times 106$. A expansão também se dá nos resultados dos ensaios, sendo ela aceitável quando o valor for menor ou igual a 0,5%.

As partículas de solo retidas na peneira nº 10 precisam ser formadas por fragmentos duros, livres de camada vegetal ou elemento desfavorável. Abaixo segue a tabela 1 com as especificações de cada camada do pavimento.

Tabela 1: Resumo dos Parâmetros

| CAMADAS | IG | EXPANSÃO | LL | IP | CBR |
|----------|----|--------------|-------------|------------|-------------|
| SUBLEITO | ** | < 2% | ** | ** | > 2% |
| SUB-BASE | 0 | $\leq 1\%$ | ** | ** | $\geq 20\%$ |
| BASE | ** | $\leq 0,5\%$ | $\leq 25\%$ | $\leq 6\%$ | $\geq 80\%$ |

Fonte: Própria (2020).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para construção deste trabalho foi realizada uma pesquisa de campo, que visou analisar os materiais existentes nas jazidas J1, J2 e J3, para contribuir na melhoria da composição de subcamadas do pavimento. Desta forma, a análise de campo dada por meio da coleta de dados foi avaliada e interpretada de acordo com o manual de Técnicas de

pavimentação do DNIT. A pesquisa corresponde a uma análise qualitativa, em que por meio do desempenho material analisado e embasamento teórico, o assunto foi abordado de forma ampla, que permitiu um avanço no campo teórico e contribuiu para o tema proposto. A partir da coleta de dados, foi possível uma melhor compreensão e conhecimento das teorias aplicadas.

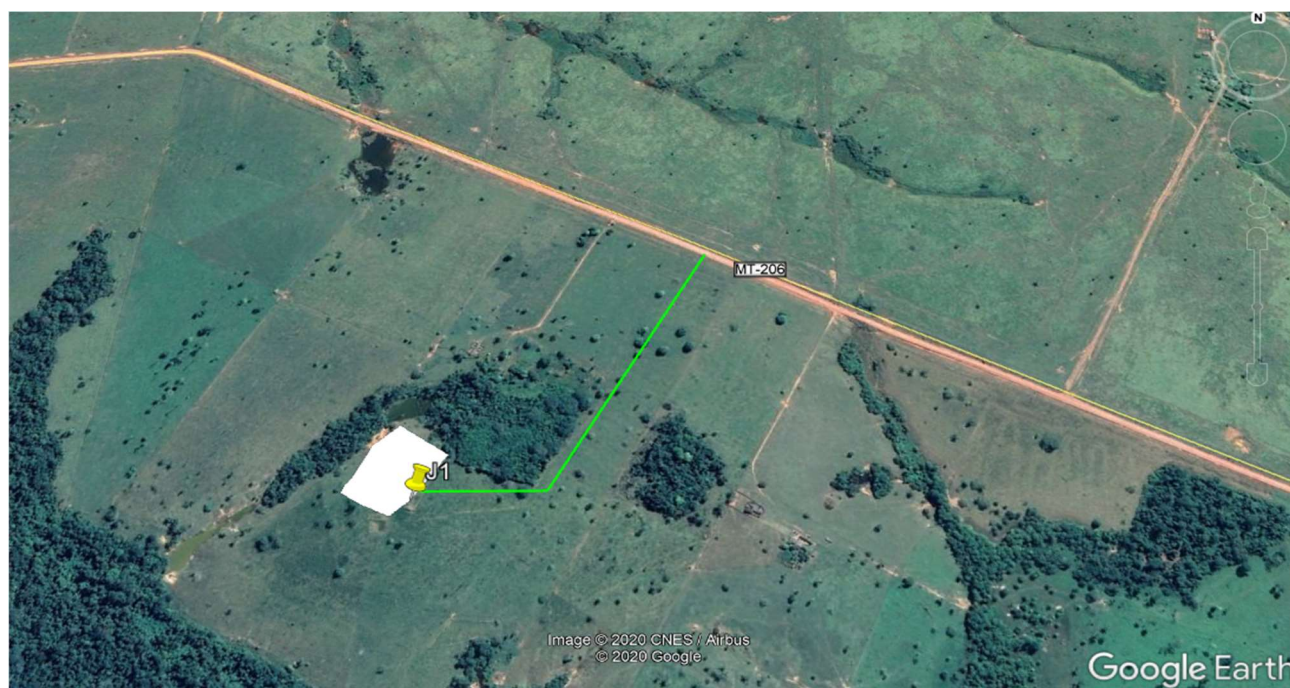
Desta maneira, foram realizadas a coleta de amostras deformadas de cada jazida e levadas ao laboratório de solos Enecon situado em Sinop e realizados os ensaios de caracterização do material, seguindo as normas e controle tecnológico adequado para a sua inspeção. Para executar recolhimento das amostras utilizaram-se trado motorizado, pá e picareta para a remoção do material de cada jazida, sendo então o material colocado em sacos para o transporte até o laboratório no município de Sinop. As jazidas foram escolhidas por serem as mais próximas do trecho da rodovia MT – 206 localizada no entroncamento com MT-208 – Paranaíta – Apiacás com subtrecho entroncamento acesso à Paranaíta – km 96 acesso UHE Teles Pires da MT-206, e passaram pelo processo de caracterização de solo.

Foram feitos ensaios em três jazidas próximas ao trecho que necessita de pavimentação. A primeira jazida nomeada como J1 trata-se de uma ocorrência de cascalho laterítico, com cobertura vegetal formado por cerrado, e pasto e distância aproximada de 1,05 km até o ponto de aplicação na MT-206. Tem volume estimado aproximadamente de 55,000,00 m³ de material e com localização precisa pelas Coordenadas geográficas: DATUM: SIRGAS 2000 W: 56°32'7.68" S: 9°33'7.47".

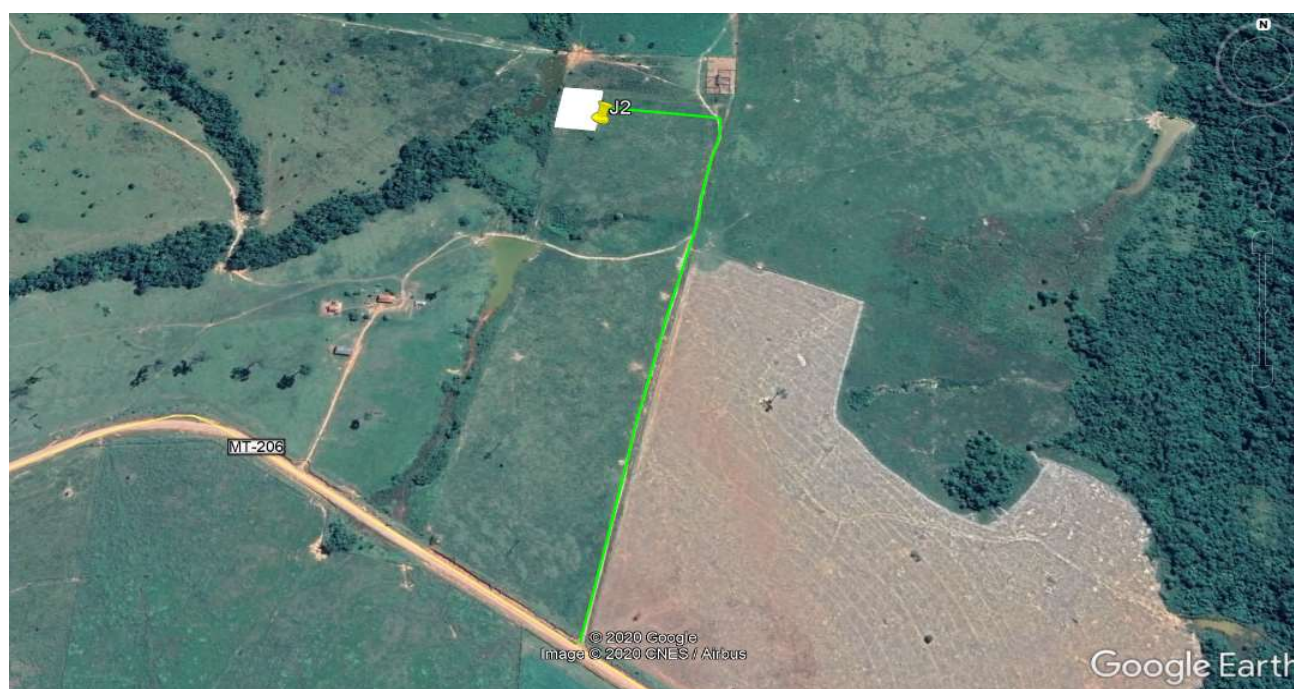
A jazida J2 também predomina o material denominado como cascalho laterítico, e está distante cerca de 1,37 km da MT-206. Possui cobertura vegetal formada por cerrado, e pasto seu volume é estimado superior a 8.000,00 m³ e sua localização pelas Coordenadas geográficas: DATUM: SIRGAS 2000 W: 56°39'26.10" S: 9°30'50.50".

E por fim a jazida titulada como J3 que tem uma distância até o ponto de acesso de aproximadamente 0,80 km, onde seu material dominante é identificado como cascalho quartzito, com cobertura vegetal formada por cerrado, e pasto seu volume é calculado aproximadamente 17.000,0 m³. Esta é localizada pelas Coordenadas geográficas: DATUM: SIRGAS 2000 W: 56°50'20.63" S: 9°31'32.50".

Em todas as jazidas foram realizados nove furos para os ensaios de caracterização dos materiais. Abaixo segue a figura 1, figura 2 e figura 3 e figura 4 com o mapa de cada jazida que mostra o acesso das mesmas até a rodovia MT-206, a ocorrência de cada jazida delimitada em branco, e o posicionamento das três.

Figura 1: Mapa da Jazida 01

Fonte: Própria (2020).

Figura 2: Mapa da Jazida 02

Fonte: Própria (2020).

Figura 3: Mapa da Jazida 03

Fonte: Própria (2020).

Figura 4: Localização das jazidas J1, J2 e J3

Fonte: Própria (2020).

Assim que foram feitos os processos de perfurações nas jazidas com trado, pá e picareta e coletados aproximadamente 60 kg de materiais que possuem mesmas características, esses materiais foram coletados em sacos de amostras de plástico de acordo com a norma de coleta de amostras deformadas de solo (DNER -PRO 003/94), foi preenchido o boletim de sondagem com o nome da jazida, localização, número do furo, número de amostras, profundidade que a amostra foi coletada e o material presente e em seguida feito duas etiquetas, onde a primeira fica dentro do próprio saco de amostras e a outra na parte externa. Após coletar

nove furos em cada jazida, totalizando 27 amostras de solo, o material foi levado para o laboratório em Sinop. (DNER, 1994)

Em seguida que as amostras foram transportadas para o laboratório, foi realizado o processo que se encontra na norma DNER-ME 083/98 de análise granulométrica, onde as amostras foram abertas e colocadas para secar ao ar livre, onde foi desagregada para diminuir as partículas e torrões. Logo mais, o material é quarteado para se obter uma amostra representativa e do restante utilizado uma parte para retirada da umidade higroscópica. Essa amostra representativa foi levada para ser realizada a lavagem do material, que depois foi passado na peneira 2,00 mm e 0,075 mm até a água da lavagem sair limpa. Essa porção de material retida nas peneiras com a lavagem foram colocadas em capsulas e levadas para estufa em temperatura de 105 °C a 110 °C, para a secagem do material. Após a secagem do material este foi levado para o peneiramento granulométrico entre as peneiras 50,8 mm a 0,074 mm sendo um total de 18 peneiras, e em seguida feito o cálculo das porcentagens equivalentes. O ensaio de sedimentação não foi realizado, pois o laboratório Enecon não possui os equipamentos necessários para a realização do mesmo.

Posteriormente parte do material de cada amostra foi conduzido para ser realizado o ensaio de compactação de acordo com a norma DNIT 164/2013 (Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas – Método de Ensaio), em que foram separados 7 kg do material seco ao ar livre e homogeneizados. Desse modo o material passou pela peneira 19 mm e substituído caso ficasse algum fragmento retido. O material com umidade natural foi colocado no cilindro e compactado com a energia de 55 golpes que corresponde ao proctor modificado, com um soquete caindo a uma distância de 45,72 cm, onde foram colocadas no total cinco camadas de material compactado. Após essa operação o molde foi pesado com material para retirada de valores. Desse material compactado foi retirado duas porções de amostras do molde que foram pesadas e levadas para a estufa para determinação de umidade.

Seguidamente dessa compactação do material com umidade natural é repetido o mesmo processo, só que agora com adição de água de 1%, 2%, 3%, 4% e 5% em cada amostra para caracterização de curva de compactação e evidencia de umidade ótima. Dessa forma, todos os cilindros foram pesados para realização do cálculo de compactação e umidade ótima e em seguida, levados para um tanque onde ficaram submersos em água afim de analisar a expansão do material.

Colocada a haste de expansão com os pesos anelares em cada molde com massa superior a 4,536 kg foi fixado um extensômetro na borda superior do cilindro, que de 24 em 24 horas foram anotadas as expansões, e ficaram imersos em água durante quatro dias. Após esse determinado tempo o molde deve ser retirado e fica por uns 15 minutos até que esteja pronto para o ensaio de Índice de Suporte Califórnia.

Seguidamente o molde é posicionado em uma prensa com as mesmas sobrecargas utilizadas no processo de expansão e faz-se o lançamento do pistão de penetrabilidade de solo com carga, próxima a 45N, em que o extensômetro do anel dinamométrico controla o deslocamento; com o extensômetro zerado começa o giro da manivela da prensa com velocidade constante e conforme um tempo especificado é feita a leitura no extensômetro de acordo com a penetração no solo. E assim com cada corpo de prova foi feito a leitura correspondente para o cálculo de Índice de Suporte Califórnia conforme a norma DNIT 172/2016 (Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio).

E por fim foi realizado os ensaios de limites de liquidez (DNER-ME 122/94) e limite de plasticidade (DNER-ME 082/94) para determinação do índice de plasticidade, onde foram retirados 50 g de solo para o limite de plasticidade. Essa porção retirada e molhada com água destilada até formar uma massa plástica na cápsula e misturada por completo, até ficar homogeneizada. Sendo assim, após esse processo foi retirado 20 g de massa de solo úmido e

rolado em uma placa esmerilhada, aproximadamente 90 rolagens por minuto pra frente e pra trás até se obter um formato cilíndrico com diâmetro uniforme de 3 mm depois a massa plástica foi cortado em 6 pedaços amassados e repetido o processo até começar fragmentar e não obter o formato cilíndrico sem esfarelar. Seguidamente transferiu-se esse material para uma cápsula para pesagem e secagem de modo a obter a umidade e o cálculo de Limite de Plasticidade.

Com cerca de 70 g de material em uma cápsula de porcelana foi adicionada uma quantidade de 15 cm³ de água destilada e misturado por cerca de 30 minutos até se alcançar uma massa plástica, após a mistura estar pronta ela foi transferida para a concha do aparelho de casa grande, onde ocupou cerca de 2/3 da superfície da concha. Continuamente esse material alisado com a espátula, até alcançar 1 cm no maior ponto de espessura. Com o cinzel foi feito uma canelura no centro da concha, com aproximadamente 1 cm e em seguida foi utilizado a manivela do aparelho, com cerca de dois giros por segundo até que as laterais inferiores se unirem e se aproximarem por 1 cm de distância. Sendo assim, consecutivamente retirou-se parte do material de ambos os lados da canelura e transversalmente a ela para ser levado à estufa, para determinação de umidade. Repete-se o processo adicionando umidade por mais quatro vezes para realizar o cálculo de Limite de Liquidez.

O solo que foi utilizado na execução dos ensaios foi comparado aos parâmetros existentes no Manual da Pavimentação para saber se o uso dos mesmos seria adequado para a utilização nos serviços de pavimentação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Percorrida a trajetória da pesquisa, nesta seção serão apresentados os resultados dos ensaios realizados em laboratório no Município de Sinop com os materiais coletados nas três jazidas, onde foram feitos nove furos de sondagem em cada uma.

3.1 Análise Granulométrica

Os resultados do ensaio Granulométrico das três Jazidas constam que o material analisado é um material Granular de características de Solos Grossos, com mais de 50% de material retido na peneira N° 200 se encaixando na classe dos solos arenosos.

De acordo com a classificação TRB os materiais das jazidas J1 e J2 se encaixam na classe de A-2-7 chamados materiais granulares como areia e areia argilosa e a jazida J3 teve uma variação entre as classes A-1-B e A-2-4 também correspondentes a materiais granulares, mas com características de pedra britada, pedregulho ou areia, tendo assim os materiais constituintes: fragmentos de pedra, pedregulhos, pedregulhos finos, areia, areia siltosa e areia argilosa.

Ao fazer uma média entre as Jazidas com características iguais como a J1 e J2 obtivemos os seguintes resultados do material: Peneira 2” porção passante 100%, peneira 1” porção passante 100%, peneira 3/8” porção passante 97,8%, peneira N° 4 porção passante 76,33%, peneira N° 10 porção passante 59,2%, peneira N° 40 porção passante 39,33%, peneira N° 200 porção passante 34,18%.

Já a média dos furos realizados na jazida J3, resultou em algumas características diferentes e obtivemos os seguintes resultados granulométricos do material: Peneira 2” porção passante 100%, peneira 1” porção passante 97,8%, peneira 3/8” porção passante 74,7%, peneira N° 4 porção passante 61,30%, peneira N° 10 porção passante 48,1%, peneira N° 40 porção passante 29,30%, peneira N° 200 porção passante 21,7%.

3.2 Limite de Liquidez e Índice de Plasticidade

Os ensaios de limite de liquidez executados nas três jazidas deram resultados diferentes. A jazida J1 se encaixa na classe de solos argilosos, onde o LL varia entre 40 % a 60% e a média dos nove furos executados foi de 54,8% de Limite de Liquidez e índice de plasticidade de 12,7%.

A jazida J2 se encaixa na classe dos solos siltosos, onde o LL varia entre 25% a 50%, pois o resultado do LL foi de 48,2%. A média do índice de plasticidade foi de 17,5, caracterizando assim o material como de plasticidade média.

Já a jazida J3 teve um resultado de 0% de Limite de Liquidez e 0% de índice de plasticidade, considerando assim o material como (NL) não líquido e (NP) não plástico.

3.3 Compactação

Os resultados dos ensaios de Compactação tiveram pouca variação de uma jazida para outra. Lembrando que todos eles foram realizados com energia de proctor modificado de 55 golpes que é o indicado para os materiais utilizados na camada de base.

A jazida J1 atingiu um valor de Densidade máxima de 1,988 g/cm³ e umidade ótima de 12,4%. Vale ressaltar que esses valores foram retirados de uma média dos ensaios realizados nos nove furos da jazida J1.

A média da jazida J2 alcançou um valor bem aproximado da jazida J1, que foram de 1,937 g/cm³ de densidade máxima e umidade ótima de 14,5%.

Os resultados da média da jazida J3 foram 2,021 g/cm³ de densidade máxima e umidade ótima de 9,3%.

3.4 Índice de Suporte Califórnia ISC ou CBR

Para medir a capacidade do solo os resultados do ensaio de Índice de Suporte Califórnia mostram a resistência que o material de cada jazida possui.

O índice de Suporte Califórnia da jazida J1 variou entre 59,1% e 69,0% e a média das nove amostras analisadas foram de 68,1% de ISC e 0,1% de expansão.

Na jazida J2 a variação do índice de suporte Califórnia foi de 51,3% a 59,3%, o cálculo da sua média foi de 58,2% de ISC e 0,17% de expansão.

O resultado da jazida J3 variou o índice de suporte Califórnia entre 84,7% e 91,0%. A média das suas amostras foram de 90,1% de ISC e 0,4% de expansão. Na tabela abaixo temos os quadros resumos de cada jazida, apresentando o resultado dos ensaios das nove amostras de cada uma delas representados na tabela 2, tabela 3 e tabela 4.

Tabela 2: Quadro Resumo Jazida 01

| QUADRO RESUMO DE ENSAIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|------|--------|------|-----------------------------|-----------|-------|------|---------------------|-------|-------|----|--------------|-------------|---------|------------|------------|------|
| LOCALIZAÇÃO: | | | MT 206 | | | MATERIAL: | | | CASCALHO LATERÍTICO | | | | | | | | | |
| J1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FURO | PROF. (m) | | LL | IP | GRANULOMETRIA - % QUE PASSA | | | | | | | IG | CLAS. T.R.B. | COMPACTAÇÃO | | | C.B.R | |
| | Nº | DE | | | A | 2" | 1" | 3/8" | Nº 4 | Nº 10 | Nº 40 | | | Nº200 | Nº GOL. | UMID. HOT. | DENS. MAX. | EXP. |
| 1 | 2,00 | 2,80 | 55,6 | 10,0 | 100,0 | 100,0 | 84,27 | 65,1 | 50,0 | 41,3 | 34,5 | 1 | A-2-7 | 55 | 12,05 | 1,987 | 0,07 | 68,1 |
| 2 | 0,60 | 1,50 | 55,6 | 10,5 | 100,0 | 100,0 | 85,30 | 62,3 | 49,0 | 35,0 | 35,0 | 1 | A-2-7 | 55 | 12,04 | 1,988 | 0,12 | 67,9 |
| 3 | 0,50 | 1,20 | 53,9 | 14,0 | 100,0 | 100,0 | 86,20 | 63,7 | 39,9 | 36,8 | 29,9 | 1 | A-2-7 | 55 | 13,32 | 1,912 | 0,15 | 68,5 |
| 4 | 2,00 | 3,20 | 54,9 | 12,1 | 100,0 | 100,0 | 84,30 | 64,2 | 49,6 | 41,5 | 34,9 | 0 | A-2-7 | 55 | 12,4 | 1,994 | 0,06 | 68,3 |
| 5 | 0,20 | 1,50 | 54,6 | 12,6 | 100,0 | 100,0 | 84,70 | 65,1 | 50,0 | 42,3 | 35,0 | 1 | A-2-7 | 55 | 14,07 | 1,937 | 0,10 | 69,0 |
| 6 | 2,30 | 2,90 | 63,1 | 17,6 | 100,0 | 100,0 | 70,5 | 58,4 | 41,4 | 34,2 | 31,3 | 1 | A-2-7 | 55 | 15,3 | 1,924 | 0,16 | 59,1 |
| 7 | 2,14 | 2,80 | 54,8 | 12,7 | 100,0 | 100,0 | 77,80 | 57,9 | 38,4 | 35,1 | 30,9 | 0 | A-2-7 | 55 | 14,04 | 1,991 | 0,13 | 67,7 |
| 8 | 2,00 | 2,67 | 54,6 | 13,0 | 100,0 | 100,0 | 80,0 | 64,2 | 42,3 | 35,0 | 34,0 | 1 | A-2-7 | 55 | 12,1 | 1,989 | 0,16 | 65,8 |
| 9 | 2,10 | 2,70 | 50,0 | 14,2 | 100,0 | 100,0 | 82,70 | 63,7 | 41,6 | 40,2 | 34,9 | 1 | A-2-7 | 55 | 12,30 | 1,927 | 0,06 | 68,4 |

Fonte: Própria (2020).

Tabela 3: Quadro Resumo Jazida 02

| QUADRO RESUMO DE ENSAIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|------|--------|------|-----------------------------|-----------|-------|------|---------------------|-------|-------|----|--------------|-------------|---------|------------|------------|------|
| LOCALIZAÇÃO: | | | MT 206 | | | MATERIAL: | | | CASCALHO LATERÍTICO | | | | | | | | | |
| J2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FURO | PROF. (m) | | LL | IP | GRANULOMETRIA - % QUE PASSA | | | | | | | IG | CLAS. T.R.B. | COMPACTAÇÃO | | | C.B.R | |
| | Nº | DE | | | A | 2" | 1" | 3/8" | Nº 4 | Nº 10 | Nº 40 | | | Nº200 | Nº GOL. | UMID. HOT. | DENS. MAX. | EXP. |
| 1 | 0,20 | 1,10 | 49,0 | 17,0 | 100,0 | 100,0 | 77,70 | 55,4 | 41,1 | 37,7 | 33,9 | 1 | A-2-7 | 55 | 14,77 | 1,973 | 0,08 | 58,7 |
| 2 | 0,10 | 1,00 | 48,1 | 17,5 | 100,0 | 100,0 | 91,00 | 72,7 | 60,1 | 37,2 | 33,0 | 1 | A-2-7 | 55 | 15,12 | 1,971 | 0,09 | 56,2 |
| 3 | 0,08 | 1,10 | 48,1 | 17,5 | 100,0 | 100,0 | 91,50 | 73,1 | 57,9 | 51,8 | 29,3 | 1 | A-2-7 | 55 | 15,10 | 1,905 | 0,16 | 58,2 |
| 4 | 0,10 | 1,10 | 48,9 | 16,9 | 100,0 | 100,0 | 80,30 | 57,7 | 43,6 | 37,5 | 31,2 | 1 | A-2-7 | 55 | 14,3 | 1,911 | 0,09 | 57,9 |
| 5 | 0,10 | 1,10 | 49,2 | 17,3 | 100,0 | 100,0 | 98,00 | 75,7 | 60,0 | 36,4 | 34,1 | 1 | A-2-7 | 55 | 15,06 | 1,972 | 0,19 | 58,2 |
| 6 | 0,09 | 1,13 | 47,9 | 16,2 | 100,0 | 100,0 | 97,3 | 76,4 | 59,7 | 35,7 | 34,8 | 1 | A-2-7 | 55 | 14,6 | 1,901 | 0,20 | 55,3 |
| 7 | 0,13 | 1,15 | 47,4 | 18,0 | 100,0 | 100,0 | 99,00 | 78,9 | 56,4 | 48,0 | 24,7 | 1 | A-2-7 | 55 | 15,23 | 1,972 | 0,21 | 51,3 |
| 8 | 0,10 | 1,20 | 48,2 | 18,6 | 100,0 | 100,0 | 98,6 | 79,0 | 59,5 | 52,0 | 35,0 | 2 | A-2-7 | 55 | 15,0 | 1,937 | 0,17 | 59,3 |
| 9 | 0,10 | 1,19 | 49,3 | 17,9 | 100,0 | 100,0 | 99,50 | 77,5 | 59,1 | 44,4 | 34,9 | 2 | A-2-7 | 55 | 14,51 | 1,919 | 0,19 | 58,9 |

Fonte: Própria (2020).

Tabela 4: Quadro Resumo Jazida 03

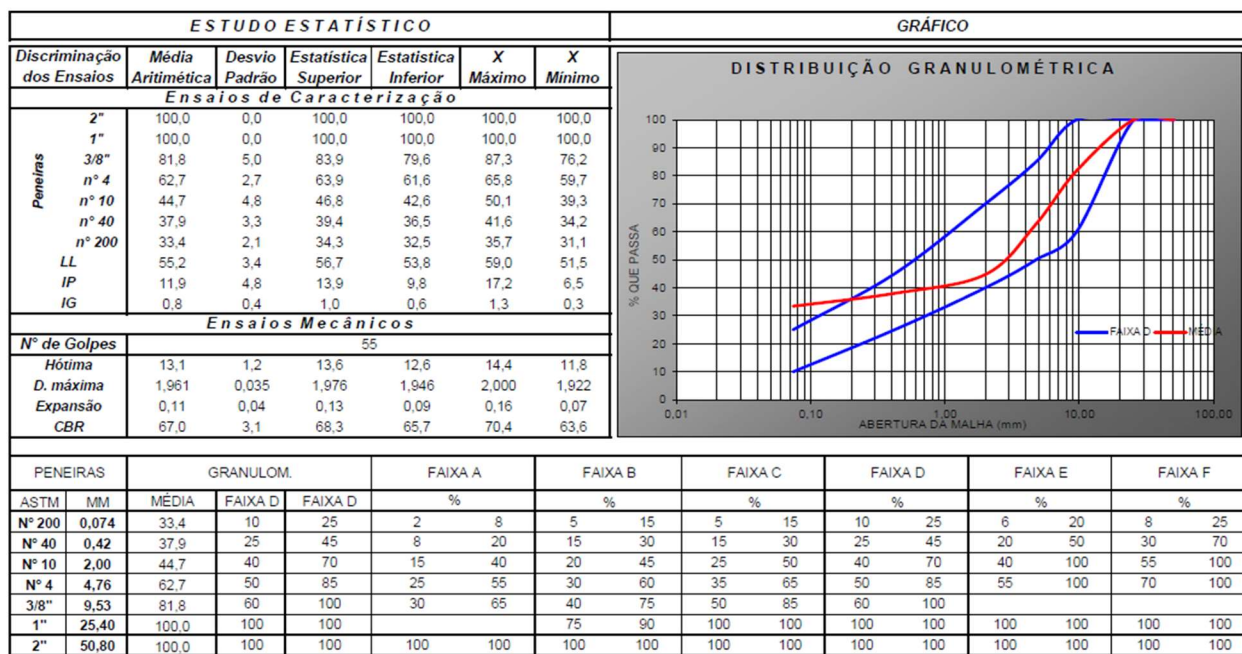
| QUADRO RESUMO DE ENSAIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|------|-----|--------|-----------------------------|-----------|-------|------|------|--------------------|-------|--------|-------|--------------|-------------|------------|------------|------|--------|
| LOCALIZAÇÃO: | | | | MT 206 | | MATERIAL: | | | | CASCALHO QUARTZITO | | | | | | | | | |
| J3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FURO | PROF. (m) | | LL | IP | GRANULOMETRIA - % QUE PASSA | | | | | | | | IG | CLAS. T.R.B. | COMPACTAÇÃO | | | C.BR | |
| | Nº | DE | | | A | 2" | 1" | 3/8" | Nº 4 | Nº 10 | Nº 40 | Nº 200 | | | Nº GOL. | UMID. HOT. | DENS. MAX. | EXP. | I.S.C. |
| 1 | 0,90 | 2,00 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 97,6 | 74,10 | 58,2 | 43,9 | 28,2 | 19,2 | 0 | A-1-B | 55 | 9,94 | 2,018 | 0,14 | 90,3 | |
| 2 | 0,80 | 3,00 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 97,3 | 76,70 | 62,5 | 48,6 | 38,8 | 29,5 | 0 | A-2-4 | 55 | 8,86 | 2,049 | 0,50 | 84,7 | |
| 3 | 0,90 | 5,00 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 97,2 | 75,40 | 61,0 | 47,2 | 33,8 | 29,5 | 0 | A-2-4 | 55 | 9,41 | 2,016 | 0,16 | 87,9 | |
| 4 | 0,90 | 5,50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 98,0 | 75,90 | 62,2 | 46,4 | 28,8 | 21,7 | 0 | A-1-B | 55 | 9,2 | 2,020 | 0,42 | 90,1 | |
| 5 | 0,85 | 5,00 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 96,5 | 70,20 | 58,1 | 48,5 | 28,1 | 19,7 | 0 | A-1-B | 55 | 8,97 | 2,024 | 0,16 | 91,0 | |
| 6 | 0,97 | 5,10 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 97,8 | 71,0 | 59,8 | 48,3 | 29,3 | 20,0 | 0 | A-1-B | 55 | 9,3 | 2,021 | 0,48 | 90,7 | |
| 7 | 0,87 | 4,80 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 99,0 | 72,16 | 60,1 | 48,1 | 39,2 | 29,2 | 0 | A-2-4 | 55 | 9,70 | 2,022 | 0,13 | 88,9 | |
| 8 | 0,78 | 4,50 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 99,5 | 75,3 | 61,5 | 47,9 | 28,7 | 24,9 | 0 | A-1-B | 55 | 9,7 | 2,019 | 0,38 | 90,0 | |
| 9 | 0,88 | 4,30 | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 99,6 | 76,80 | 63,1 | 49,0 | 30,0 | 20,7 | 0 | A-1-B | 55 | 8,97 | 2,018 | 0,40 | 90,4 | |

Fonte: Própria (2020).

4. CONCLUSÃO

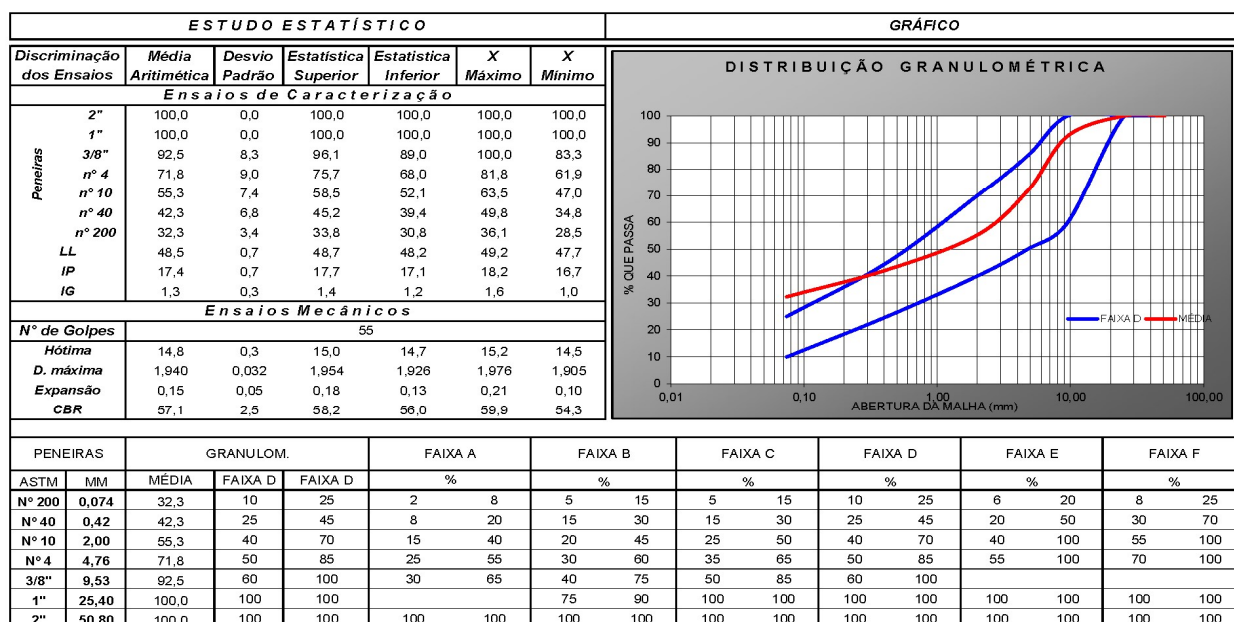
O Presente trabalho realizado por meio de ensaios tecnológicos avaliou as amostras de material retirado das jazidas J1, J2 e J3 que são próximas a MT-206 região de Apiacás - Paranaíta, para serem classificados em quais camadas da pavimentação poderiam ser utilizadas. Abaixo seguem as figuras dos resultados estatísticos de cada jazida, sendo: Figura 05, 06 e 07.

Figura 5: Gráfico estatístico Jazida 01



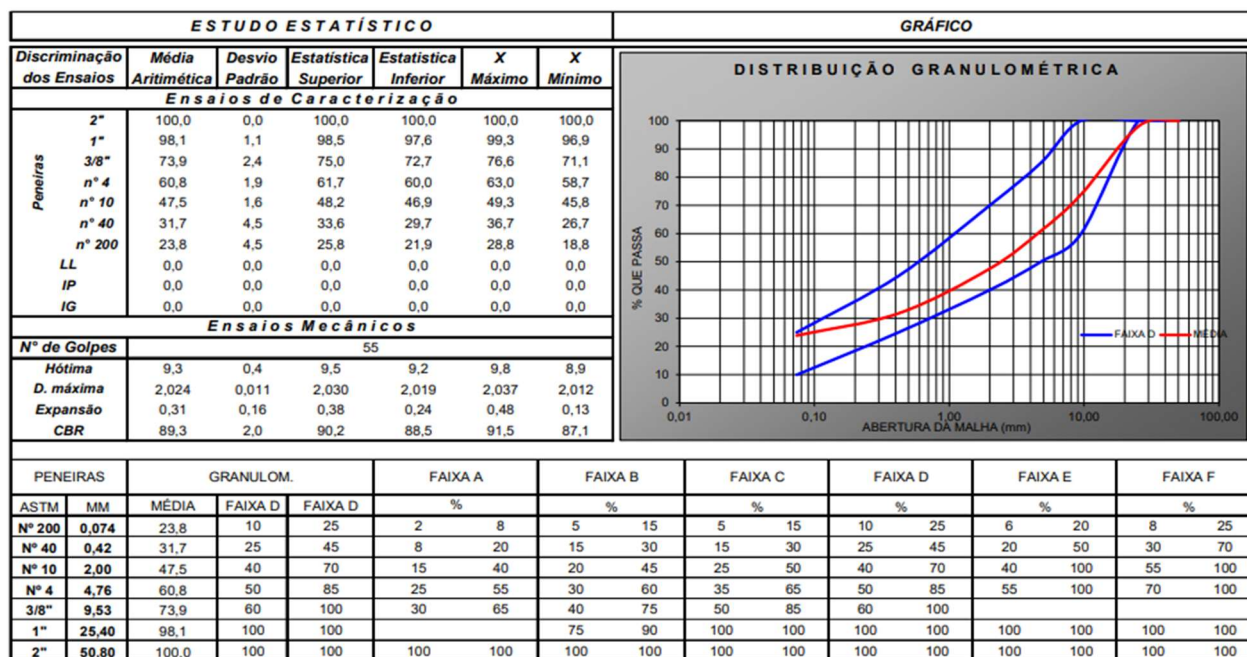
Fonte: Própria (2020).

Figura 6: Gráfico estatístico Jazida 02



Fonte: Própria (2020).

Figura 7: Gráfico estatístico Jazida 03



Fonte: Própria (2020).

O material das três jazidas não houve grande divergência e apresentou uma boa distribuição granulométrica de acordo com o gráfico estatístico entre a média e a faixa D. Abaixo segue a análise de resultados dos ensaios de Limites de consistência, Índice de Suporte Califórnia e expansão.

As jazidas J1 e J2 manifestaram uma plasticidade média, apesar do material conter porcentagens de silte e argila, é um material que possui características satisfatórias para ser utilizado em camadas de subleito e sub-base em relação a plasticidade do material, pois não tem uma porcentagem mínima aceitável. A jazida J3 trata-se de um material não plástico com

características que supre as necessidades da camada de base que tem como diretriz o limite de liquidez menor ou igual a 25% e o índice de plasticidade menor ou igual a 6%.

Os resultados do Índice de Suporte California das jazidas J1 e J2 satisfazem apenas os requisitos das camadas de sub-base que o ISC necessita ser maior ou igual a 20% e subleito que tem como requisito um ISC maior que 2%, já que as duas jazidas possuem uma variação entre 51,3% e 69,0% de ISC. E a jazida J3 atende as particularidades da camada de base, onde o ISC tem que ser maior ou igual a 80% e ela possui uma variação de ISC de 87,9% a 90,7.

Destarte, a expansão do material das três jazidas atende as condições de todas as camadas, inclusive a de base que requer uma expansão menor ou igual a 0,5%. Assim, concluímos que a jazida com maior potencial para atender todos os requisitos da camada de base é a jazida J3, não descartando as outras duas jazidas as quais têm qualidades suficientes para a composição de camadas de sub-base e subleito.

Entretanto, nesse estudo foi analisado apenas as características e propriedades do material, não evidenciando qual jazida teria um potencial volumétrico suficiente para atender a construção das camadas do pavimento. Essa análise é impossibilitada, já que para a realização do cálculo de volume necessário para cada camada seria indispensável a verificação de um projeto especificando tais quantidades de material de acordo com espessura de camada e largura da pista.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16364: Execução de sub-base e base estabilizadas granulometricamente com agregado siderúrgico para pavimentação rodoviária - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- BATISTA, L. **Determinação de parâmetros de deformabilidade de camadas de um pavimento a partir de ensaios de campo**. Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil, 2007.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Agregados – Análise granulométrica**. Mato Grosso: DNER, 1998.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Coleta de Amostras Deformadas de Solo- Procedimento**. Mato Grosso: DNER, 1994.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Solos – Determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito**. Mato Grosso: DNER, 1994.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Solos – Determinação do limite de plasticidade**. Mato Grosso: DNER, 1994.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Pavimentação**. 3. Ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço**. Rio de Janeiro: DNIT, 2010.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço**. Rio de Janeiro: DNIT, 2010.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Pavimentação – Reforço do subleito - Especificação de serviço**. Rio de Janeiro: DNIT, 2010.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio**. 3. Ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2013.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio**. 3. Ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2016
- HUSS, F. **Estabilização química de solos para fins rodoviários**. Universidade Federal do Amazonas, 2018.
- JUNIOR, J. **O efeito da energia de compactação em propriedades de solos utilizados na pavimentação do Ceará**. Ceará: Centro d Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, 2005.
- NOGAMI, D et al. **Pavimentos de baixo custo para vias urbanas: Bases alternativas com solos lateríticos**. 1. ed. São Paulo: Arte e Ciência, 2007.