

## **DETERMINAÇÃO E ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA DO SOLO PARA PAVIMENTAÇÃO DA AVENIDA ANYSIO CHAVES EM SANTAREM-PA**

**MARLYSON JOSÉ SILVEIRA BORGES<sup>1\*</sup>; FERNANDO AUGUSTO VALE<sup>2</sup>; JOÃO MATHEUS DOS REIS VAGETE<sup>3</sup>; ODIVANIL GARCIA DA SILVA FILHO<sup>4</sup>; TARCÍSIO RIBEIRO CATIVO<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Pós-graduando de Engenharia Elétrica, UCAM, Santarém-PA, silveira-borges@hotmail.com;

<sup>2</sup> Professor Engenheiro Civil M.Sc, CEULS/ULBRA, Santarém-PA, fafvalle@hotmail.com;

<sup>3</sup> Acadêmico de engenharia Civil, CEULS/ULBRA, Santarém-PA, joaomatheus\_vagete@hotmail.com;

<sup>4</sup> Engenheiro Civil, CEULS/ULBRA, Santarém-PA, odivanil.garcia@hotmail.com;

<sup>5</sup> Engenheiro Civil, CEULS/ULBRA, Santarém-PA, tarcisio\_eng\_cativo@hotmail.com;

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017  
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho objetivou determinar e analisar a consistência do solo para pavimentação da Avenida Anysio Chaves na cidade de Santarém-PA. Na metodologia foi aplicada normas do DNER (Departamento Nacional de Estradas e Rodovias) e caracterizado o material nas duas direções da avenida, este foi analisado de forma estatística onde foi determinado média, desvio padrões e coeficiente de variações, para assim indicar intervalos para enquadrar o material e determinar o quão poderá ser homogêneo. Nos resultados podem-se observar características homogêneas, exceto no seu limite de plasticidade que apresentou coeficiente de variação elevado, sendo que os parâmetros analisados indicaram limite de liquidez de 26,64%, limite de plasticidade de 14,25% e índice de plasticidade de 10,64% para o lado esquerdo da avenida, e para o lado direito de 25,63% para limite de liquidez, de 13,05% para o limite de plasticidade e de 10,69% para o índice de plasticidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avenida, Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade, Anysio Chaves, Índice de Plasticidade

### **DETERMINATION AND ANALYSIS OF THE SOIL CONSISTENCY FOR PAVING THE ANYSIO CHAVES AVENUE IN SANTAREM-PA**

**ABSTRACT:** This work aimed to determine and analyze the soil consistency for paving of Avenida Anysio Chaves in the city of Santarém-PA. In the methodology was applied standards of DNER (National Department of Roads and Roads) and characterized the material in both directions of the avenue, this was analyzed in a statistical way where was determined media, standard deviation and coefficient of variation, to indicate intervals to frame the Material and determine how homogeneous it may be. In the results, homogeneous characteristics can be observed, except for its plasticity limit, which presented a high coefficient of variation. The parameters analyzed indicated liquidity limit of 26.64%, plasticity limit of 14.25% and plasticity index of 10.64% for the left side of the avenue, and for the right side 25.63% for the liquidity limit, 13.05% for the plasticity limit and 10.69% for the plasticity index.

**KEYWORDS:** Avenida, Liquidity Limit, Plasticity Limit, Anysio Chaves, Plasticity

### **INTRODUÇÃO**

A pavimentação asfáltica necessita de maiores cuidados em cada etapa do processo construtivo, devem empregar-se corretamente as técnicas e procedimentos recomendados, pois a má execução destas atividades pode acarretar em patologias.

As patologias neste tipo de obra ocorrem em sua maioria quando não se conhece as características físicas do maciço do solo. As falhas na execução podem refletir ao longo da construção ou imediatamente após a conclusão desta. Dentre alguns destes problemas podemos citar deformações permanentes excessivas, que originam a trilha de roda, escorregamento de saia de aterro e erosão rápida devido à ação da chuva.

As obras que envolvem manejo do solo necessitam do conhecimento das características físicas para possa definir fatores de segurança e parâmetros construtivos, o solo que apresenta alta porcentagem de finos sofre muito mais influencia em relação à umidade de que pela granulometria das partículas, composição química e mineralógica, podendo causar grandes variações nas suas propriedades plásticas. Segundo OLIVEIRA (1997) nessas circunstâncias não basta apenas a análise granulométrica para caracterizá-los.

CAPUTO (1994) cita que o comportamento plástico do solo depende das características das forças de tensão-deformação a ele imposta, porém este mesmo autor relata as dificuldades na determinação dessas propriedades.

A consistência do solo é uma das características mais importantes para a engenharia, pois determina o comportamento deste quando submetido a tensões e deformações, o grau de consistência do solo exerce considerável influência sobre o regime de água, influenciando a condutividade hidráulica e permitindo relacionar a curva de umidade, além de auxiliar nas análises da resistência do solo à penetração e na compactação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As obras de pavimentação executadas em avenidas localizadas em cidades de grande porte, tende a sofrer patologias que estão ligadas diretamente as camadas de solos, o que evidencia a importância um estudo elaborado sobre as propriedades do material utilizado nas áreas de implantação destas.

Localizada no município de Santarém no Oeste do Estado do Pará a Avenida Anysio Chaves que antes era conhecida como a antiga pista do aeroporto, recebeu pavimentação asfáltica, através de um projeto do governo federal em parceria com a prefeitura municipal, o projeto ligou diversas ruas a pista principal, a avenida está localizada no bairro aeroporto velho, com extensão de 2.700 metros, com duas pistas laterais, medindo 9,0 metros de largura, cada uma, totalizando assim 5.400 metros de pista pavimentada, o trecho estudado situa-se entre as ruas Afonso Pena e Quixadá.

A avenida será executada em três trechos, em que o primeiro fica entre na Rua Afonso Pena à Avenida Sérgio Henn, o segundo trecho segue da Avenida Sergio Henn à Avenida Jasmim e por último o trecho que liga a Avenida Jasmim à Rua Quixadá.

Como a avenida apresentava sem nenhum tipo de pavimento superficial, possibilitou a coleta das amostras de solos para determinação dos limites de consistência, essas amostras foram divididas no decorrer dos 3 trechos de obras, e assim determinado e analisado os resultados para averiguar a possível necessidade setorização com base na dispersão do resultados.

Os ensaios foram realizados no mês de Agosto de 2015, no laboratório de Mecânica dos Solos do Centro Universitário Luterano de Santarém/PA (CEULS/ULBRA) e foram analisados parâmetros como: Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP), e Índice de plasticidade (IP)

Para a realização destes ensaios a via foi dividida em 4 trechos no lado direito e 4 no lado esquerdo: Trecho de A a B; trecho de B a C; trecho de C a D; trecho de D a F e foram coletadas amostras a cada 200 metros.

Os ensaios aplicados nas amostras coletadas tomaram como base as normas correlacionadas na tabela 01.

Tabela 1. Relação dos ensaios e suas respectivas normas

ENSAIOS	NORMAS
Limite de Liquidez (LL)	DNER-ME 122/94
Limite de Plasticidade (LP)	DNER-ME 082/94

Fonte: Silveira e Cativo, 2017.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização dos ensaios que determinaram os parâmetros de consistência solos, aplicou-se o tratamento de dados nos resultados de forma estatística onde estabeleceu média, desvios padrões e coeficiente de variação, os resultados estão apresentados nas tabelas a seguir.

Na tabela abaixo apresenta os resultados da análise realizado ao lado esquerdo da avenida a qual tem sentido centro da cidade para o bairro do Aeroporto Velho.

Tabela 2. Limites de consistência do lado esquerdo da avenida

<b>Amostra</b>	<b>Limite de liquidez LL (%)</b>	<b>Limite de plasticidade LP (%)</b>	<b>Índice de plasticidade IP (%)</b>
Trecho 1 – A a B	29,90	19,27	10,64
Trecho 2 – B a C	30,84	19,31	11,53
Trecho 3 – C a D	31,46	19,20	12,26
Trecho 4 – D a F	26,64	14,25	12,39
<b>Média</b>	30,37	19,23	11,89
<b>Desvio Padrão</b>	2,145	2,50	0,80
<b>Média + desv. Padrão</b>	32,51	21,74	12,70
<b>Média – desv. Padrão</b>	28,22	16,73	11,09
<b>Coef. De variação</b>	7,06	13,03	6,76

Fonte: Silveira e Cativo, 2017.

E possível observar pequenas variações entre os trechos, o limite de liquidez se manteve na faixa de 26,64% a 31,46% e média 30,37%, o limite de plasticidade apresentou resultados a partir de 14,25% a 19,31% e média 19,23%.

O índice de plasticidade que correlaciona diretamente os limites de liquidez e plasticidade obteve percentuais de 10,64% a 12,39% e média de 11,89%.

A análise estatística permitiu observar que o trecho 04 quando analisado o LL e LP apresentou resultados fora dos intervalos definido pelo desvio padrão, e o trecho 01 apresentou fora desse intervalo quando determinado o IP.

O coeficiente de variação se manteve abaixo de 15% em todos os parâmetros, mostrando uma baixa dispersão nos resultados tornando assim as amostras homogêneas, é importante salientar que a maior variação deste indicador encontra-se no limite de plasticidade que apresentou percentual de 13,03%.

A tabela a seguir correlaciona os resultados referente ao lado direito da avenida que tem sentido bairro do Aeroporto Velho para o centro da cidade.

Tabela 3. Limites de consistência do lado direito da avenida

<b>Amostra</b>	<b>Limite de liquidez LL (%)</b>	<b>Limite de plasticidade LP (%)</b>	<b>Índice de plasticidade IP (%)</b>
Trecho 1 – A a B	29,01	18,07	10,94
Trecho 2 – B a C	30,77	20,08	10,69
Trecho 3 – C a D	29,93	18,32	11,61
Trecho 4 – D a F	25,63	13,05	12,58
<b>Média</b>	29,47	18,19	11,27
<b>Desvio Padrão</b>	2,25	3,02	0,84
<b>Média + desv. Padrão</b>	31,72	21,21	12,12
<b>Média – desv. Padrão</b>	27,21	15,17	10,43
<b>Coef. De variação</b>	7,65	16,61	7,49

Fonte: Silveira e Cativo, 2017.

O material analisado na tabela 03 também indicaram pequenas variações ao longo dos trechos, em que o limite de liquidez manteve percentuais entre 25,63% a 30,77% com média de 29,47%, o limite de plasticidade apresentou resultados a partir de 13,05% a 20,08% e apresentou média de 18,19%, e o índice de plasticidade obteve percentuais da ordem de 10,69% a 12,58% média de 11,27%.

Assim como no lado esquerdo da via os resultados do lado direito também receberam tratamento de dados de forma estatística definindo-se a média, os seus respectivos desvios e coeficiente de variação.

Definidos os limites através do desvio padrão verificou-se que apenas nos resultados do índice de plasticidade o trecho 04 se manteve nesses intervalos.

O coeficiente de variação do limite de liquidez e índice plasticidade evidenciou-se abaixo de 15%, sendo assim resultados com baixa dispersão, indicando homogeneidade nas amostras. Por sua vez, o coeficiente referente ao limite de plasticidade determinou percentual acima de 15% apresentando certa dispersão nos resultados.

Após os resultados de cada parâmetro deverá levar em consideração que para dar início pavimentação da avenida poderá se adotar as médias nos ensaios de consistência com ressalvas do trecho 04 para ambos os lados, pois este indicou valores fora dos intervalos determinado pelo desvio padrão, entretanto a divergência acontece em ambos os lados da avenida.

Portanto para o limite de liquidez deverá admitir percentuais para os trechos 01, 02 e 03 na faixa de 28,22% a 32,52% para o lado esquerdo e resultados entre 27,31% a 31,72% para o lado direito. O limite de plasticidade poderá adotar resultados entre 16,73% a 21,74% para o lado esquerdo e 15,17% a 21,21% para o lado direito.

Para a execução do trecho 04 sugere-se um projeto de adequação em decorrência dos resultados verificados, tendo em vista que seu limite de liquidez manteve percentuais de 26,64% para o lado esquerdo, e de 25,63% para o lado direito, e seu limite de plasticidade mostrou percentuais de 14,25% para o lado esquerdo e de 13,05% para o lado direito.

## CONCLUSÕES

As Análises de consistência do solo para a pavimentação da Avenida Anysio Chaves em Santarém-PA indicou resultados similares em grande parte de sua extensão, sendo que se constatou uma pequena divergência no perímetro intitulado de trecho 04, o que é aconselhável adequações para este seguimento da obra.

Os parâmetros analisados apresentaram-se homogêneos, com exceção do limite de plasticidade do lado direito, que indicou diferença no percentual de dispersão comparando-o aos outros resultados. Para tal é aconselhável um controle mais rigoroso de umidade na execução do projeto. Contudo, o solo da área a ser pavimentada apresentou resultados satisfatórios quanto a seus índices de consistência, em que a homogeneidade do material favorecerá a execução da obra bem como o controle tecnológico desta.

## REFERÊNCIAS

- ABRAM, Isaac e ROCHA, Aroldo. Manual Prático de Terraplenagem, 1ª ed., Salvador/BA, 2000.
- ALBANO, João F. Hierarquia e classificação funcional de vias rurais e urbanas. Tópicos avançados em vias rurais e urbanas. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/494\\_05\\_hierarquia\\_e\\_classificacao\\_viaria.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/494_05_hierarquia_e_classificacao_viaria.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2016.
- ANTAS, Paulo Mendes et al. Estradas: projeto geométrico e de terraplenagem. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.
- CAPUTO, Homero Pinto. Mecânica dos Solos e Suas aplicações. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 1988. 6. ed. 234 p.
- DER – DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. Avaliação de pavimentos flexíveis e semi-rígidos por meio de levantamento visual contínuo de defeitos de superfície. São Paulo, 2006. 28p. Disponível em: <[ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/IP-DE-P00-004\\_A.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/IP-DE-P00-004_A.pdf)>. Acesso em: 03 Out. 2016.
- DNER-ME 082/94: Solos – Determinação do limite de plasticidade – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- DNER-ME 122/94: Solos – Determinação do limite de liquidez – Método de referência e método expedito – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- PINTO, Carlos de Sousa. Curso básico de mecânica dos solos. 3.ed. Oficina de texto, São Paulo, 2006.