

DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO ASFÁLTICO DO LOTEAMENTO NOVO HORIZONTE I NO MUNICÍPIO DE CAMPINORTE - GO

ELIDA DE ABREU GOMES¹, LUCIANA REZENDE SILVA² e GUSTAVO HENRIQUE ALMEIDA QUIRINO³

¹Engenheira Civil, IFG, Uruaçu-GO, elidad.abreu@gmail.com;

²Engenheira Civil, IFG, Uruaçu-GO, lucianarezende66@gmail.com;

³Esp. Professor Engenharia Civil, IFG, Uruaçu-GO, gustavoquirino@outlook.com.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
Goiânia/GO – Brasil
02 a 05 de agosto de 2020

RESUMO: A presente pesquisa desenvolveu um estudo sobre as características do subleito do Loteamento Novo Horizonte I, localizado no município de Campinorte – GO, o qual não possui sistema de pavimentação. Após a caracterização deste procedeu-se com o dimensionamento do pavimento asfáltico das vias de circulação do empreendimento, com base no método estabelecido pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006). Para aquisição dos dados necessários à pesquisa, realizou-se ensaios de caracterização das amostras do subleito e jazida de empréstimo, bem como os ensaios de compactação e CBR (California Bearing Ratio). Verificou-se também o fluxo de veículos nas vias por meio de contagem manual para determinação do Número de Operação do eixo padrão. Tais análises indicaram tráfego leve e comportamento favorável dos solos para serem empregados como terreno de fundação e material de pavimentação, com subleito apresentando CBR= 31% e jazida de empréstimo CBR= 12,20 % valores acima dos limites mínimos estabelecidos pelo DNIT, resultando em um pavimento com estrutura esbelta de 32 cm de espessura.

PALAVRAS-CHAVE: Subleito; Dimensionamento; Pavimento; CBR; Tráfego.

SIZING OF THE ASPHALT PAVEMENT OF THE ALLOTMENT NOVO HORIZONTE I IN THE MUNICIPALITY OF CAMPINORTE – GO

ABSTRACT: The present research developed a study on the subgrade characteristics of the Allotment Novo Horizonte I, located in the municipality of Campinorte - GO, which does not have a paving system. After the characterization of this, the dimensioning of the paved asphalt of the circulation routes of the enterprise was carried out, based on the method established by the National Department of Transport Infrastructure (DNIT, 2006). To acquire the necessary data, the research carried out characterization tests on the subgrade and loan deposit samples, as well as the compaction and CBR (California Bearing Ratio) tests. The flow of vehicles on the roads was also verified through manual counting to determine the Operation Number of the standard axis. Such analyzes indicated light traffic and favorable soil behavior to be used as foundation and paving material, with subgrade showing CBR = 31% and deposit if CBR loan = 12,20% values above the minimum limits established by DNIT, resulting in a floor with a slender structure 32 cm thick.

KEYWORDS: Subgrade; Sizing; Pavement; CBR; Traffic.

INTRODUÇÃO

Parte importante do sistema de infraestrutura urbana, a pavimentação incorpora benefícios econômicos e sociais aos locais onde está inserida. Tais características refletem na economia, no transporte de pessoas e mercadorias, e no conforto e segurança nos deslocamentos. Além disso, a existência dos serviços de pavimentação proporciona uma maior interação dos indivíduos no espaço que vivem e trafegam.

A obtenção dos elementos citados depende da qualidade do pavimento, compreendido como uma estrutura de múltiplas camadas assentes sobre o solo de fundação. Seu dimensionamento consiste em determinar as espessuras dessas camadas, de forma que resistam e distribuam os esforços provenientes do tráfego ao subleito, sem que este apresente deformações excessivas e ruptura (SENÇO, 2007), garantindo estabilidade frente às cargas dinâmicas. No Brasil o método mais adotado para o dimensionamento de pavimentos flexíveis é o estipulado pelo Manual de Pavimentação do DNIT (2006).

Apesar dos avanços promovidos pela promulgação da constituição de 1988, refletindo em investimentos na infraestrutura das cidades (PREGO, 2001), existe ainda no país uma parcela expressiva de cidadãos não contemplados pela pavimentação urbana. Tal situação pode ser observada no Loteamento Novo Horizonte I, onde não se verifica a presença de vias pavimentadas. Assim, buscou-se realizar o dimensionamento do pavimento por meio da aferição das características do subleito e de solos locais, para utilização como camada de reforço de subleito buscando redução dos custos de execução.

MATERIAL E MÉTODOS

O método adotado para os estudos geotécnicos e dimensionamento da estrutura foi o estabelecido pelo DNIT em seu Manual de Pavimentação publicado no ano de 2006, para o qual a determinação das espessuras das camadas do pavimento ocorre através da averiguação de três fatores: capacidade de suporte do subleito, características dos materiais empregados e do volume de tráfego. Com relação à capacidade de suporte do subleito, esta é fornecida pelo ensaio de CBR normatizado pela NBR 9895:2017 Solo - Índice de Suporte Califórnia, no qual se utilizam de amostras deformadas coletadas em furos de sondagens.

Para a pesquisa coletou-se duas amostras na via Tiradentes (Figura 1) para análise das características do subleito. Já o estudo dos solos locais, para aplicação como reforço do subleito, foi realizado por meio da análise de uma amostra de solo retirada em uma jazida empréstimo situada a 2 km do município de Campinorte. A coleta das amostras ensaiadas seguiu as recomendações do Manual de Pavimentação do DNIT (2006) e NBR 9604:2016 - Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, sendo os furos de sondagens realizados a uma profundidade de 0,60 m, permitindo a extração de aproximadamente 70 kg de solo em cada furo.

A caracterização do material coletado ocorreu por meio dos ensaios de consistência e análise granulométrica, conforme as respectivas normas da ABNT: NBR 7180:2016 - Determinação do Limite de Plasticidade, NBR 6459: 2016 – Determinação do Limite de Liquidez e NBR 7181:2016 – Análise Granulométrica.

Figura 1. Pontos de retirada das amostras na Rua Tiradentes.



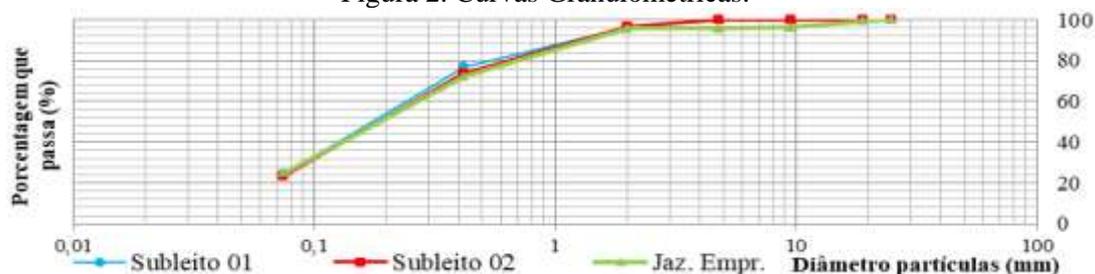
Em relação ao tráfego, realizou-se o dimensionamento em função do número equivalente (N) de operação de um eixo padrão, buscando assemelhar-se ao efeito do tráfego sobre a estrutura do pavimento durante o período de projeto. Desta forma, a verificação dos esforços solicitantes ocorreu através da caracterização do tipo e volume de tráfego, conforme o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT de 2006, na Rua Tiradentes. Assim, a obtenção do volume médio diário de veículos se deu a partir da contagem classificatória manual in situ, realizada nos dias 07/10, 09/10 e 11/10 (segunda – feira, quarta – feira e sexta – feira), em um período de 10 horas diárias, buscando abranger os maiores fluxos de veículos. Por ser uma região onde não há tráfego expressivo aos finais de semana, optou-se apenas pela contagem durante os dias úteis. Por se tratar de uma via urbana localizada em uma área de

caráter residencial e esta não apresentar fluxo sazonal definido, adotou-se a aferição do tráfego somente na semana mencionada, visto que não haverá alterações significativas nos demais meses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da realização do ensaio de análise granulométrica por peneiramento, pode-se traçar a curva granulométrica das amostras. Nota-se pela Figura 2 que a fração de solo predominante nos materiais estudados é a areia, cujo diâmetro dos grãos variam entre 0,06 mm a 2 mm conforme a NBR 6502:1995 – Rochas e solos.

Figura 2. Curvas Granulométricas.



Para os parâmetros de plasticidade, as amostras apresentam índice de plasticidade inferior a 15 (Tabela 1), podendo ser classificadas segundo Jenkins (CAPUTO, 1998) como medianamente plásticas.

Tabela 1. Características plásticas do solo.

Material	L. Liquidez (LL%)	L. Plasticidade (LP%)	Índice Plasticidade (IP%)
Amos.01 subleito	24,77	15,86	8,91
Amos.02 subleito	24,76	15,77	8,99
Amos. Jaz. Empr.	33,80	24,93	8,87

Por meio dos dados de granulometria, LL, LP e IP fornecidos pela caracterização do solo foi possível analisar o comportamento das amostras como material de pavimentação conforme o Sistema Unificado de Classificação dos solos (SUCS) e Transportation Research Board (TRB). As amostras do subleito e jazida de empréstimo se enquadram no grupo A-2-4 segundo a classificação do TRB, que inclui materiais como pedregulhos, areia grossa, areias argilosas ou siltosas, apresentando esse grupo um bom comportamento como material de subleito. Já para o sistema de classificação da SUCS, os solos ensaiados podem ser caracterizados como areias com argila. Verifica-se que para os dois métodos de classificação os solos analisados estão inclusos em grupos com características semelhantes, tendo o solo um caráter arenoso.

A Tabela 2 abaixo indica os valores obtidos nos ensaios de compactação e CBR. Apesar de estarem enquadradas nos mesmos grupos de classificação, SUCS e TRB, as amostras de solo analisadas do subleito apresentam valores bem distintos de CBR em relação à jazida de empréstimo. Tal fato indica uma variação na composição da parcela de finos dos materiais estudados, que não são expressos apenas pela análise granulométrica por peneiramento. Segundo Vargas (1977 apud ALMEIDA, 2017) argilas, siltes e solos argilosos podem apresentar curvas granulométricas semelhantes, porém comportamento diferente. Pinto (2006) salienta que as partículas de minerais de argila destoam de maneira expressiva de acordo com estrutura mineralógica. Desta forma o comportamento do solo depende não somente da quantidade e do tipo de fino, mas também de sua constituição mineralógica, o que influencia em suas características como a resistência.

Tabela 2. Resultado dos ensaios de compactação e CBR.

Material	Um. ótima (%)	Densidade máxima (Kg/m ³)	Expansão (%)	CBR (%)
Am.01 subleito	13,00	1766,00	0,00	12,20
Am.02 subleito	11,80	1771,00	0,02	12,70
Am. jaz. de empr.	12,60	1905,00	0,14	31,00

Com relação aos parâmetros estabelecidos pelo Manual de pavimentação do DNIT (2006), as amostras do subleito apresentam resistência adequada para sua utilização como fundação, com CBR= 12,20% e expansão menor que 2%, valores acima dos limites mínimos estabelecidos (CBR \geq 2% e expansão \leq 2%). Assim como o material analisado para reforço do subleito, que conforme especificado pelo manual deve apresentar CBR maior que o subleito, situação verificada na pesquisa, CBR_{reforço subleito} = 31%.

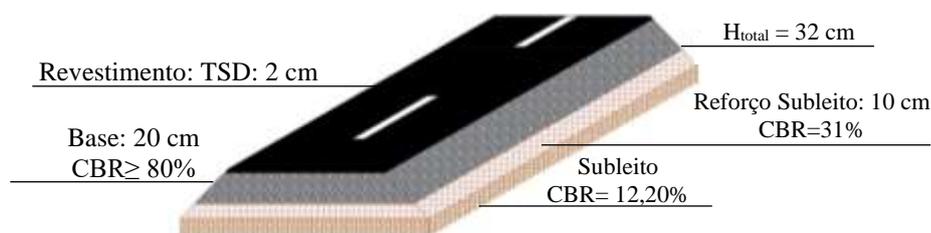
Definida as características do solo, procedeu-se a análise dos esforços solicitantes através da determinação do fluxo de tráfego na Rua Tiradentes. Apesar da Rua Tiradentes estar localizada em um bairro residencial e possuir tráfego de carros de passeio superior ao de caminhões, esta obteve um valor significativo de caminhões, principalmente do tipo 3C (Tabela 3). Tal fato deve-se a presença de pontos comerciais que necessitam deste fluxo para o recebimento e despacho de mercadorias.

Tabela 3. Quantitativo e caracterização de veículos.

Veículos	Quant. Veículos	Quant. Eixos	(%) Veículos	(%) Veículos Comerciais
Passeio (VP)	468	-	92,67%	-
Caminhão Leve – Médio (2C)	6	12	1,19%	1,19%
Caminhão Pesado (3C)	22	66	4,36%	4,36%
Reboque (3D4)	2	14	0,40%	0,40%
Ônibus (B)	7	17	1,39%	1,39%
Total	505	69	100,00%	7,34%

Após a caracterização dos veículos que trafegam na via, pôde-se definir o número de operações do eixo padrão, sendo este, para o objeto de estudo, $N = 6,68 \times 10^5$. Relacionando as características do solo fornecidas pelo ensaio de CBR e os esforços provenientes do tráfego (N), determinou-se a espessura das camadas do pavimento (Figura 3), por meio de tabelas e ábacos presentes no Manual de Pavimentação do DNIT.

Figura 3. Espessura das camadas do pavimento.



Segundo o Manual de Pavimentação (DNIT, 2006), para $N \leq 10^6$ a camada de revestimento trata-se de um tratamento superficial, sendo adotado neste trabalho o tratamento superficial triplo com espessura de 2,0 cm. A escolha baseou-se no Manual de Técnicas de Pavimentação (SENÇO, 2001), segundo o qual o tratamento superficial triplo é o mais indicado para serviços de pavimentação em vias de volume de tráfego pequeno por possuir um acabamento fino e denso. Quanto a sua espessura, esta varia em média entre 0,5 e 2,0 cm, resultante da granulometria dos agregados.

Como apresentado na Figura 3 acima, a base resultou em uma camada de espessura de 20 cm, e os materiais que a comporá deverão possuir CBR \geq 80%, expansão \leq 0,5%, limite de liquidez \leq 25% e limite de plasticidade \leq 6%, seguindo as especificações do DNIT.

Nota-se que a camada de sub-base não apresentou dimensões de espessura, devendo tal fato ao valor expressivo dos CBRs do subleito e do reforço, tornando sua adoção dispensável. Ainda, segundo o Manual de Pavimentação Urbana (AGETOP, 2016), para vias onde não será previsto tráfego pesado pode-se adotar uma camada monolítica de base, desde que esta apresente espessura máxima de 20 cm e mínima de 15 cm. O reforço do subleito, última camada do pavimento asfáltico, apresentou espessura de 10 cm, resultando em um pavimento com dimensão total de 32 cm. Portanto, esta é a

dimensão necessária para a estrutura do pavimento suportar as cargas resultantes do tráfego sem o comprometimento do subleito.

CONCLUSÃO

Após análise das amostras retiradas do local de estudo foi possível verificar os parâmetros fundamentais ao dimensionamento, onde obteve-se um solo A-2-4 para o sistema de classificação do TRB e uma areia argilosa segundo a SUCS. Quanto às especificações do DNIT, para a adoção do solo do subleito como material de fundação da estrutura, este apresenta boa capacidade portante, não sendo necessário sua estabilização ou substituição.

Já em relação à jazida de empréstimo, os fatores analisados mostraram-se satisfatórios para o seu uso como camada de reforço de subleito, sendo os valores encontrados superiores ao mínimo estabelecido, de tal modo que possibilitou a supressão da camada de sub-base. Portanto a estrutura será composta por reforço do subleito, base e revestimento, totalizando em uma estrutura de 32 cm. Aconselha-se ainda a execução em conjunto dos dispositivos de drenagem pluvial urbana para um melhor desempenho da obra de pavimentação, a fim de evitar o acúmulo de água na via e reduzir o volume de escoamento superficial que ocasionalmente podem levar a deterioração precoce do pavimento. Por fim, a pesquisa alicerçou-se na necessidade de elaborar um projeto de pavimentação que, se executado, trará inúmeros benefícios aos moradores da região e aqueles que porventura trafeguem pela via, dando-lhes maiores níveis de comodidade, segurança e rapidez nos deslocamentos.

REFERÊNCIAS

- Associação brasileira de norma técnicas. NBR 9604. Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas. Rio de Janeiro, 2016.
- Associação brasileira de norma técnicas. NBR 6457. Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 2016.
- Associação brasileira de norma técnicas. NBR 7181. Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2016.
- Associação brasileira de norma técnicas. NBR 7180. Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.
- Associação brasileira de norma técnicas. NBR 6459. Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2016.
- Associação brasileira de norma técnicas. NBR 7182. Solo - Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2016.
- Associação brasileira de norma técnicas. NBR 9895. Solo – Índice de suporte Califórnia (ISC) – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2017.
- Associação brasileira de norma técnicas. NBR 6502. Rochas e solo. Rio Janeiro, 1995.
- Agência goiana de transportes e obras públicas. Manual de pavimentação urbana. Goiás, 2017.
- Almeida, F. M. Energias para compactação de solos destinados a estruturas de pavimentos asfálticos. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Graduação Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017/ UFU, 101 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19813/1/EnergiasCompactacaoSolos.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2019.
- Caputo, H. P. (1988) Mecânica dos solos e suas aplicações: fundamentos, 6th ed., LTC- Livros Técnicos e Científicos S. A., Rio de Janeiro, BRASIL, 244 p.
- Departamento nacional de infraestrutura e transportes (2006) Manual de pavimentação, 3rd ed., Rio de Janeiro, BRASIL, 274 p.
- Departamento nacional de infraestrutura e transportes (2006) Manual estudo de tráfego, 1st ed., Rio de Janeiro, BRASIL, 384 p.
- Prego, A. S. S. (2001) A memória da Pavimentação no Brasil, 1st ed., ABPv, Rio de Janeiro, BRASIL, 640p.
- Senço, W. (2007) Manual de pavimentação. 2nd ed., PINI, São Paulo, BRASIL, v. 1 e v.2 761 p.
- Pinto, C. S. Curso básico de mecânica dos solos: em 16 aulas. 1st ed., Oficina de Textos, São Paulo 2006. 367 p.