



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Aline Marques de Castro

ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTO DAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO URBANO (FLEXÍVEL x RÍGIDO) NAS ESTAÇÕES DE ÔNIBUS KRAHÔ E XAMBIOÁ EM PALMAS TOCANTINS

Palmas - TO

2019

Aline Marques de Castro

ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTO DAS ALTERNATIVAS DE
PAVIMENTO URBANO (FLEXÍVEL x RÍGIDO) NAS ESTAÇÕES DE
ÔNIBUS KRAHÔ E XAMBIOÁ EM PALMAS TOCANTINS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e
apresentado como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia civil pelo Centro
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas.

Palmas – TO

2019

Aline Marques de Castro

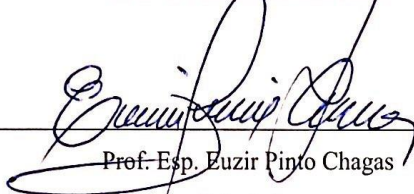
ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTO DAS ALTERNATIVAS DE
PAVIMENTO URBANO (FLEXÍVEL x RÍGIDO) NAS ESTAÇÕES DE
ÔNIBUS KRAHÔ E XAMBIOÁ EM PALMAS TOCANTINS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e
apresentado como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia civil pelo Centro
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas.

Aprovado em: 13/11/2019

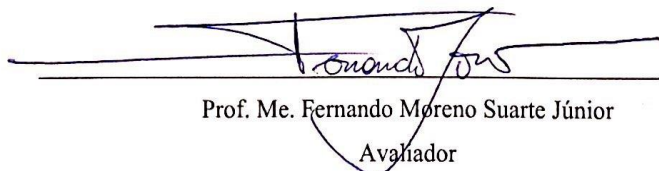
BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas

Orientador

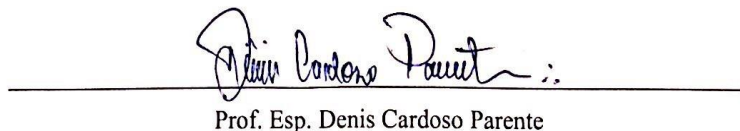
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Me. Fernando Moreno Suarte Júnior

Avaliador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Esp. Denis Cardoso Parente

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2019

À minha família, por acreditarem e investirem em mim. Mãe e Pai, seus cuidados, força, segurança e dedicação foram o que me deram a esperança para seguir com a certeza de que não estou e nunca estarei sozinha nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me concedido saúde, sabedoria e força para superar as dificuldades sempre com muita determinação e fé.

A Virgem Maria Santíssima por sua fidelíssima intercessão e proteção.

A meus pais, Jorge e Selene, por todo amor e apoio, não poupando esforços para que eu conseguisse chegar ao tão sonhado diploma, vocês foram e sempre serão a razão de tudo, a minha força para seguir em frente. Sem vocês nada disso seria possível.

A meus avós, Marcelino, Dione (*in memoriam*) e Maria das Dores, que com suas experiências e sabedoria sempre me deram os melhores conselhos e incentivos.

A minha irmã, Alana Marques, companheira de vida, luta e, agora, de profissão, que sempre me incentivou e ajudou, seja como irmã e/ou como colega de faculdade, a seguir em frente sem medo e com a certeza de que ela estaria e estará ali para o que eu precisar.

Ao meu namorado, Yan Olinda, por toda paciência, carinho e compreensão, você foi essencial na minha vida longe de casa, a minha eterna gratidão.

A toda minha família e amigos, por estarem sempre me apoiando e ajudando durante esta caminhada.

A meu orientador, Euzir Pinto Chagas, pelo suporte, conselhos, correções, paciência e incentivo.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

“Pés no chão e cabeça no céu”

RESUMO

CASTRO, Aline Marques. **ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTO DAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO URBANO (FLEXÍVEL x RÍGIDO) NAS ESTAÇÕES DE ÔNIBUS KRAHÔ E XAMBIOÁ EM PALMAS TOCANTINS.** 78f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas – TO, 2019.

O transporte público coletivo urbano é um serviço essencial que deve garantir a mobilidade dos cidadãos e a locomoção com segurança, especialmente aos locais de trabalho, de consumo em geral (compras e serviços privados e públicos), de lazer e cultura. Nessa perspectiva, este trabalho tem como objetivo geral avaliar as condições estruturais do pavimento em duas estações do sistema de transporte público em Palmas – TO, sobretudo, no sentido de verificar as condições de mobilidade e segurança aos usuários. Os resultados obtidos indicam que, em Palmas, há deficiência na qualidade da estrutura viária, principalmente em época de chuva, onde o pavimento se deterioriza com mais facilidade devido a má qualidade dos materiais utilizados e a forma em que são executados. Dessa maneira, se fez necessário a elaboração de um projeto de pavimentação, onde fosse possível ter relação entre qualidade e economia, visando melhorias públicas e particulares.

Palavras-chave: Custo, Dimensionamento, Transporte Coletivo

ABSTRACT

CASTRO, Aline Marques. **COMPARATIVE COST STUDY OF URBAN FLOOR ALTERNATIVES (FLEXIBLE x RIGID) AT KRAHÔ AND XAMBIOÁ BUS STATIONS IN PALMAS TOCANTINS**. 77f. Course Conclusion Paper (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas - TO, 2019.

Urban public transport is an essential service which must ensure citizens' mobility and safety and mobility, especially in the workplace, in general consumption (private and public shopping and services), leisure and culture. In this perspective, this work aims to evaluate the structural conditions of the pavement in two stations of the public transport system in Palmas - TO, especially in order to verify the conditions of mobility and safety to users. The results indicate that, in Palmas, there is a deficiency in the quality of the road structure, especially in the rainy season, where the pavement deteriorates more easily due to the poor quality of the materials used and the way they are made. Thus, it was necessary to elaborate a paving project, where it was possible to have a relationship between quality and economy, aiming at public and private improvements.

Keyword: Cost, Dimensioning, Public Transportation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Frota da Empresa Expresso Miracema	19
Figura 2 – Estação às Margens da Avenida Teotônio Segurado	21
Figura 3 - Formação dos solos	22
Figura 4 - Horizonte dos Solos	23
Figura 5 - Textura: Escala Granulométrica	23
Figura 6 - Pavimentação Asfáltica Rodoviária.....	24
Figura 7 - Estrutura Pavimento Flexível	25
Figura 8 - Estrutura Pavimento Rígido.....	25
Figura 9 - Pavimento Flexível e Pavimento Asfáltico.....	26
Figura 10 - Fluxograma do Estudo	26
Figura 11 - Bacias de Deformação	27
Figura 12 - Patologias na Estação Xambioá.....	32
Figura 13 - Estações de ônibus e pontos (embarque/desembarque) de passageiros.....	33
Figura 14 - Material coletado para ensaio	34
Figura 15 - Ensaio de Granulometria - Peneiramento	35
Figura 16 - Ensaio de Granulometria - Pesagem.....	36
Figura 17 - Limite de Liquidez - CasaGrande.....	37
Figura 18 - Limite de Plasticidade - Placa de Vidro	38
Figura 19 - Limite de Consistência - Teor de Umidade	39
Figura 20 - Ensaio de Compactação - Molde Cilíndrico.....	40
Figura 21 - Ensaio de Compactação - Teor de Umidade.....	40
Figura 22 - Índice de Suporte Califórnia - Imersão dos Corpos de Prova	41
Figura 23 - Índice de Suporte Califórnia - Prensa Hidráulica.....	42
Figura 24 - Estrutura final do pavimento rígido.....	61
Figura 25 - Esquemas das placas de concreto	61
Figura 26 - Juntas de encontro (a) e transversal de retração com barras de transferência (b).62	
Figura 27 - Forma do reservatório do selante.....	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curva Granulométrica - Estação Krahô	46
Gráfico 2 - Curva Granulométrica - Estação Xambioá	47
Gráfico 3 - Ensaio de Determinação do Limite de Liquidez (LL) - Estação Krahô.....	48
Gráfico 4 - Ensaio de Determinação do Limite de Liquidez (LL) - Estação Xambioá.....	49
Gráfico 5 - Curva de Compactação - Estação Krahô.....	50
Gráfico 6 - Curva de Compactação - Estação Xambioá.....	51
Gráfico 7 - Curva de Penetração do I.S.C - Estação Krahô.....	53
Gráfico 8 - Curva de Penetração do I.S.C - Estação Xambioá.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fatores de Equivalência de Carga - USACE	28
Quadro 2 - Seleção do Material de Base	28
Quadro 3 - Espessura do Revestimento	29
Quadro 4 - Classe de Solo através do Índice de Plasticidade	49
Quadro 5 - Aumento de k devido à presença de sub-base granular	55
Quadro 6 - Fatores de Segurança para as cargas	56
Quadro 7 - Especificações para Barra Lisa de Transferência (Aço CA-25)	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Contagem de tráfego.....	33
Tabela 2 - Composição Granulométrica	36
Tabela 3 - Valores das Intervenções Anuais (R\$)	44
Tabela 4 - Dados obtidos na Contagem de Tráfego - Estação Krahô e Xambioá	45
Tabela 5 - Volume Diário Médio Anual.....	45
Tabela 6 - Limite de Liquidez - Estação Krahô.....	48
Tabela 7 - Limite de Liquidez - Estação Xambioá.....	48
Tabela 8 - Dados de Compactação dos Corpos de Prova - Estação Krahô	50
Tabela 9 - Dados de Compactação dos Corpos de Prova - Estação Xambioá.....	50
Tabela 10 - Penetração – Estação Krahô	52
Tabela 11 - Penetração - Estação Xambioá	52
Tabela 12 - Cálculo do fator de carga - FC	56
Tabela 13 - Dimensionamento do pavimento de Concreto (PCA/84).....	58
Tabela 14 - Carga por Eixo - Estação Krahô e Xambioá	60
Tabela 15 - Relatório Sintético de Composições de Custos	64
Tabela 16 - Relatório Sintético de Composições de Custos	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ATTM	Agência de Trânsito, Transporte e Mobilidade
CODETINS	Companhia de Desenvolvimento do Estado do Tocantins
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagens
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IMPUP	Instituto de Planejamento Urbano de Palmas
JCP	Junta com Barras de Transferência
JSP	Junta sem Barras de Transferência
NBR	Norma Brasileira de Regulamentação
PCA	Portland Cement Association
PCAC	Pavimento com Acostamento de Concreto
PSAC	Pavimento sem Acostamento de Concreto
SETURB	Sindicato das Empresas de Transporte Coletivo Rodoviário Urbano de Passageiros dos Municípios do Estado do Tocantins
SIBE	Sistema de Bilhetagem Eletrônica
SICRO	Sistemas de Custos Referenciais de Obras
SMAMTT	Secretaria Municipal de Acessibilidade, Mobilidade, Trânsito e Transporte
SMSTT	Secretaria Municipal de Segurança, Trânsito e Transporte
SUCS	Sistema Unificado de Classificação dos Solos
TCE-TO	Tribunal de Contas do Estado do Tocantins
TCP	Transporte Coletivo de Palmas
USACE	Corpo de Engenheiros do Exército Norte-americano

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Problema de Pesquisa	Erro! Indicador não definido.
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.2 Objetivos Específicos.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 TRANSPORTE PÚBLICO DE PALMAS.....	18
2.2 SOLOS	22
2.3 Pavimentação.....	24
2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS	24
2.5 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	26
2.5.2 Pavimento Rígido, Método PCA 84	26
2.5.3 Determinação Número N	27
2.5.4 Tipos de Revestimento.....	29
2.6 TRÁFEGO.....	30
2.7 CUSTO BENEFÍCIO	31
3 METODOLOGIA.....	32
3.1 Desenho do Projeto.....	32
3.2 estudo de tráfego.....	33
3.3 Estudo do subleito	34
3.3.1 Coleta do Material.....	34
3.3.2 Ensaio do Material	34
3.4 Dimensionamento do Pavimento Rígido.....	42
3.5 ANÁLISE DO BENEFÍCIO CUSTO EM 10 ANOS	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1 Análise do Tráfego	45
4.2 estudo do subleito através de ensaios laboratoriais	46
4.2.1 Ensaio de Granulometria.....	46

4.2.2 Ensaio de Limite de Consistência.....	47
4.2.3 Ensaio de Compactação	50
4.2.4 Índice de Suporte Califórnia	51
4.3 Dimensionamento do pavimento rígido	55
4.3.1 Dimensionamento das Juntas	61
4.4 Comparativo das Modalidades (Custo)	63
4.4.1 Pavimento Flexível.....	63
4.4.2 Pavimento Rígido.....	64
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	70

1 INTRODUÇÃO

O transporte público coletivo urbano é essencial e deve garantir a mobilidade e segurança da população à própria cidade, principalmente, aos locais de trabalho, de consumo em geral (compras, serviços privado e público), lazer e cultura.

Entre os serviços públicos, destacam-se os equipamentos e os serviços urbanos de uso coletivo, sobretudo aqueles que atendem as necessidades básicas dos usuários, tais como saúde e educação. Nessa perspectiva, este projeto de pesquisa tem como objetivo geral avaliar as condições físicas do pavimento existente hoje nas estações de ônibus em Palmas – TO. Para tanto, a pesquisa leva em consideração parâmetros da estrutura viária da cidade, dos serviços de transporte público e da distribuição espacial das atividades de uso e ocupação do solo urbano.

Com vista a atender os objetivos propostos, a instrumentalização da pesquisa parte da elaboração dos amparos teóricos, que se constituem na estrutura teórica acerca do pavimento flexível e pavimento rígido (dimensionamento proposto no projeto em questão), com relação aos aspectos de mobilidade e economia, aliando conceitos e parâmetros.

Cabe ainda ressaltar que a construção e adequação dos espaços públicos é necessidade no âmbito geral, pois as mesmas vias usadas por ônibus coletivo são usadas por transporte privado e até mesmo outros transportes públicos.

Para tanto, Balbo afirma que a pavimentação é uma via de circulação de veículos que visa a melhoria operacional do tráfego, pois na medida em que é criada uma superfície mais regular gera mais conforto no deslocamento do veículo, uma superfície mais aderente tem-se a garantia em condições de pista úmida e/ou molhada, uma superfície menos ruidosa gera um melhor conforto ambiental, ou seja, quanto melhor qualidade de rolamento da via, proporciona aos usuários uma expressiva redução nos custos operacionais.

Estudar as estações instaladas no Sistema Integrado de Transporte Coletivo local, enfatizando a estrutura física da pavimentação pode auxiliar no melhor conhecimento dessas necessidades, bem como na verificação da eficácia dessas instalações no atendimento às demandas dos usuários ou na preposição de soluções de engenharia. Demandando um melhor tipo de pavimento e/ou adaptação do mesmo, visando, principalmente, o custo benefício.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar um comparativo de custo com o emprego do Pavimento Rígido x Pavimento Flexível, nas estações de ônibus Krahô e Xambioá em Palmas Tocantins.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Elaborar o estudo de tráfego nas vias em estudo, conforme a recomendação no Manual de Estudo de Tráfego do DNIT;
- Realizar estudos para a caracterização do solo do subleito – granulometria, LL, LP, IP, compactação e ISC;
- Elaborar o dimensionamento do pavimento rígido, conforme o método PCA 84;
- Verificar o custo do pavimento flexível (manutenções) nos anos anteriores; em Palmas;
- Analisar o Benefício/Custo entre as duas modalidades, considerando um período de 20 anos.

1.3 JUSTIFICATIVA

Sabendo das condições precárias das vias existentes atualmente nas estações de ônibus em Palmas e de suas manutenções anualmente, verifica-se uma necessidade de intervenções e soluções para uma vida útil a longo prazo. Pois hoje, mesmo com todo o aparato utilizado, existe um déficit na execução e uso das mesmas.

Sendo assim, a importância que se tem sobre o estudo é proporcionar melhores condições de comodidade e segurança ao usuário, executando um pavimento com poucas deformações e uma vida útil maior. Faz – se necessário tal análise devido ao incômodo visível dos passageiros e motoristas que trafegam diariamente pelas vias das estações mencionadas.

Estradas servem para dar acesso: à educação e à saúde; à cultura e ao lazer; ao convívio social e ao trabalho. No entanto, não se trata de privilégio de alguns grupos, pois suas gritantes deficiências afetam todos, sem distinção de classe social, cor, credo e ideologia. (Balbo, 2007)

No âmbito econômico, é observado o custo benefício, onde o Pavimento Rígido poderá, frequentemente, atender adequadamente de 20 a 40 anos, com quase nenhuma manutenção. E é sabendo do seu alto custo para implantação versus sua recomendação para vias de tráfego pesado e corredores de ônibus, que será feito tal comparativo.

Ao se dar condição para uma via de melhor qualidade de rolamento, automaticamente se proporciona aos usuários uma expressiva redução nos custos operacionais, haja vista que os custos de operação e de manutenção dos veículos estão associados às condições de superfície dos pavimentos. A regularidade também permite o deslocamento a maior velocidade, que, por um lado, representa maior consumo de combustível, e por outro, proporciona economia nos tempos de viagem. (Balbo, 2007)

Contudo, a relevância pessoal se dá pelo convívio diário com todos os problemas e dificuldades de motoristas de transporte público e/ou particular e seus usuários, onde os veículos acabam por precisar de uma manutenção periódica. Caso contrário, quebra no meio do caminho e afeta o social, impossibilitando os mesmos de chegarem nos seus destinos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TRANSPORTE PÚBLICO DE PALMAS

Antes da estruturação e do implemento do sistema integrado de transportes coletivo de Palmas, profissionais atuantes no Instituto Municipal de Planejamento Urbano de Palmas (IMPUP), vinculados à Secretaria Municipal de Acessibilidade, Mobilidade, Trânsito e Transporte (SMAMTT), da prefeitura de Palmas - TO, elaboraram, a título de embasamento para a tomada de decisões e a devida contextualização, um Plano de Trabalho. Onde consta a cronologia a seguir do desenvolvimento do transporte coletivo desta Capital.

Conforme informações levantadas junto à SMAMTT, o Sistema de Transporte Público de Palmas iniciou suas operações com a empresa Expresso Miracema Ltda., em 1º de janeiro de 1990, fazendo o transporte no trajeto do Distrito de Taquaruçu para a prefeitura provisória de Palmas, que na época era instalada na sede de uma fazenda, que ainda existe, sendo localizada no Parque Cesamar.

Em 12 de junho de 1990 iniciaram-se as atividades da empresa Palmas Transporte e Turismo Ltda., por meio de uma autorização concedida pela Companhia de Desenvolvimento do Estado do Tocantins (CODETINS), para a operação de serviços de transporte coletivo de passageiros em Palmas, nas regiões urbanas, suburbanas e rurais. A CODETINS na época era o órgão público responsável pela implantação e concessão dos serviços de transporte público, por forças de um convênio firmado entre a prefeitura de Palmas e a CODETINS.

Em 12 de abril de 1991 a CODETINS autorizou formalmente a Expresso Miracema Ltda., a operar os serviços de transporte coletivo de passageiros em Palmas, nas regiões urbanas, suburbanas e rurais.

Em 17 de julho de 1991 a CODETINS autorizou a Firma Individual- José Celestino Silva (CELESTUR ROTA) a implantação de 01 (uma) linha de transporte em Palmas, no percurso de Taquaralto- Jardim Aurenny- Palmas e vice-versa.

A partir de 1992 estes serviços passaram a ser administrados pela prefeitura municipal de Palmas, que realizou a concorrência pública nº 001/92, em 30/10/1992, amparada no 1º Regulamento dos serviços rodoviários municipais de transportes coletivos da Capital, instituído através do Decreto nº 063/92 de 18 de agosto de 1992, que aprovou a outorga de Linhas do Transporte Público em Palmas. E a empresa Expresso Miracema Ltda., foi a vencedora da Concorrência Pública para a exploração dos serviços de transporte coletivo por um período de 10 (dez) anos a partir de 30 de novembro de 1992, celebrando-se com esta o contrato de concessão. A partir daí incorporou-se ao quadro já existente novas linhas e itinerários.

Em 06 de fevereiro de 1995, foi expedido o Termo de autorização a título precário, a empresa Transporte Coletivo de Palmas Ltda (TCP), cm validade de 02 (dois) anos, sem se especificar Linhas e itinerários.

Em 1º de setembro de 2000, a Prefeitura Municipal de Palmas celebrou com a empresa Expresso Miracema Ltda. O termo aditivo de Re-ratificação e consolidação nº 351/2000 ao Termo de concessão celebrado anteriormente coma CODETINS, para a exploração de 18(dezoito) linhas de transporte coletivo urbano em Palmas, com prazo de vigência de 20 (vinte) anos, admitindo-se uma nova renovação por igual período, conforme figura 1. Este termo aditivo foi considerado LEGAL pelo Tribunal de Contas do Estado do Tocantins (TCE-TO), através da Resolução nº 1812/2001, de 29 de maior de 2001, estando, portanto, registrado naquele órgão. Em 05 de setembro de 2001, a Prefeitura Municipal de Palmas, resolveu através do Decreto nº1602 de 19 de outubro de 2001, autorizar (prorrogar) a título precário a empresa Palmas Transportes e Turismo Ltda., a exploração dos serviços de transporte coletivo de passageiros por um período não inferior a 24 (vinte e quatro) meses e não superior a 10 (dez) anos.

Figura 1 - Frota da Empresa Expresso Miracema



Fonte: HERCULANO, 2017

Em 28 de janeiro de 2002 foi firmado um Termo aditivo e Re- ratificação nº001/2002 do contrato de concessão de transporte coletivo urbano por ônibus, entre o município de Palmas e

a empresa Expresso Miracema Ltda., que pactuou a prorrogação do prazo no contrato originário, pelo período de 20 (vinte) anos, a partir da data de seu vencimento admitindo-se uma nova renovação por igual período. Este termo aditivo foi considerado LEGAL pelo tribunal de contas do estado do Tocantins, através da Resolução nº 3969/2002, de 25 de setembro de 2002, estando, portanto, registrado naquele órgão.

A prefeitura através do decreto nº 368 de 25 de março de 2002, autorizou a empresa Veneza Transportes e Turismo Ltda., a título precário a exploração dos serviços de transporte no percurso Taquaralto - Jardim Aurenny - Palmas e vice e versa, por um prazo de 10 (dez) anos prorrogável por igual período.

Plano de Racionalização do Transporte Coletivo de Palmas, realizado em 2002 através de uma parceria entre a Agência Municipal de Trânsito e Transporte e a Universidade de Brasília onde, um dos objetivos da consultoria foi a realização de reuniões com a comunidade, para identificar as principais recomendações/aspirações em relação ao estudo.

A Lei nº 1173 de 21 de janeiro de 2003 dispõe sobre o Regulamento dos Serviços Rodoviários Municipais de Transporte Coletivo de Passageiros, em vigência.

A Lei nº 1231 de 23 de outubro de 2003, declarou o Sindicato das Empresas de Transporte Coletivo Rodoviário Urbano de Passageiros dos Municípios do Tocantins (SETURB) em entidade de utilidade Pública.

Através do Termo de Parceria nº 1/2004, a Prefeitura Municipal de Palmas, representado pela Agência de Trânsito e Transportes, e de outro lado o SETURB, celebraram a parceria na administração do Terminal Urbano de Passageiros até dezembro de 2004.

Em 2006 é editado o Decreto nº 256, de 09 de novembro de 2006, que estabelece normas e procedimentos para a implantação e uso do Sistema de Bilhetagem Eletrônica (SIBE) e, no mesmo ano é celebrado entre o Município de Palmas e o SETURB o convênio nº 59/2006 de 04 de dezembro de 2006, para a implantação do Sistema de Bilhetagem Eletrônica no transporte coletivo de Palmas, bem como o contrato de fornecimento de equipamentos de informática do Sistema de Bilhetagem Eletrônica sob o nº 095/2006 em 15 de dezembro de 2006, entre a fornecedora e o SETURB, com interveniência da Concessionária e anuência da Agência de Trânsito, Transporte e Mobilidade (ATTM).

Em 1º de março de 2007 foi implantado a Bilhetagem Eletrônica para os estudantes, em 1º de maio para os funcionários públicos e para os demais usuários em 1º de julho chegando ao fim o vale-transporte em papel moeda.

Na verdade, o sistema de transporte coletivo de Palmas teve seu início, de fato, em julho de 2007, após todas as etapas acima descritas, mas nem tudo o que foi planejado foi executado.

No projeto original de implantação foi previsto no canteiro central da Avenida Teotônio Segurado, uma das principais vias da cidade, a instalação das estações de integração, mas não houve recursos suficientes e nem tempo hábil para execução. Segundo os profissionais, o canteiro central da Avenida Teotônio Segurado é projetado com 45 metros de largura e margeado por duas pistas com 14 metros cada. Ao longo de um eixo (norte/sul), agrega fatores determinantes para a implantação do transporte urbano, proporcionando aos usuários uma maior segurança e acessibilidade, assim como um melhor e mais seguro fluxo no trânsito, evitando conflitos e riscos de acidentes. Entretanto, como já foi dito, em um primeiro momento, tais diretrizes não foram contempladas. As estações de integração foram margeando a Avenida Teotônio Segurado e isso gerou diversos conflitos no trânsito e desconforto aos usuários, conforme figura 2.

Figura 2 – Estação às Margens da Avenida Teotônio Segurado



Fonte: IMAGENS GOOGLE, 2018

Um sistema de transporte urbano deve ser dinâmico e deve crescer à medida que a cidade cresce, pois, assim sendo, a demanda por parte dos usuários aumenta, e as linhas, frota, estrutura física também aumentam. Por isso, o sistema deve ser bem planejado e implantado por etapas.

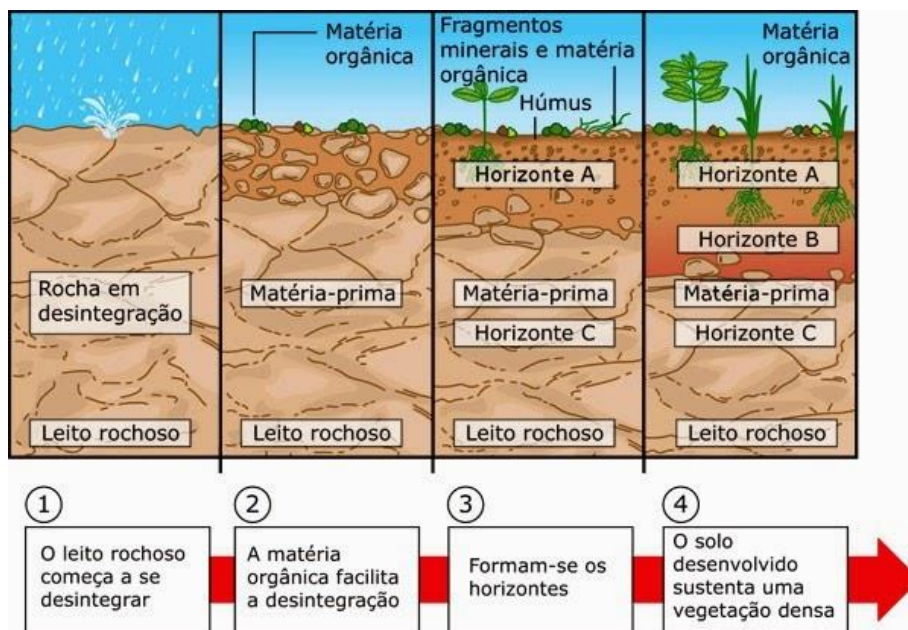
2.2 SOLOS

De acordo com Homero Pinto em seu livro *Mecânica dos Solos e suas aplicações*, os solos são materiais que resultam do intemperismo ou meteorização das rochas, por desintegração mecânica ou decomposição química.

Desintegração mecânica se dá através de agentes como água, temperatura, vegetação e vento, formam-se os pedregulhos, areias e siltes, e, somente em condições especiais, as argilas, conforme figura 3 e 4. Desintegração química, como o próprio nome já sugere, entende-se como o processo em que há modificação química. O principal agente é a água e os mais importantes mecanismos de ataque são a oxidação, hidratação, carbonatação e os efeitos químicos da vegetação. As argilas apresentam o último produto de processo de decomposição. (Homero, 1988)

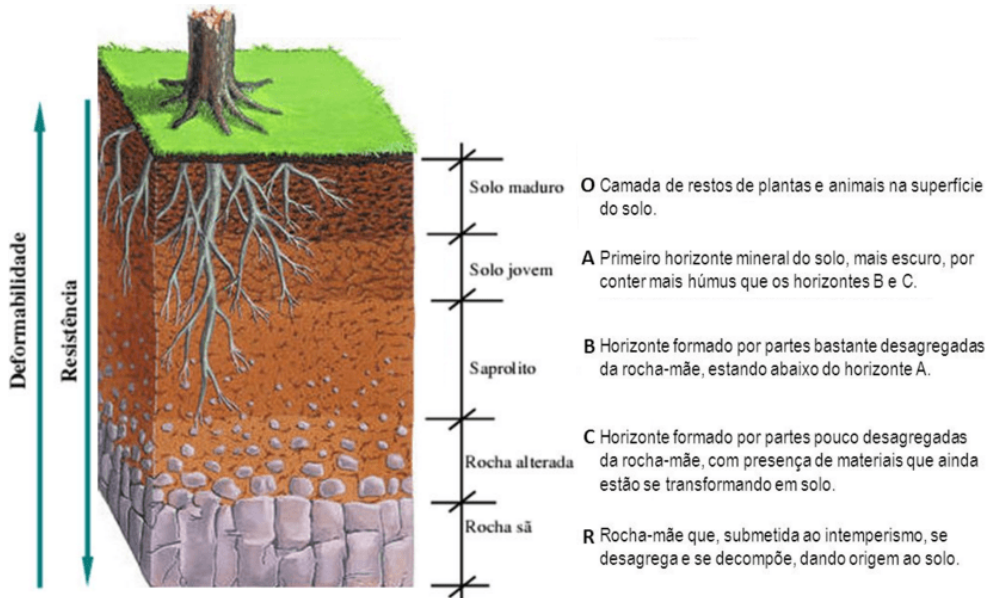
Com base na origem dos seus constituintes, os solos podem ser divididos em dois grandes grupos: solo transportado, quando os produtos de alteração foram conduzidos por um agente qualquer, para local diferente ao da transformação; solo residual, se os produtos da rocha intemperizada permanecem ainda no local em que se deu a transformação (DNIT, 2006)

Figura 3 - Formação dos solos



Fonte: SOLO - INTEMPERISMO E HORIZONTE (DIONATA, P.01)

Figura 4 - Horizonte dos Solos



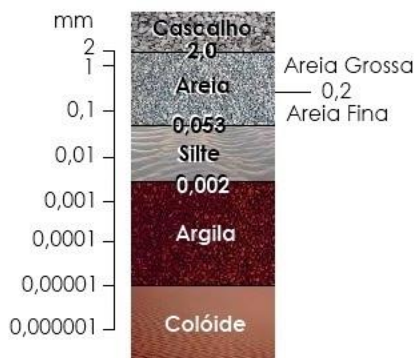
Fonte: SOLO - INTEMPERISMO E HORIZONTE (DIONATA, P.02)

O Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS) baseia-se na identificação dos solos de acordo com as suas qualidades de textura e plasticidade, e grupa-os de acordo com seu comportamento quando usados em estradas, aeroportos, aterros e fundações, conforme figura 5. (DNIT, 2006) Consideram-se as seguintes características:

- Percentagens de pedregulhos, areia e finos;
- Forma da curva granulométrica;
- Plasticidade e Compressibilidade.

Figura 5 - Textura: Escala Granulométrica

Escala de Textura Utilizada Para o Solo



Fonte: MENOLLI, 2013

2.3 PAVIMENTAÇÃO

Via Pública é a avenida ou rua pública, que compreende o conjunto de usuários do trânsito, para tanto:

“Há a necessidade de que os municípios estabeleçam em seus Planos Diretores regras, normas e padrões para o desenho dessas vias, garantindo a instalação do mobiliário urbano necessário para a comodidade pública e corretamente locado e dimensionado para atenderem o fluxo de pessoas e veículos que estarão ocupando a área no momento em que o espaço estiver completamente ativo (planejamento)”. (Ministério das cidades 2012, construindo uma cidade acessível, caderno 2, p. 50)

No dicionário pavimento é um revestimento sobre uma superfície, formado por diferentes camadas. Sendo assim, Balbo afirma que:

O pavimento é uma estrutura não perene, composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais compactados a partir do subleito do corpo estradal, adequada para atender estrutural e operacionalmente ao tráfego, de maneira durável e ao mínimo custo possível, considerados diferentes horizontes para serviços de manutenção preventiva, corretiva e de reabilitação, obrigatórios. (Balbo, 2007)

A estrutura do pavimento é concebida, em seu sentido puramente estrutural, para receber e transmitir esforços de maneira a aliviar pressões sobre as camadas inferiores, que geralmente são menos resistentes, embora isso não seja tomado como regra geral. Para que funcione adequadamente, todas as peças que a compõem devem trabalhar deformações compatíveis com sua natureza e capacidade, portanto, isto é, de modo que não ocorram processos de ruptura ou danificação de forma prematura e inadvertida nos materiais que constituem as camadas do pavimento, conforme figura 6. (Balbo, 2007)

As cargas são transmitidas à fundação de forma aliviada e também criteriosa, impedindo a ocorrência de deformações incompatíveis com a utilização da estrutura ou mesmo de rupturas na fundação, que geram estados de tensão não previstos inicialmente nos cálculos e induzem toda a estrutura a um comportamento mecânico inapropriado e à degradação acelerada ou prematura. (Balbo, 2007)

Figura 6 - Pavimentação Asfáltica Rodoviária



Fonte: CGS CONSTRUÇÃO, 2017

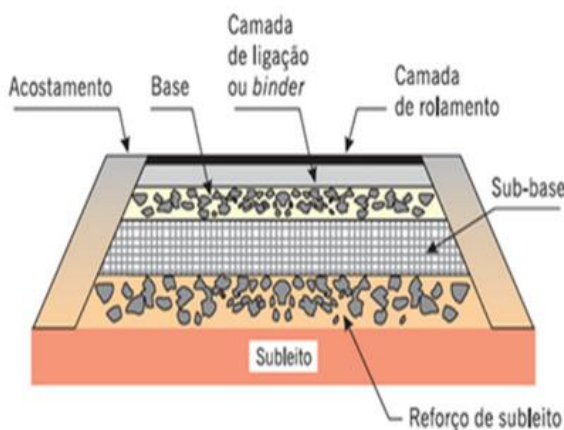
2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) define e classifica os pavimentos em três tipos:

- a) Flexível – as camadas sofrem deformação elástica sob o carregamento aplicado e, portanto, as cargas se distribuem em parcelas entre as camadas. Pavimentos asfálticos, indicando o tipo de revestimento do pavimento, conforme figura 7 e 9.
- b) Semirrígido – uma base de cimento revestida por uma camada
- c) Rígido – formado por subleito, sub-base e a base que é o próprio revestimento, ou seja, pavimento de concreto-cimento. O carregamento aplicado, por se tratar de um pavimento com alta rigidez, é dissipado pela base de concreto, distribuído uniformemente, conforme figura 8 e 9.

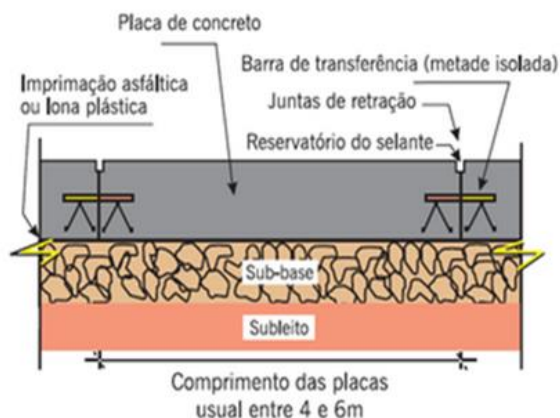
O pavimento, por injunções de ordem técnico-econômicas é uma estrutura de camadas em que materiais de diferentes resistências e deformabilidades são colocadas em contato resultando daí um elevado grau de complexidade no que respeita ao cálculo de tensões e deformações e atuantes nas mesmas resultantes das cargas impostas pelo tráfego. (DNIT, 2006)

Figura 7 - Estrutura Pavimento Flexível



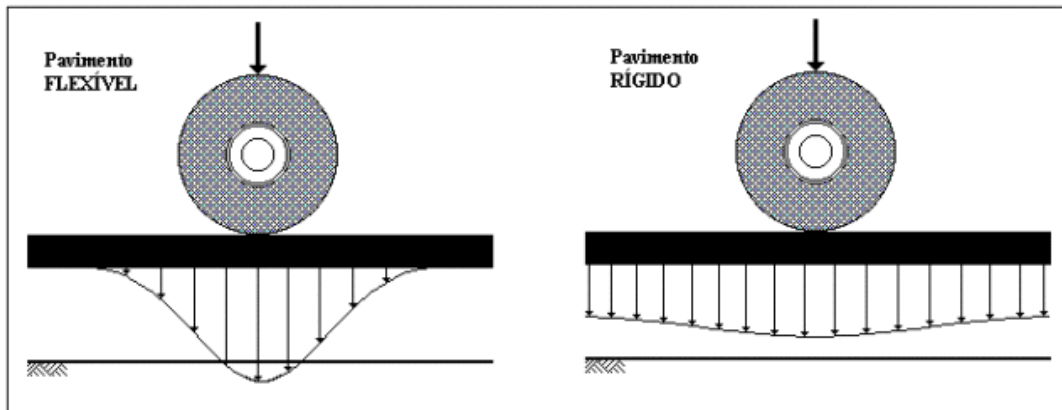
Fonte: BERNUCCI, 2010

Figura 8 - Estrutura Pavimento Rígido



Fonte: BERNUCCI, 2010

Figura 9 - Pavimento Flexível e Pavimento Asfáltico



Fonte: Gunzi, 2016

2.5 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Conforme Senço, uma seção transversal típica de um pavimento – com todas as camadas possíveis – consta de uma fundação, o subleito, e de camadas com espessuras e materiais determinados por um dos inúmeros métodos de dimensionamento.

Dependendo do caso, o pavimento poderá não possuir camada de sub-base ou de reforço; mas a existência de revestimento, nem que seja primário (cascalhamento, agulhamento), e de fundação (subleito) são condições mínimas para que a estrutura seja chamada de pavimento, razão pela qual se descarta aqui, por completo, o emprego do termo “pavimento sobre ponte”. Todo pavimento possui solo de fundação, o que não existe sobre o tabuleiro da ponte. (Balbo, 2007)

2.5.2 Pavimento Rígido, Método PCA 84

Conforme Senço, 2007 a transmissão das pressões às camadas inferiores está subordinada à rigidez da placa de concreto e, assim, à resistência do pavimento à deformação pela ação das cargas do tráfego.

O fluxograma para os estudos do pavimento rígido, conforme figura 11, não difere do que é empregado no pavimento flexível.

Figura 10 - Fluxograma do Estudo



Fonte: Senço, 2007

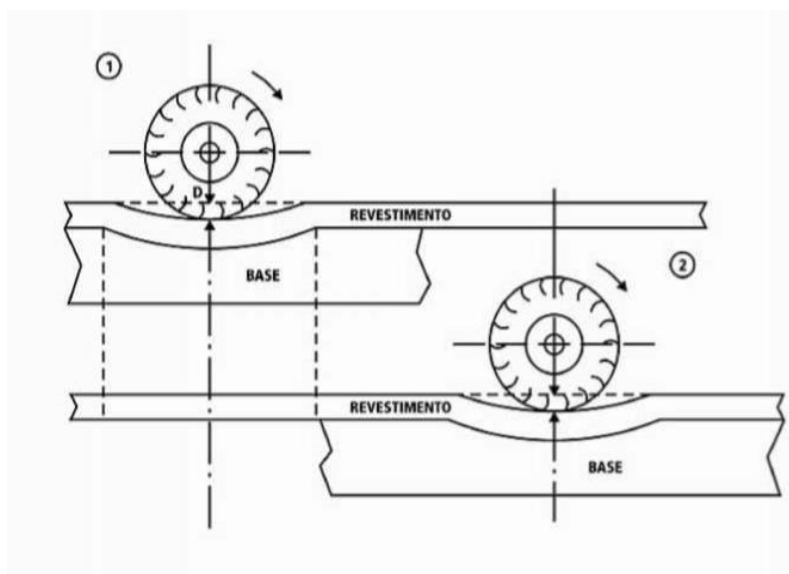
O dimensionamento da placa de concreto para um pavimento rígido tem por base a determinação do consumo de resistência à fadiga e os danos causados por erosão. Assim, a espessura da placa de concreto, a ser adotada no projeto do pavimento, será aquela relacionada com o primeiro condicionante. Existem tabelas próprias, para cargas por eixo já afetadas de um fator de segurança, para o caso de pavimentos com acostamentos de concreto ou não, e para juntas com barras de transferência ou não.

Para o dimensionamento segundo esse método, utiliza-se o formulário-tipo dos anexos.

Fazem parte dos elementos necessários ao dimensionamento os anexos.

De acordo com esses dados, inicia-se a definição dos parâmetros de dimensionamento, espessura por tentativa, determinação das tensões equivalentes, determinação dos fatores de erosão, determinação dos fatores de fadiga, determinação das repetições admissíveis de carga e o cálculo do consumo de resistência à fadiga e danos por erosão.

Figura 11 - Bacias de Deformação



Fonte: Senço, 2007

2.5.3 Determinação Número N

Conforme DNIT, 2006, a determinação do número N é o número de operações do eixo padrão rodoviário, que consiste num eixo simples com rodas duplas, com carga de 8,2 toneladas. O mesmo é definido lançando os dados nas fórmulas de 1 a 4 e tabelas de 1 a 3.

$$N = 365 * VMD * P * FV \quad (1)$$

$$FV = FC * FE \quad (2)$$

Onde:

- VMD : Volume Médio Diário;
 P : Período de Projeto em anos;
 FV : Fator de Veículo;
 FC : Fator de Carga;
 FE : Fator de Eixo.

$$FE = \frac{(FEa*passagens\ de\ A)+(FEb*passagens\ de\ B)}{(passagens\ de\ A+passagens\ de\ B)} \quad (3)$$

$$VMD = \frac{VMD^1*[2+(P-1)*\frac{t}{100}]}{2} \quad (4)$$

Onde:

- VMD : Volume Médio Diário
 VMD¹ : Volume de Tráfego no Ano de Abertura da Via;
 P : Período de Projeto, em anos;
 t : Taxa de Crescimento Anual, em porcentagem.

Quadro 1 - Fatores de Equivalência de Carga - USACE

Tipo de Eixo	Faixas de Cargas (tf)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FEC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FEC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 – 11	$FEC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,4720}$
	≥ 11	$FEC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,4840}$
Tandem triplo	0 – 18	$FEC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FEC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

P = peso bruto total sobre o eixo

Fonte: DNER, 1998

Quadro 2 - Seleção do Material de Base

Número "N"	CBR (%)
$N \leq 10^6$	CBR ≥ 60
$N > 10^6$	CBR ≥ 80

Fonte: DNER, 1998

Quadro 3 - Espessura do Revestimento

Número "N"	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamento superficial betuminoso
$10^6 < N \leq 5.10^6$	Revestimento betuminoso com 5,0cm de espessura
$5.10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5cm de espessura
$10^7 < N \leq 5.10^7$	Concreto betuminoso com 10,0cm de espessura
$N > 5.10^7$	Concreto betuminoso com 12,5cm de espessura

Fonte: DNER, 1998

2.5.4 Tipos de Revestimento

2.5.4.1 Revestimentos Flexíveis

Nos revestimentos betuminosos, como o nome indica, o aglutinante utilizado é o betume, sendo este, subdividido em várias categorias:

- a) Concreto betuminoso usinado à quente: consiste na mistura íntima de agregado e betume devidamente dosado. A mistura é feita em usina, com rigoroso controle de granulometria, teor de betume, temperaturas do agregado e do betume, transporte, aplicação e compressão.
- b) Pré-misturado à quente: o agregado é aquecido até uma temperatura próxima da temperatura do betume, especificações menos rigorosas, quer quanto a granulometria, quer quanto à estabilidade ou quanto ao índice de vazios.
- c) Pré-misturado à frio: o agregado é empregado sem prévio aquecimento e é um produto menos nobre.
- d) Tratamentos superficiais: consiste na aplicação de uma ou mais camadas de agregado ligadas por pinturas betuminosas. Quando a pintura corresponde a uma camada de agregado e há aplicação sobre tal, dá-se o nome por penetração direta. Já a penetração invertida dá-se quando a aplicação é sob a camada de agregado. Sendo assim, o tratamento pode ser: simples, duplo, triplo ou quádruplo.

2.5.4.2 Revestimento Rígido

Os materiais constituintes são os mesmos das bases rígidas, com condições de resistir aos esforços horizontais e distribuir esforços verticais à sub-base. O revestimento rígido é de concreto de cimento. O uso do óleo combustível para o aquecimento dos fornos para a produção do cimento implica, realmente, um consumo maior desse óleo, mas esse consumo extra será perfeitamente justificado pela economia obtida na redução do petróleo de base asfáltica.

É a camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação do tráfego e destinada a melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, além de resistir ao desgaste, ou seja, aumentando a durabilidade da estrutura. (Senço, 2007)

2.6 TRÁFEGO

O tráfego influi diretamente nas vias devido ao seu tamanho, peso e velocidade. O conhecimento do que compõe o volume é fundamental pela seguinte razão: o efeito que os veículos exercem entre si depende de suas características. A quantidade dos veículos de grandes dimensões determina as características estruturais, pesos e geometria das vias; a composição do número dos veículos influi na capacidade das vias; e, também, a composição do tráfego, obtida pelos usuários da mesma. Uma das características em que se deve atentar, é sua variação no geral quanto ao fluxo de tráfego, os mesmos variam: por ano, mês, semana, dia e até dentro de horas, além de, no mesmo local, variar segundo a faixa de tráfego analisada. (DNIT, 2006)

Define-se volume de tráfego (ou fluxo de tráfego) como o número de veículos que passam por uma seção de uma via, ou de uma determinada faixa, durante uma unidade de tempo. (DNIT, 2006)

Conforme Senço, 2007 o estudo de tráfego é representado pelo volume diário médio de tráfego, conforme fórmula 5, determinando o fluxo, sentido, composição, direção e quantidade de veículos do mesmo podendo ser classificados em: tráfego leve, médio e pesado. Adota-se para tanto uma taxa de crescimento baseando-se em uma média da região ou crescimento histórico. Para um projeto de 20 anos, como foi elaborado, se fez a classificação levando em conta o tráfego do décimo ano.

$$VDM = VDM * (1 + g)^P \quad (5)$$

Onde:

- P : número de anos (1, 2, 3, ...20);
 VDM : volume diário médio do décimo ano;
 g : taxa de crescimento do tráfego.

Os limites para classificação do tráfego são:

- Tráfego Leve (TL) Menos de 50 veículos comerciais por dia;
- Tráfego Médio (TM) Entre 50 e 300 veículos comerciais por dia;
- Tráfego Pesado (TP) Mais de 300 veículos comerciais por dia.

2.7 CUSTO BENEFÍCIO

O custo total de um pavimento é composto pelas seguintes parcelas: custo de construção, custo de manutenção e recuperação e custos operacionais. Enquanto os custos de construção e de manutenção e reabilitação dos pavimentos consomem grande parte dos recursos orçamentários de qualquer nação, os custos que incidem sobre os usuários quando da operação dos veículos são ainda maiores. (Cristina, 2003)

A pavimentação, que em princípio, deve dar estabilidade à superfície de rolamento, permitindo o tráfego em qualquer época do ano, transcende em muito, nos seus efeitos, essa simples finalidade, pois representa um benefício que pode atender aos objetivos das comunidades em uma faixa bem mais ampla de necessidades. A restrição imposta, principalmente pela falta de recursos, obriga seja feito um estudo detalhado das prioridades, que se baseiam essencialmente na comparação de custos e benefícios. (Senço, 2007)

A pavimentação de uma via de terra existente ou serviços de melhoramentos numa via com pavimento em mau estado enquadram-se perfeitamente na definição de benefício, pois se traduzirão para os usuários em redução do custo de operação, dos tempos de viagem e de percurso e outras vantagens que podem ser resumidas como de economia do custo geral do transporte. As comparações entre custos e benefícios atendem às necessidades dos estudos de viabilidade em diversas situações: comparação entre um conjunto de obras do mesmo tipo; comparação entre alternativas da mesma obra; comparação entre uma situação existente e uma situação nova. (Senço, 2007)

3 METODOLOGIA

A etapa preliminar da pesquisa consistiu em um estudo das necessidades consideradas importantes para a mobilidade nas estações (Krahô e Xambioá) com um estudo detalhado do DNIT 2006 e suas recomendações de adequação para uma pavimentação regular, conforme figura 12.

Figura 12 - Patologias na Estação Xambioá

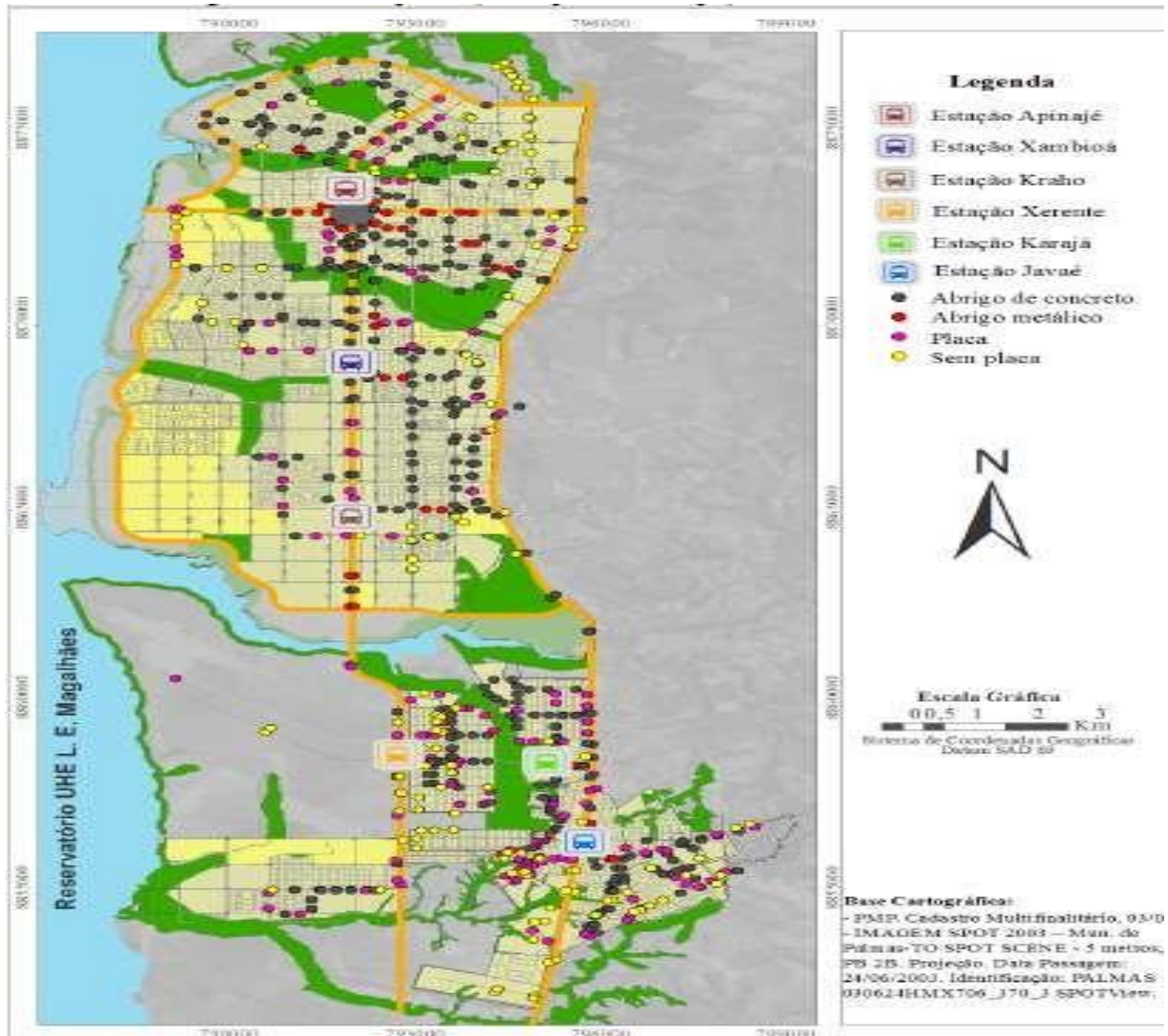


Fonte: AUTOR, 2019

3.1 DESENHO DO PROJETO

A pesquisa foi desenvolvida em duas estações de ônibus, na cidade de Palmas – TO, a fase de coleta de dados foi realizada no período de 08 de agosto de 2019 a 22 de agosto de 2019, nas estações de ônibus: Krahô (Às margens da Avenida Teotônio Segurado, próximo ao Hotel Italian, Quadra 1201 Sul) e Xambioá (Às margens da Avenida Teotônio Segurado, próximo ao Supermercado Super Big, Quadra 601 Sul), conforme figura 13, baseada, principalmente, em análise fotográfica das mesmas. Quanto a natureza, se tratou de uma pesquisa quanti-qualitativa. As vias possuem 14 metros de largura, o trecho que foi analisado na estação Krahô possui 90 metros de comprimento e na estação Xambioá 108 metros de comprimento.

Figura 13 - Estações de ônibus e pontos (embarque/desembarque) de passageiros.



Fonte: SMAMTT (2014). Organização: Oliveira (2014).

3.2 ESTUDO DE TRÁFEGO

Nessa etapa foi realizado um levantamento (in loco) durante 03 dias, nos horários de pico das estações Krahô e Xambioá, onde foi avaliado quantos e quais são os tipos de veículos que transitam nas vias em estudo, e também verificado no aplicativo Moovit a rota e o horário dos ônibus que trafegam pelas mesmas. O método foi feito conforme normas do DNIT 2006 Manual de Estudos de Tráfego, usando uma prancheta conforme quadro 1.

Tabela 1 - Contagem de tráfego

1º Dia				
Horário	Van	Ônibus Coletivo	Ônibus Interestadual	Ônibus Intermunicipal

Fonte: AUTOR, 2019

3.3 ESTUDO DO SUBLEITO

O diagnóstico foi realizado através de coleta de dados a partir de ensaios para verificação de como se comporta o subleito e possíveis alterações no tipo de pavimento da via. Os ensaios realizados foram de granulometria, limite de consistência, compactação e Índice de Suporte Califórnia. Todos estes ensaios foram realizados no laboratório de solos localizado na própria instituição CEULP/ULBRA.

3.3.1 Coleta do Material

Os dados necessários para a realização dos ensaios foram extraídos no mês de agosto nas Estações em estudo, sendo seis amostras do solo de 1000 gramas cada, obedecendo informações e diretrizes contida nas normas, dando um total de 12 amostras, conforme figura 14. A preparação das mesmas para os ensaios esteve de acordo com a Norma do DNER-ME 041/94 Solos – preparação de amostras para ensaios de caracterização.

Figura 14 - Material coletado para ensaio



Fonte: AUTOR, 2019

3.3.2 Ensaio do Material

3.3.2.1 Ensaio de Granulometria

O Ensaio de Granulometria permitiu o conhecimento das porcentagens das partículas constituintes em função de suas dimensões, o que representa um elemento de grande valia para os estudos do comportamento desse solo, quer como elemento constituinte da fundação em que

se apoia o pavimento, quer como constituinte das próprias camadas do pavimento. O principal objetivo foi conhecer a distribuição granulométrica através de curva, determinando suas características físicas. O ensaio foi de peneiramento composto pelo jogo de peneiras, conforme figura 15, fez-se o material passar em cada uma delas, utilizando um agitador de peneiras que gera uma vibração necessária para que os grãos encontrem a melhor posição para passar pelas aberturas das peneiras, conforme a ABNT NBR 7181:84 o preparo da amostra foi realizado com os seguintes materiais:

- a. Estufa
- b. Balança;
- c. Almofariz e mão de grau;
- d. Jogo de peneiras;
- e. Agitador de peneiras;
- f. Proveta;
- g. Cronômetro;
- h. Bisnaga;
- i. Bagueta de vidro;
- j. Escova com cerdas metálicas.

Figura 15 - Ensaio de Granulometria - Peneiramento



Fonte: AUTOR, 2019

Assim, ao lançar a amostra devidamente dentro da norma na peneira e agitar teve-se as definições precisas, onde o material que passou é referido ao peso seco e tamanho de cada peneira, o que foi retido pesa-se, divide pelo peso total e multiplica por 100, e o material acumulado é uma soma do que foi retido nas peneiras anteriores com o da peneira em estudo, conforme figura 16. Os dados obtidos foram anotados em uma planilha, conforme quadro 2.

Figura 16 - Ensaio de Granulometria - Pesagem



Fonte: AUTOR, 2019

Tabela 2 - Composição Granulométrica

Composição Granulométrica – NBR 7217							
Peneiras		1ª Determinação		2ª Composição		% Retida Média	% Retida acumulada
Nº	mm	Peso Retido (g)	% Retida	Peso Retido (g)	% Retida		

Fonte: AUTOR, 2019

3.3.2.2 Ensaio de Limite de Consistência

O Limite de Consistência determinou o comportamento do solo através do teor de umidade, os ensaios que caracterizaram foram: Limite de Plasticidade (LP) e Liquidez (LL), sendo um determinado pelo aparelho Casagrande e indicando o estado do solo, e o outro sobre uma placa de vidro, respectivamente. Os materiais utilizados nos ensaios foram:

- a. Peneira #4 (0,42mm);
- b. Recipiente de porcelana;

- c. Espátula;
- d. Água destilada;
- e. Aparelho de Casagrande;
- f. Cinzel;
- g. Placa de vidro;
- h. Régua;
- i. Balança;
- j. Cápsulas para a determinação de umidade;
- k. Estufa

Assim, ao lançar a amostra na peneira, reservou 150g do material que passou na malha. Conforme a ABNT NBR 6459 o ensaio de Limite de Liquidez (LL) foi realizado despejando uma parte da amostra no recipiente de porcelana e acrescentou-se água até uma consistência homogênea, preencheu a concha do aparelho Casagrande e com o cinzel fez-se um risco no meio, conforme figura 17, em seguida iniciou-se os golpes, isto foi feito até que o solo se juntasse novamente em torno de 1cm. Caso não atingisse os 25 golpes, acrescentava-se mais solo, no mínimo duas tentativas, retirou a amostra de onde foi feito o risco e houve a junção, levado a estufa e deixou-se por 24 horas, pesou-se e determinou o teor de umidade, conforme figura 19.

Figura 17 - Limite de Liquidez - CasaGrande



Fonte: AUTOR, 2019

Já conforme a ABNT NBR 7180 determinou-se o Limite de Plasticidade (LP), retirou-se 10g da amostra, formou uma pequena bola com as mãos e levou para a placa de vidro, onde foi rolada sobre a mesma, conforme figura 18, caso o filete fragmentasse antes dos 3mm acrescentava-se mais água, quando atingiu os 3mm, amassou e repetiu mais uma vez, levou para a estufa em um recipiente adequado para seu cálculo, conforme figura 19, com os dados obtidos lançou-os nas fórmulas 6 e 7 para obtenção dos resultados.

Figura 18 - Limite de Plasticidade - Placa de Vidro



Fonte: AUTOR, 2019

$$LL = \frac{h}{1,419 - 0,3 \log n} \quad (6)$$

$$IP = LL - LP \quad (7)$$

Sendo:

- LL : Limite de Liquidez;
- IP : Índice de Plasticidade;
- h : Teor de umidade;
- n : Número de Golpes.

Figura 19 - Limite de Consistência - Teor de Umidade



Fonte: AUTOR, 2019

3.3.2.3 Ensaio de Compactação

O Ensaio de Compactação, conforme ABNT NBR 7182:2016 teve como finalidade determinar sua resistência ao cisalhamento e este foi realizado gerando a curva de compactação.

Os materiais usados neste ensaio foram:

- a. Almofariz e mão com borracha;
- b. Peneira n. 4 (4,8mm)
- c. Balança;
- d. Molde cilíndrico
- e. Soquete cilíndrico
- f. Extrator de amostras
- g. Cápsulas
- h. Estufa

Assim, lançou a amostra na peneira, reservou uma quantidade que passou na malha, adicionou água até formar uma consistência, levou para o molde cilíndrico, em cada camada foi realizado 26 golpes com o soquete, conforme figura 20, logo após pesou-se o conjunto cilíndrico e o solo úmido compactado, coletou-se uma certa quantidade ao meio com auxílio do extrator para a determinação da umidade, conforme figura 21, repetiu-se o processo 04 vezes, com os dados obtidos lançou-os na fórmula 8 para obtenção dos resultados.

$$Yd = \frac{Sr * Ys * Yw}{(W * Ys) + (Sr * Yw)} \quad (8)$$

Sendo:

- Sr : Grau de Saturação;
W : Umidade;
Ys : Peso específico das partículas sólidas;
Yw : Peso específico da água.

Figura 20 - Ensaio de Compactação - Molde Cilíndrico



Fonte: AUTOR, 2019

Figura 21 - Ensaio de Compactação - Teor de Umidade



Fonte: AUTOR, 2019

O Índice de Suporte Califórnia, conforme ABNT NBR 9895:86, foi realizado para verificar a resistência do solo. O mesmo foi dividido em três fases:

- a. Compactação do corpo de prova: consistiu a golpes efetuados sobre os corpos de prova para a verificação da compactação através do padrão Proctor, como detalhado anteriormente;
- b. Expansão: com os corpos de prova já moldados, foi feito a imersão dos mesmos na água por 04 dias, conforme figura 22;

Figura 22 - Índice de Suporte Califórnia - Imersão dos Corpos de Prova



Fonte: AUTOR, 2019

- c. Resistência à penetração: após a imersão, deixou-o “secar” por 15 minutos, levou para a prensa onde foi rompido, conforme figura 23, e verificado os cálculos das pressões, através da fórmula 9.

$$CBR(\%) = \frac{P_c}{P_p} * 100 \quad (9)$$

Sendo:

P_c : Pressão corrigida

P_p : Pressão padrão

Considerou-se como resultado o que apresentou maior CBR.

Figura 23 - Índice de Suporte Califórnia - Prensa Hidráulica



Fonte: AUTOR, 2019

3.4 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO RÍGIDO

Realizado através de estudos e pesquisas o projeto e execução da pavimentação nas estações Krahô e Xambioá, verificando também como funcionou as manutenções e os projetos tapa-buraco nestes locais.

Com isso, foi elaborado um possível dimensionamento com pavimento rígido, nas vias que condizem as estações. O dimensionamento foi realizado conforme método PCA 84, que tem por base a determinação do consumo de resistência à fadiga e danos causados por erosão. Para isso, é determinado a espessura da placa de concreto, a ser adotada no projeto definitivo do pavimento e foi relacionada ao primeiro condicionante que atingir o valor 100%, sendo os cálculos realizados através de tabelas e ábacos, conforme anexos.

A sequência deu-se da seguinte forma:

- 1 Definição nos parâmetros de dimensionamento, ou seja, o tipo de acostamento, adoção ou não das barras de transferência, módulo de ruptura, coeficiente de recalque, fator de segurança e o tráfego previsto no trecho;
- 2 Adoção de uma espessura, através de tentativas;
- 3 Determinação das tensões equivalentes, utilizando as tabelas em anexo do método, juntamente com a espessura definida e o coeficiente de recalque do sistema;
- 4 Determinação dos fatores de erosão, de acordo com o tipo de acostamento e das barras de transferência, estes verificados também através das tabelas em anexo de acordo com os eixos tandem, ou melhor, de acordo com o fluxo exigido pelo trecho;
- 5 Determinação dos fatores de fadiga, foi obtido através da fórmula 10:

$$FF = \frac{Te}{Rc} \quad (10)$$

Sendo:

- Te : Tensão equivalente
Rc : Resistência característica

- 6 Determinação das repetições admissíveis de carga, este foi determinado a partir dos dados de fatores de erosão e fadiga;
- 7 Cálculo do consumo de resistência à fadiga e danos por erosão, dividem-se a repetições previstas pelas respectivas repetições admissíveis, determinadas tanto da análise da erosão, como da análise por fadiga, determinando-se as porcentagens de consumo, os valores obtidos foram lançados nas tabelas em anexo;
- 8 Por fim, somou-se o resultado obtido no consumo de resistência à fadiga com os danos por erosão, daí verificou-se se a espessura em análise cumpriu o requisito de que nenhuma das somas ultrapassasse 100%, caso ultrapassasse, deveria se repetir os cálculos com uma maior espessura.

3.5 ANÁLISE DO BENEFÍCIO CUSTO EM 10 ANOS

Após o dimensionamento do pavimento rígido, foi consultado nos Órgãos Municipais o custeio do pavimento flexível, existente hoje, nos últimos 10 anos, ou seja, de 2008 a 2018, e estipulando 10 a mais, observado assim, os reparos realizados nas vias, conforme tabela 3.

Com isso, foi realizado também o custeio total do pavimento rígido projetado, no total de 20 anos que vai de 2019 a 2039, visando que o único custeio seria de execução e que não houvesse reparações dentro deste prazo, o orçamento foi sintético, analisado de acordo com os dados SINAPI.

Sendo assim, com o resultado obtido de ambos os pavimentos foi feito uma análise comparativa, verificando qual destes traz maior benefícios ao usuário e mais viável economicamente.

Tabela 3 - Valores das Intervenções Anuais (R\$)

Ano	Nº de Intervenções	R\$
-----	--------------------	-----

Fonte: AUTOR, 2019

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico estão apresentados os resultados baseados na metodologia do trabalho. Os resultados se subdividem em quatro etapas distintas, todas pertencentes ao material coletado das Estações de ônibus Krahô e Xambioá, às margens da Teotônio Segurado. A primeira consiste na análise do tráfego, a segunda no estudo do subleito através de ensaios laboratoriais, a terceira no dimensionamento do pavimento rígido e a quarta e última etapa o comparativo das modalidades (custo), a fim de verificar um melhor custo benefício na pavimentação destes locais.

4.1 ANÁLISE DO TRÁFEGO

Conforme mencionado anteriormente para a verificação do aumento do tráfego adotou-se a fórmula 4, com uma taxa de crescimento, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 1,8% ao ano, um Volume Diário Médio (VDM), segundo dados obtidos pelo aplicativo Moovit, e contagem de veículos, obtendo um total de 470 veículos/dia, conforme tabela 4. O Volume Anual, no período de 20 anos, pode ser verificado na tabela 5.

Tabela 4 - Dados obtidos na Contagem de Tráfego - Estação Krahô e Xambioá

Aplicativo Moovit/Contagem Diária		
Tipo	Quantidade (veículos/dia)	Total Acumulado
Linha 180	54	54
Linha 190	54	108
Linha 201	7	115
Linha 210	20	135
Linha Eixão	222	357
Linha Eixão Taquari	41	398
Linha Expresso	35	433
Van/Ônibus	37	470

Fonte: AUTOR, 2019

$$VDM = 470 * (1 + 0,018)^{(1,2,3,...20)}$$

Tabela 5 - Volume Diário Médio Anual

ANO	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
VDM	479	488	496	505	514	524	533	543	552	562

ANO	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
VDM	572	583	593	604	615	626	637	648	660	672

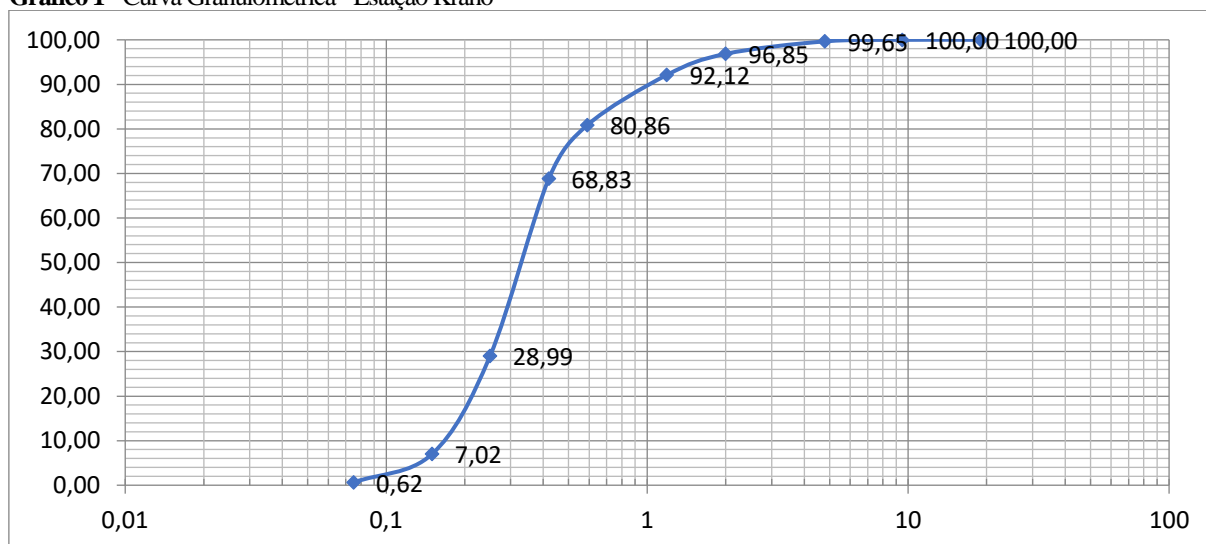
Fonte: AUTOR, 2019

4.2 ESTUDO DO SUBLEITO ATRAVÉS DE ENSAIOS LABORATORIAIS

4.2.1 Ensaio de Granulometria

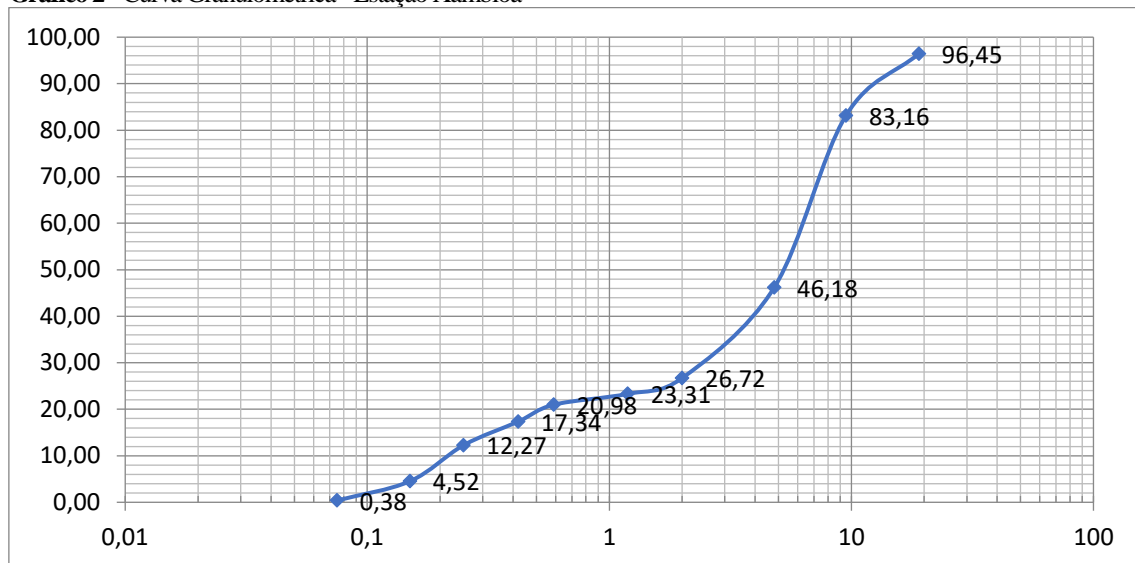
O Ensaio de Granulometria por peneiramento foi o primeiro a ser realizado, com 1000g do material seco foi levado para as peneiras e seguinte no agitador, logo depois foi pesado cada material retido em suas respectivas peneiras. O principal objetivo deste ensaio foi verificar as características físicas do solo através da curva gerada. A seguir tem -se os resultados do ensaio de cada estação através da curva, conforme gráfico 1 e 2.

Gráfico 1 - Curva Granulométrica - Estação Krahô



Fonte: AUTOR, 2019

Conforme observado no gráfico acima, as informações obtidas sobre as características granulométricas é que se trata de um solo de granulação grossa, onde o diâmetro indica que se dispõe de uma areia composta por finos e médios grãos, sendo mais de 40% do solo composto de areia média e mais de 20% composto de areia fina, e somente 3% de pedregulho.

Gráfico 2 - Curva Granulométrica - Estação Xambioá

Fonte: AUTOR, 2019

Já na estação Xambioá, conforme observado no gráfico acima, as informações obtidas sobre as características granulométricas são bem diferentes da anterior, pois se trata de um solo bem graduado (Curva B), de granulação grossa, onde o diâmetro indica que se dispõe de pedregulhos e areia média, sendo mais de 40% do solo composto de pedregulhos e pouco mais de 20% composto de areia média.

4.2.2 Ensaio de Limite de Consistência

O Ensaio de Limite de Consistência foi o segundo ensaio a ser realizado, com 250g do material coletado de cada estação, este consiste no ensaio Casagrande para a determinação do limite de liquidez e no ensaio de plasticidade. O principal objetivo deste ensaio é descrever o estado físico do solo através do teor de umidade e sua consistência como o próprio nome já sugere. As tabelas 6 e 7 mostram os resultados obtidos no ensaio de Limite de Liquidez do material do subleito.

Tabela 6 - Limite de Liquidez - Estação Krahô

LIMITE DE LIQUIDEZ - NBR-6459						
Determinação	#	1	2	3	4	5
Cápsula	#	1	2	3	4	5
Massa Solo Úmido + Cápsula	(g)	49,80	47,60	49,60	53,60	44,00
Massa Solo Seco + Cápsula	(g)	43,60	39,10	40,30	42,60	34,70
Massa da Cápsula	(g)	17,60	18,90	17,70	18,60	17,00
Massa da Água	(g)	6,20	8,50	9,30	11,00	9,30
Massa Solo Seco	(g)	26,00	20,20	22,60	24,00	17,70
Teor de Umidade	(%)	23,85	42,08	41,15	45,83	52,54
Número de Golpes	#	40	34	28	22	16

Fonte: AUTOR, 2019

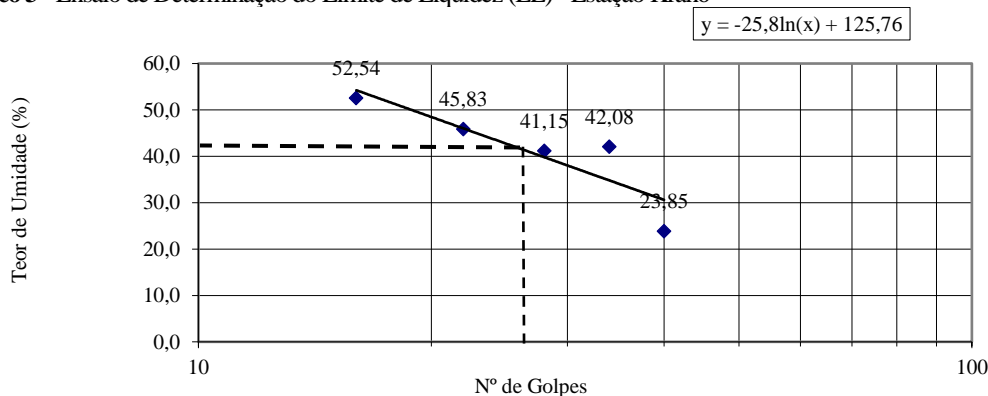
Tabela 7 - Limite de Liquidez - Estação Xambioá

LIMITE DE LIQUIDEZ - NBR-6459						
Determinação	#	1	2	3	4	5
Cápsula	#	1	2	3	4	5
Massa Solo Úmido + Cápsula	(g)	43,00	44,60	48,80	45,70	45,80
Massa Solo Seco + Cápsula	(g)	37,30	38,20	41,20	36,50	36,80
Massa da Cápsula	(g)	18,20	17,50	17,70	11,30	17,21
Massa da Água	(g)	5,70	6,40	7,60	9,20	9,00
Massa Solo Seco	(g)	19,10	20,70	23,50	25,20	19,59
Teor de Umidade	(%)	29,84	30,92	32,34	36,51	45,94
Número de Golpes	#	38	32	26	20	14

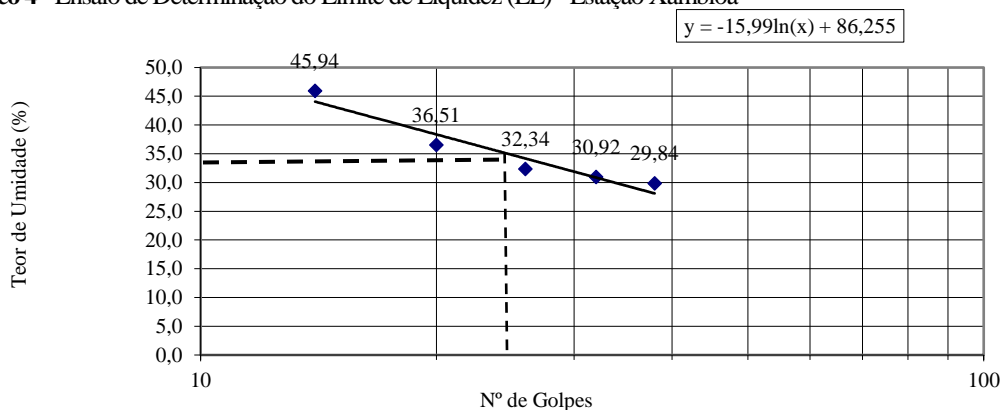
Fonte: AUTOR, 2019

A partir dos resultados das tabelas 6 e 7 construiu-se um gráfico no qual se permita determinar o teor de umidade correspondente a 25 golpes. Os gráficos 3 e 4 mostram os resultados obtidos no ensaio.

Gráfico 3 - Ensaio de Determinação do Limite de Liquidez (LL) - Estação Krahô



Fonte: AUTOR, 2019

Gráfico 4 - Ensaio de Determinação do Limite de Liquidez (LL) - Estação Xambioá

Fonte: AUTOR, 2019

Conforme observado nos gráficos acima, de acordo com a NBR 6459/84, os dados obtidos na fórmula através de uma inclinação e interceptação, é uma relação entre os teores de umidade e número de golpes, de onde obtêm-se o valor de a e b. Ou seja, o valor de teor no qual o solo está passando do estado líquido para o plástico (limite de liquidez) é de 42,72% e 34,80%, na estação Krahô e Xambioá, respectivamente, através de 25 golpes.

Apesar de não ter necessidade de verificar o limite de plasticidade para o estudo do subleito, o mesmo foi determinado através de uma média dos teores de umidade obtidos durante o ensaio. Ou seja, o valor do teor de umidade no qual o solo está passando do estado plástico para o estado semissólido é de 25,62% e 21,62%, na estação Krahô e Xambioá, respectivamente.

Conforme prescrito na NBR 7180/1984, o Índice Plasticidade do solo é obtido substituindo os valores do limite de liquidez e plasticidade na fórmula 6, assim o índice plasticidade do solo é 17,1% e 13,2%, na estação Krahô e Xambioá, respectivamente.

Classificação do solo a partir do Índice de Plasticidade, conforme quadro 4.

Quadro 4 - Classe de Solo através do Índice de Plasticidade

Classe de solo		
Classe	Índice de plasticidade (%)	Termo
1	Menor que 1	Não plástico
2	1 a 7	Fracamente plástico
3	7 a 15	Mediamente plástico
4	Maior que 15	Altamente plástico

Fonte: CAPUTO, 1988

De acordo com o quadro 4, o solo pode ser classificado como Altamente Plástico e Mediamente Plástico, na estação Krahô e Xambioá, respectivamente.

4.2.3 Ensaio de Compactação

Através do ensaio de compactação, foram obtidas a densidade e a umidade do solo, conforme tabelas 8 e 9, e traçada a curva de compactação que representa essa densidade e umidade nos gráficos 5 e 6..

Tabela 8 - Dados de Compactação dos Corpos de Prova - Estação Krahô

Dados de Compactação dos Corpos de Prova						
Água Adic.	(g)	300	400	500	600	700
% Água Adic.	(%)	6,1	8,1	10,1	12,1	14,1
Umidade Cálcl.	(%)	7,9	9,7	11,9	13,8	15,1
Nº do Molde	#	17	8	11	20	16
M + S + A	(g)	8950	9420	9630	9290	9080
M - Molde	(g)	5485	5636	5534	5324	5312
S + A	(g)	3465	3784	4096	3966	3768
γ úmida	(g/cm ³)	1,676	1,818	1,963	1,898	1,809
γ seca	(g/cm ³)	1,553	1,658	1,754	1,667	1,572

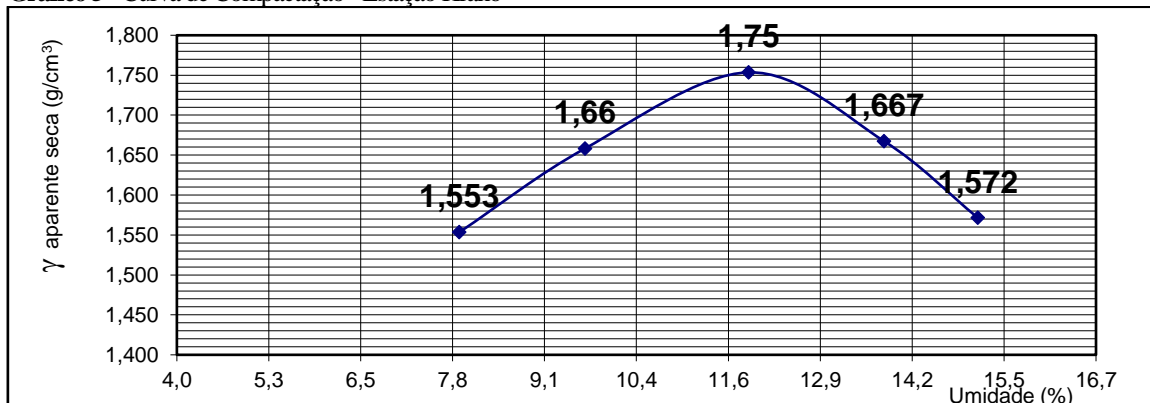
Fonte: AUTOR, 2019

Tabela 9 - Dados de Compactação dos Corpos de Prova - Estação Xambioá

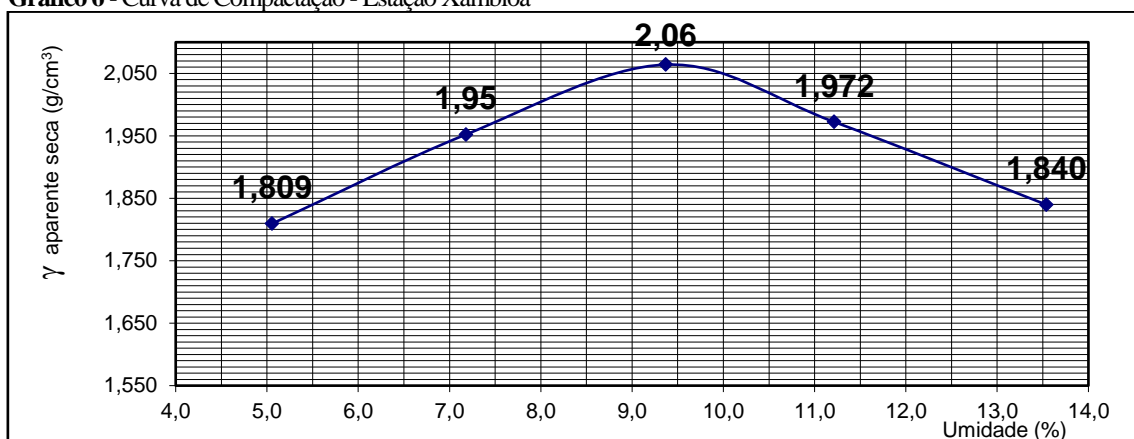
Dados de Compactação dos Corpos de Prova						
Água Adic.	(g)	200	300	400	500	600
% Água Adic.	(%)	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0
Umidade Calc.	(%)	5,1	7,2	9,4	11,2	13,5
Nº do Molde	#	25	6	7	A20	11
M + S + A	(g)	9400	9850	10210	9950	9680
M - Molde	(g)	5450	5500	5510	5370	5333
S + A	(g)	3950	4350	4700	4580	4347
γ úmida	(g/cm ³)	1,901	2,092	2,257	2,193	2,089
γ seca	(g/cm ³)	1,809	1,952	2,064	1,972	1,840

Fonte: AUTOR, 2019

Gráfico 5 - Curva de Compactação - Estação Krahô



Fonte: AUTOR, 2019

Gráfico 6 - Curva de Compactação - Estação Xambioá

Fonte: AUTOR, 2019

Ao analisar a curva de compactação do solo retirado da camada de subleito do pavimento, pode-se obter os valores de densidade aparente seca máxima do solo e umidade ótima, que corresponde ao ponto de máxima inflexão na curva, o ponto de inflexão desta mudança de comportamento representa a zona onde se pode determinar o peso específico aparente seco máximo do solo ensaiado e, conseqüentemente, a umidade ótima de compactação, sendo respectivamente 1,760 g/cm³ e 11,9% (Estação Krahô) e 2,068 g/cm³ e 9,5% (Estação Xambioá).

4.2.4 Índice de Suporte Califórnia

O cálculo do valor do Índice de Suporte Califórnia (ISC) ou *California Bearing Ratio* (CBR) foi determinado dividindo-se a pressão calculada pela penetração do pistão no solo dividida pela pressão padrão, para os valores de 0,1 e 0,2 polegadas, adotando-se como o valor do CBR o maior valor entre eles, de acordo com a DNER-ME 049/94 – Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas.

Sendo assim, foram escolhidos 3 corpos-de-prova para imersão no período de 96 horas, estando um no ramo medianamente seco, ramo ótimo e ramo saturado, compactados na energia normal e na umidade ótima determinada no ensaio de compactação, para determinação do valor do CBR do solo natural. Uma média foi determinada a partir dos valores encontrados por corpo-de-prova, resultando em um CBR de 21,95% e 29,3%, na estação Krahô e Xambioá, respectivamente, para o solo coletado, porém devido ao Ábaco do DNIT demonstrar um CBR com valor máximo de 20%, conforme anexo 2, para os próximos cálculos será este o utilizado, como mostra as tabelas 10 e 11.

Tabela 10 - Penetração – Estação Krahô

PENETRAÇÃO															
Tempo Min.	Penetração		Pressão Padrão	Molde Leitura	20			Molde Leitura	08			Molde Leitura	14		
	mm	Pol.			Pressão Kg/m ²	ISC	Calcul.		Corrig.	%	Pressão Kg/m ²		ISC	Calcul.	Corrig.
-	-	-	-	mm	Calcul.	Corrig.	%	mm	Calcul.	Corrig.	%	mm	Calcul.	Corrig.	%
0,5	0,63	0,025	-	25	2,62			60	6,3			13	1,4		
1,0	1,27	0,050	-	50	5,24			104	10,9			28	2,9		
1,5	1,90	0,075	-	75	7,86			130	13,6			39	4,1		
2,0	2,54	0,100	70,31	100	10,49	10,5	14,9	155	16,3	16,3	23,1	50	5,2	5,2	7,5
3,0	3,81	0,150	-	130	13,63			190	19,9			65	6,8		
4,0	5,08	0,200	105,46	155	16,25	16,3	15,4	209	21,9	21,9	20,8	79	8,3	8,3	7,9
6,0	7,62	0,300	-	160	16,78			220	23,1			85	8,9		
8,0	10,16	0,400	-												
10,0	12,70	0,500	-												

Fonte: AUTOR, 2019

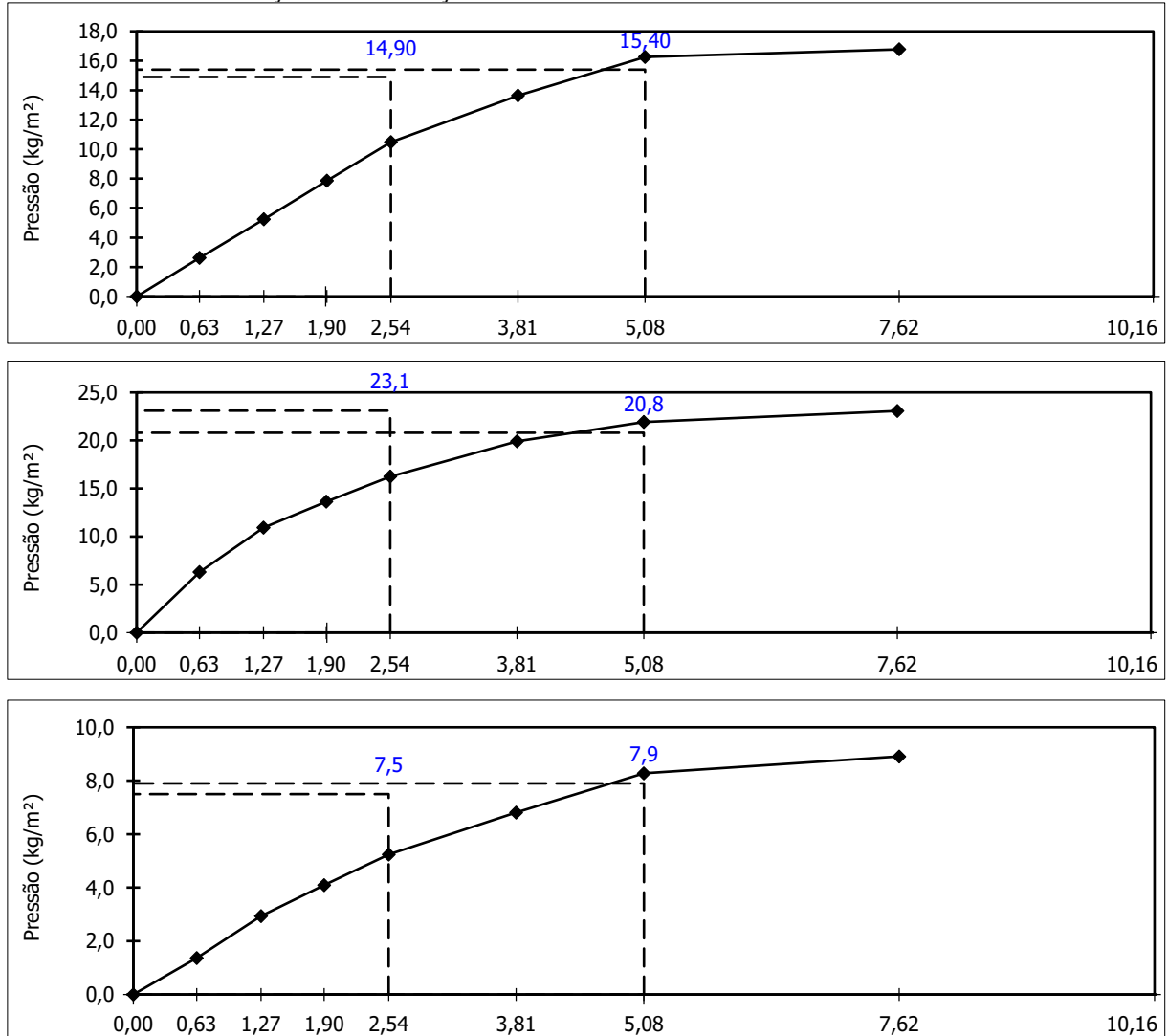
Tabela 11 - Penetração - Estação Xambioá

PENETRAÇÃO															
Tempo Min.	Penetração		Pressão Padrão	Molde Leitura	25			Molde Leitura	13			Molde Leitura	25		
	mm	Pol.			Pressão Kg/m ²	ISC	Calcul.		Corrig.	%	Pressão Kg/m ²		ISC	Calcul.	Corrig.
-	-	-	-	mm	Calcul.	Corrig.	%	mm	Calcul.	Corrig.	%	mm	Calcul.	Corrig.	%
0,5	0,63	0,025	-	28	2,94			49	5,1			19	2,0		
1,0	1,27	0,050	-	50	5,24			95	10,0			50	5,2		
1,5	1,90	0,075	-	68	7,13			145	15,2			83	8,7		
2,0	2,54	0,100	70,31	85	8,91	8,9	12,7	180	18,9	18,9	26,8	115	12,1	12,1	17,1
3,0	3,81	0,150	-	120	12,58			260	27,3			188	19,7		
4,0	5,08	0,200	105,46	155	16,25	16,3	15,4	320	33,6	33,6	31,8	255	26,7	26,7	25,4
6,0	7,62	0,300	-	160	16,78			355	37,2			280	29,4		
8,0	10,16	0,400	-												
10,0	12,70	0,500	-												

Fonte: AUTOR, 2019

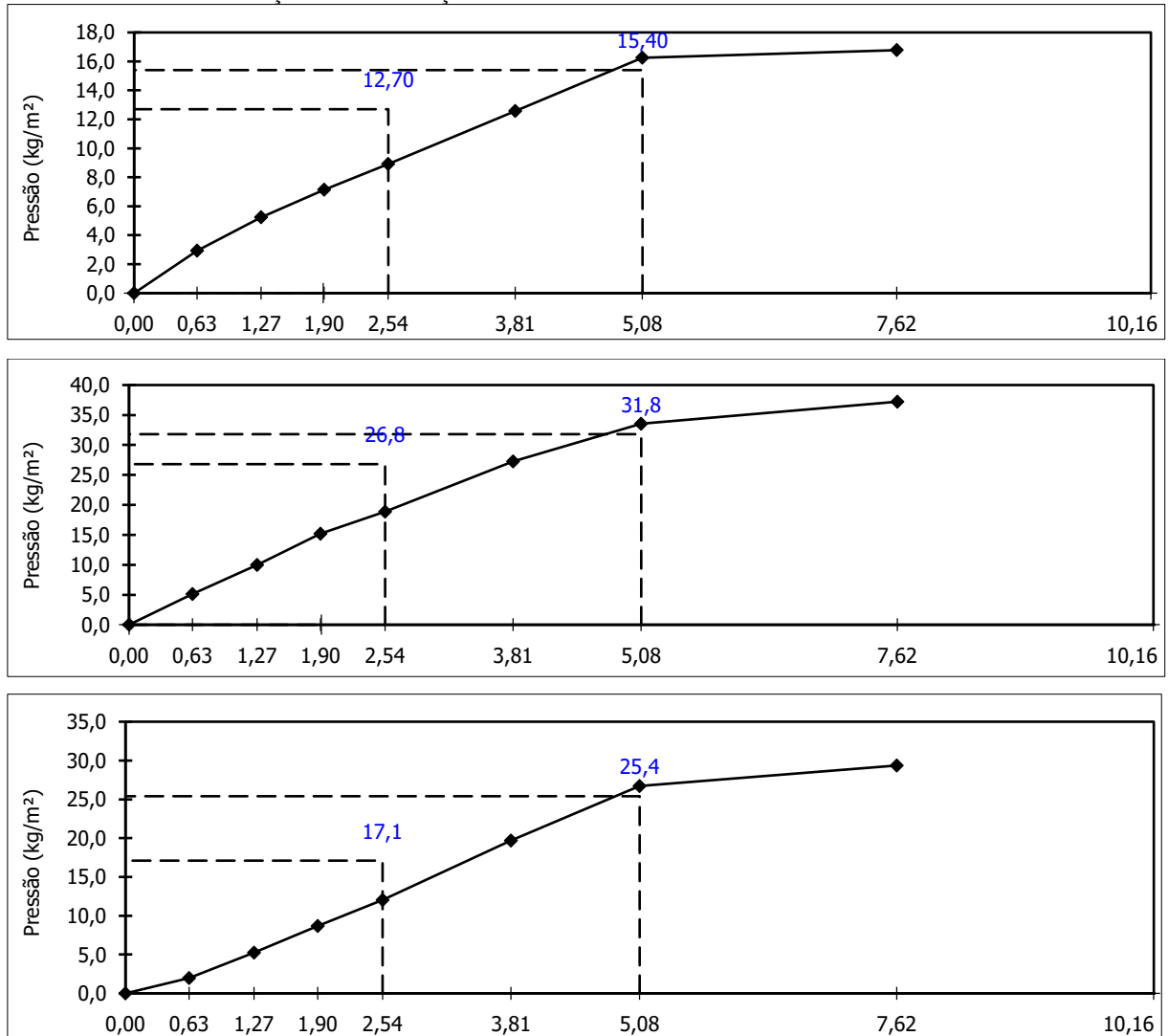
Realizados estes, foram traçadas as curvas pressão x penetração. Essas não precisaram ser corrigidas segundo a norma, pois não apresentaram, na parte inicial, uma concavidade voltada para cima. Os gráficos 7 e 8 apresentam as curvas de CBR.

Gráfico 7 - Curva de Penetração do I.S.C - Estação Krahô



Fonte: AUTOR, 2019

Gráfico 8 - Curva de Penetração do I.S.C - Estação Xambioá



Fonte: AUTOR, 2019

4.3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO RÍGIDO

Este tópico do trabalho visa apresentar os procedimentos que foram utilizados para a determinação da espessura do pavimento rígido das estações de ônibus Krahô e Xambioá em Palmas Tocantins. Para tal, foi utilizado o método da Portland Cement Association (PCA) de 1984, por se tratar de um método consagrado na pavimentação.

- a) Coeficiente de Recalque (k) – caracterizado este no topo da sub-base. Como o CBR do subleito de ambas as estações deu acima de 20%, foi utilizado o valor máximo admissível para cálculo, e a sub-base de saibro possui uma espessura de 20cm, os coeficientes de recalque no subleito e no topo do sistema são, respectivamente, 63 MPa/m e 79 MPa/m, conforme quadro 5;

Quadro 5 - Aumento de k devido à presença de sub-base granular

Valor de suporte do subleito		Coeficiente de recalque no topo do sistema (MPa/m), para espessuras de sub-base iguais a			
CBR (%)	k (MPa/m)	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
2	16	19	22	27	33
3	24	27	31	37	45
4	30	34	38	44	54
5	34	38	42	49	59
6	38	42	46	53	65
7	41	45	50	56	69
8	44	48	53	60	72
9	47	52	56	63	76
10	49	54	58	65	79
11	51	56	60	67	81
12	53	58	62	69	84
13	54	59	63	70	85
14	56	61	65	72	87
15	57	62	66	73	88
16	59	64	68	75	91
17	60	65	69	76	92
18	61	66	70	77	93
19	62	67	71	78	94
20	63	68	72	79	96

Fonte: PITTA, 1998

- b) Coeficiente de Segurança de Carga (FSc) - neste projeto o valor adotado foi de 1,1, haja que o corredor de ônibus estará submetido a um tráfego moderado de eixos simples de roda dupla, referente a frota dos ônibus de Palmas;

Quadro 6 - Fatores de Segurança para as cargas

Tipo de Pavimento	FS _c
- Para ruas com tráfego com pequena porcentagem de caminhões e pisos em condições semelhantes de tráfego (estacionamentos, por exemplo)	1,0
- Para estradas e vias com moderada frequência de caminhões	1,1
- Para altos volumes de caminhões	1,2
- Pavimentos que necessitem de um desempenho acima do normal	Até 1,5

Fonte: DNIT, 2005

c) Resistência à tração na flexão do concreto: 4,5MPa (BARRA e LIMA Jr, 2001);

d) Número N de solicitações: $1,4 \cdot 10^7$, conforme dados a seguir:

Tabela 12 - Cálculo do fator de carga - FC

Eixo Simples (ton.)	%	Fator de Equivalência (f)	Equivalência de Operações
< 10	95,00	2,00	190,00
Eixos Tandem	–	–	–
9 A 13,5	5,00	3,00	15,00
100 (FC)			205,00

Fonte: AUTOR, 2019

$$Vt = 365 * 470 * 20 = 3,4 * 10^6$$

$$Vt = 365 * 470 * \left[\frac{(1 + 0,018)^{20} - 1}{0,018} \right] = 4,1 * 10^6$$

$$FE = \frac{(2 * 0,95) + (3 * 0,05)}{(0,95 + 0,05)} = 2,05$$

$$N = 3,4 * 10^6 * 4,2025 = 1,4 * 10^7$$

e) Barras de transferência de carga: seu uso é recomendado para um número $N > 5 \cdot 10^6$. Ou seja, como verificado será necessária sua utilização, tudo isso visando uma maior segurança do pavimento;

- f) Período de projeto: 20 anos;
- g) Acostamento de concreto: não será utilizado, pois o pavimento no seu lado direito tem a estação e no seu lado esquerdo as outras duas vias de pavimento flexível.

A partir desses dados, foram verificadas várias espessuras para a camada de revestimento, afim de se escolher a que melhor se comporta, considerando os critérios de consumo de fadiga e de erosão. Os resultados do método PCA/84 são mostrados na tabela.

Tabela 13 - Dimensionamento do pavimento de Concreto (PCA/84)

Espessura (cm)	TE Simples	TE Duplo	FF Simples	FF Duplo	FE Simples	FE Duplo	N° Admissível de Repetições de Carga				Consumo Fadiga	Dano por Erosão
							ES (7,7 toneladas)		ETD (9,0 toneladas)			
							Fadiga	Erosão	Fadiga	Erosão		
12	3,31	2,68	0,74	0,6	3,48	3,52	800	280000	Ilimitado	4200000	123188%	354%
13	2,97	2,4	0,66	0,53	3,38	3,43	6000	580000	Ilimitado	9000000	16425%	171%
14	2,68	2,16	0,6	0,48	3,28	3,34	50000	1000000	Ilimitado	2,7E+07	1971%	99%
15	2,44	1,97	0,54	0,44	3,19	3,26	180000	1800000	Ilimitado	4E+07	548%	55%
16	2,23	1,81	0,5	0,4	3,1	3,18	1000000	3000000	Ilimitado	1E+08	99%	33%
17	2,05	1,67	0,46	0,37	3,02	3,11	Ilimitado	7000000	Ilimitado	Ilimitado	0%	14%
18	1,89	1,55	0,42	0,34	2,95	3,05	Ilimitado	1E+07	Ilimitado	Ilimitado	0%	10%
19	1,75	1,45	0,39	0,32	2,88	2,98	Ilimitado	1,8E+07	Ilimitado	Ilimitado	0%	5%
20	1,64	1,36	0,36	0,3	2,81	2,92	Ilimitado	3E+07	Ilimitado	Ilimitado	0%	3%

Fonte: AUTOR, 2019

N° Admissível de Repetições de Carga

TE (Tensão Equivalente)

FF (Fator de Fadiga)

FE (Fator de Erosão)

ES (Eixo Simples)

ETD (Eixo Tandem Duplo)

Para demonstrar como se obteve os resultados da tabela, será especificado a seguir todo o passo a passo do método, usando uma espessura de cm para análise dos cálculos para a placa de concreto.

- a) Definir a tensão equivalente: para o mesmo utiliza-se o quadro existente no anexo 5, já que os veículos são de eixo simples e tandem duplo e pavimento sem acostamento. Como o coeficiente de recalque k é igual a 79 MPa/m, ou seja, muito próximo de 80 MPa/m não se faz necessário uma interpolação dos valores;

$$TE = 2,23 \text{ MPa (Eixo Simples)}$$

$$TE = 1,81 \text{ MPa (Eixo Tandem Duplo)}$$

- b) Definir os fatores de fadiga: determinam-se os fatores de fadiga através da divisão das tensões equivalente pela resistência do concreto;

$$\frac{TE \text{ simples}}{f_{ctm,k}} = \frac{2,23 \text{ MPa}}{4,5 \text{ MPa}} = FF = 0,50 \text{ (Eixo Simples)} \quad (11)$$

$$\frac{TE \text{ simples}}{f_{ctm,k}} = \frac{1,81 \text{ MPa}}{4,5 \text{ MPa}} = FF = 0,40 \text{ (Eixo Tandem Duplo)} \quad (12)$$

- c) Definir o fator de erosão: para o mesmo utiliza-se o quadro existente no anexo 11, onde se faz necessário a interpolação dos valores, pois o coeficiente de recalque k é igual a 79 MPa/m;

$$FE = 3,1 \text{ MPa (Eixo Simples)}$$

$$FE = 3,18 \text{ MPa (Eixo Tandem Duplo)}$$

- d) Fator de fadiga e as cargas por eixo, conforme tabela 13: O procedimento é realizado conforme ábaco existente no anexo 5, onde é traçado uma curva no eixo simples e outra no tandem duplo, ambas passando pelo seu respectivo fator de fadiga, até se atingir a reta do número de repetições de carga. Ao traçar a curva na representação do eixo simples, atingiu um número de repetições de carga de 1.000.000, já referente ao eixo

tandem duplo, não atingiu nenhum ponto do número admissível de repetições, sendo este considerado como ilimitado;

Tabela 14 - Carga por Eixo - Estação Krahô e Xambioá

	Eixo Simples	Eixo Duplo
Carga por eixo x Fator de segurança	7,0 * 1,1 = 7,7	8,2 * 1,1 = 9,0
Nº de Repetições Previstas para período de projeto de 10 anos	20*365*136 = 992,800	20*365*19 = 138,700

Fonte: AUTOR, 2019

- e) Fator de erosão e as cargas por eixo, conforme tabela 13: O procedimento é realizado conforme ábaco presente no anexo 6, onde a curva que representa o eixo simples, atingiu um número de repetições de carga de 3.000.000. Já referente ao eixo tandem duplo, se atingiu um número de 100.000.000;
- f) Por fim, tem – se a determinação do consumo à fadiga e ao dano por erosão, em porcentagem. Sendo estes determinados pela soma das duas parcelas, eixo simples e tandem duplo. A soma não pode ultrapassar os requisitos que é de 100%.

$$ES + ETD = \frac{992800}{1000000} + \frac{138700}{Ilim.} = 0,9928 + 0 = 99,28\% =$$

$$\text{Consumo à fadiga} \quad (13)$$

$$ES + ETD = \frac{992800}{3000000} + \frac{138700}{10*10^7} = 0,3309 + 1,387 * 10^{-3} = 33,29\% =$$

$$\text{Dano por erosão} \quad (14)$$

Após a análise dos cálculos se faz necessário o procedimento com a escolha da espessura que melhor se adequa aos critérios. Caso a porcentagem de resistência à fadiga ou a de dano por erosão ficarem próximas a zero, as condições estão satisfeitas, mas a placa estará superdimensionada, devendo-se, portanto, diminuir a espessura do pavimento até se obter porcentagens o mais perto possível de 100% (DNIT, 2005). Sendo assim, de acordo com os dados obtidos na tabela tem – se que a espessura que melhor atende aos requisitos para a estrutura do pavimento é de 16 cm. A figura 24 ilustra a estrutura final do pavimento, já com as espessuras das camadas.

Figura 24 - Estrutura final do pavimento rígido

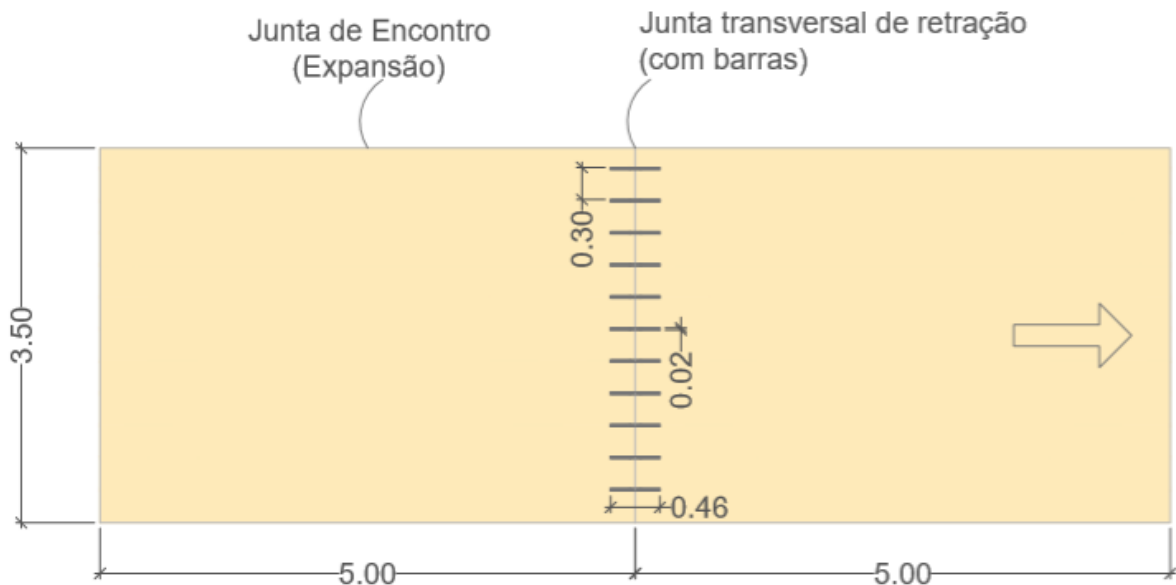


Fonte: AUTOR, 2019

4.3.1 Dimensionamento das Juntas

O dimensionamento das juntas do pavimento de concreto se faz necessário a determinação das dimensões das placas. De acordo com estudos realizados no local e informações nas secretarias de Palmas, se obteve que a pista de rolamento corresponde ao tamanho de 14 metros, tendo cada faixa 3,5 metros, ou seja, para o projeto a placa de concreto terá uma largura de 7 metros. Sendo as placas com 3,5 metros de largura, 3 metros de comprimento e 0,16 metros de espessura, conforme figura 25 e 26.

Figura 25 - Esquemas das placas de concreto



Fonte: AUTOR, 2019

As juntas transversais de retração, adotadas na estrutura, controlam a fissuração do concreto, transferindo carga de uma placa à outra por meio de barras lisas de transferência de carga de aço CA-25. A utilização da barra lisa ao invés da corrugada melhora a transferência

de carga, evitando a concentração do carregamento e a aderência, que pode gerar trincas. A representação do projeto das juntas foi elaborada conforme quadro 7.

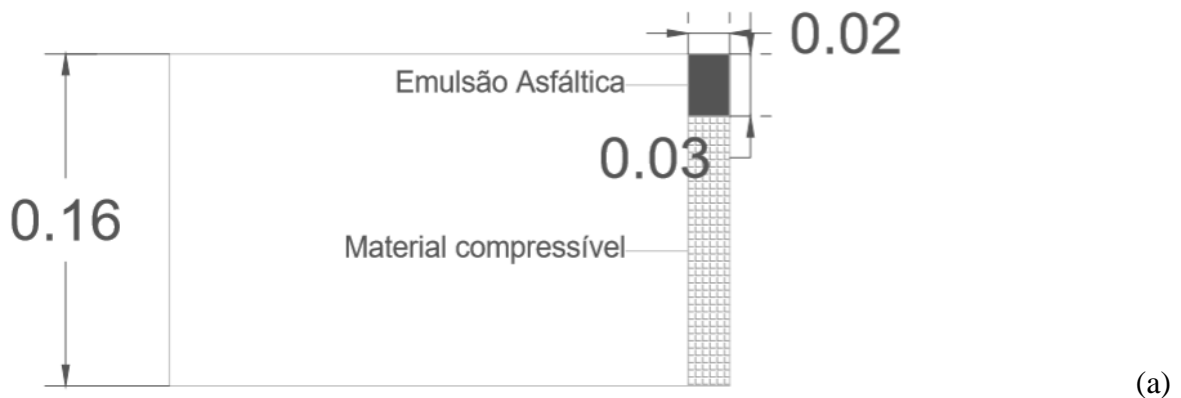
Quadro 7 - Especificações para Barra Lisa de Transferência (Aço CA-25)

Espessura da Placa (cm)	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	Espaçamento (mm)
Até 17,0	20	460	300
17,5 – 22,0	25	460	300
22,5 – 30,0	32	460	300
> 30,0	40	460	300

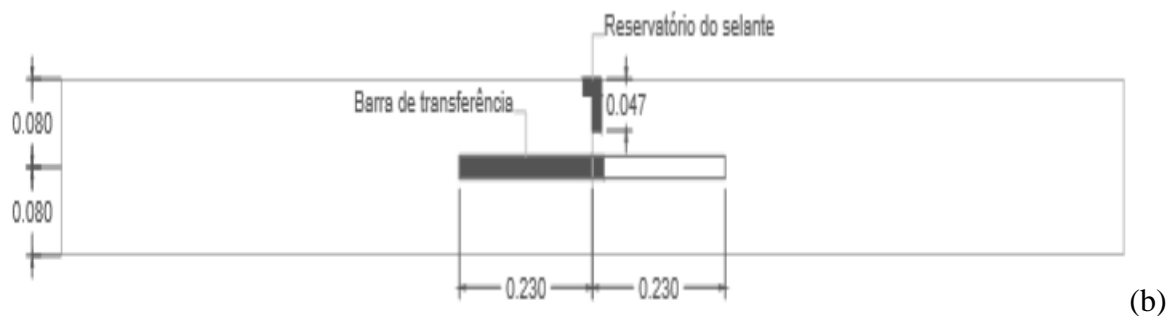
Fonte: DNIT, 2005

O formato do reservatório das juntas transversais de retração é demonstrado na figura 27, onde a largura do selante, as dimensões das aberturas e a profundidade dos materiais são especificadas pelo DNIT.

Figura 26 - Juntas de encontro (a) e transversal de retração com barras de transferência (b)

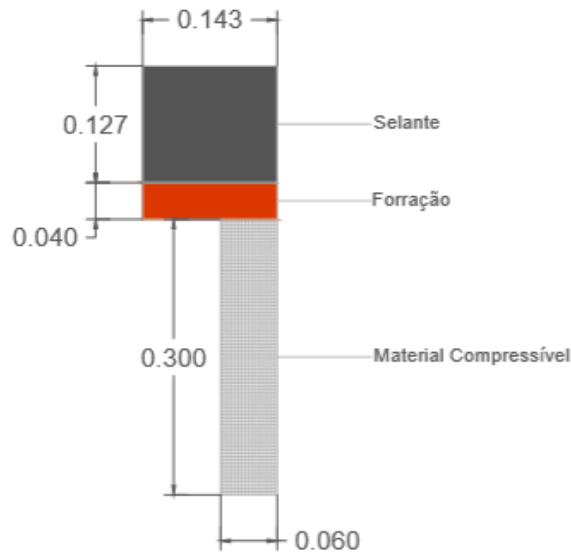


Fonte: AUTOR, 2019



Fonte: AUTOR, 2019

Figura 27 - Forma do reservatório do selante



Fonte: AUTOR, 2019

4.4 COMPARATIVO DAS MODALIDADES (CUSTO)

Este tópico final do trabalho visa apresentar o custo dos remendos realizados anualmente e o custeio da implantação das placas de concreto, através método da Portlando Cement Association (PCA) de 1984, nas estações em estudo. Através dos mesmos foi realizado uma comparação do seu custo e verificação sobre a compensação entre qual se adequa melhor. Sendo tudo isso de acordo com todas as informações já coletadas durante o projeto, seja nas secretarias de Palmas, seja através de visitas in loco e/ou dimensionamentos estipulados através do site do DNIT.

4.4.1 Pavimento Flexível

Através de dados obtidos na secretaria de Infraestrutura de Palmas, sobre os valores e a frequência com que é feito os remendos nas estações, foi – se obtido que os mesmos costumam ser realizados, no mínimo duas vezes ao ano, ou o quanto o pavimento necessita de reparo, e sobre o material e valores a ser utilizado não se obteve informações concretas, pois não se tem o controle correto, onde se tem o apoio de duas ou mais secretarias na realização desses serviços e não se sabe onde seria possível obter tais dados. Sendo assim, foi estipulado um custeio de acordo com as poucas informações obtidas, chegando a um valor aproximado possível de quanto é gasto por ano em uma estação de ônibus em Palmas no projeto tapa-buraco, conforme tabela.

Tabela 15 - Relatório Sintético de Composições de Custos

CGCIT	SISTEMAS DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO	DNIT	
Código	Descrição do Serviço	Unidade	Custo Unitário (R\$)
4915746	Remendo profundo com demolição mecânica e serra	m ³	255,58

Fonte: DNIT, 2018

Dessa maneira, ao verificar que a estação tem 50 metros de comprimento e 3,5 metros de largura (uma faixa), temos a área total do pavimento, porém como não é em todo o pavimento que é realizado o tapa-buraco, somente nas áreas de maior solicitação veicular, se chega a mais ou menos 30% da área total de recuperação. Com isso, através de uma espessura equivalente a 0,30 m, tem – se o valor total do remendo, que multiplicado pelo valor do mesmo contido na tabela, se chega ao valor de um projeto tapa-buraco em uma estação de ônibus. Por fim, mesmo tendo a informação que se realiza o projeto tapa-buraco por, no mínimo, duas vezes ao ano, os cálculos foram feitos contando com apenas um reparo anual, sendo de R\$ 4.025,385, conforme equação. Ou seja, em 20 anos se tem um gasto total de R\$ 80.507,70.

$$A = b * h * \% = 50 \text{ m} * 3,5 \text{ m} = 175 \text{ m}^2 * 30\% = 52,5 \text{ m}^2 \quad (15)$$

$$V = b * h * e = 52,5 \text{ m}^2 * 0,30 \text{ m} = 15,75 \text{ m}^3 \quad (16)$$

$$R\$ = V * R\$ \text{ m}^3 = 15,75 \text{ m}^3 * 255,58 = \mathbf{R\$ 4.025,385 \textit{ anual}} \quad (17)$$

$$R\$ = R\$ 4.025,385 * 20 \textit{ anos} = \mathbf{R\$ 80.507,70} \quad (18)$$

4.4.2 Pavimento Rígido

De acordo com o dimensionamento do pavimento rígido realizado neste projeto, se obteve uma espessura de 0,16 m da placa de concreto, onde através deste valor e dos custos obtidos no site do DNIT através do SICRO, foi possível realizar o custeio da implantação do mesmo nas estações de ônibus em Palmas, considerando o custo somente da execução, sem necessidade de reparos por, no mínimo, dez anos de projeto. A seguir é apresentado o código do material utilizado e seu custo e os cálculos usados para dimensionamento.

Tabela 16 - Relatório Sintético de Composições de Custos

CGCIT	SISTEMAS DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO	DNIT	
Código	Descrição do Serviço	Unidade	Custo Unitário (R\$)
4011526	Pavimento de concreto com equipamento de pequeno porte, espessura de 0,16 m, com agente de cura e com tela soldada concreto usinado - areia e brita comerciais	m ³	85,87
4011346	Reestabilização de camada de base sem adição de material	m ²	0,83

Fonte: DNIT, 2018

Dessa maneira, ao verificar que a estação tem 50 metros de comprimento e 7 metros de largura (duas faixas), temos a área total do pavimento. Com isso, através do valor por metro quadrado obtido no site que multiplicado pelo valor total do metro quadrado, se chega ao valor de um projeto de pavimento rígido em uma estação de ônibus. Sendo assim, sem necessidade de reparos durante 20 anos, se chega a um valor total de R\$ 30.345,00.

$$A = b * h = 50 \text{ m} * 7 \text{ m} = 350 \text{ m}^2 \quad (19)$$

$$R\$ = R\$ 85,87 * 350 \text{ m}^2 = \mathbf{R\$ 30.054,50} \quad (20)$$

$$R\$ = R\$ 0,83 * 350 \text{ m}^2 = \mathbf{R\$ 290,50} \quad (21)$$

$$R\$ = R\$ 30.054,50 + R\$ 290,50 = \mathbf{R\$ 30.345,00} \quad (22)$$

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros de pavimentação, como apresentados ao longo desse trabalho, são importantes para avaliar a mobilidade das pessoas no espaço urbano, bem como o desempenho dos serviços de transporte, especialmente os públicos e coletivos. Em síntese, são parâmetros que, associados a outros quesitos, expressam as condições de qualidade de vida urbana.

Diante das análises desses parâmetros em Palmas, sobretudo nas estações de ônibus, verificou-se que a mobilidade e a segurança da população, especialmente daqueles usuários dos serviços de transporte público por ônibus, são afetadas pela configuração da qualidade da pavimentação. Devido aos problemas observados, este trabalho apresenta a importância de iniciativas que se fazem necessárias para uma intervenção estrutural do sistema já existente, optando por algo novo, visando contribuir no acesso à cidade por meio desses modais.

Portanto, para a melhoria dos mesmos, deve – se dotar de um padrão mínimo de qualidade, bem como sua junção com a economia. No entanto, foi elaborado este trabalho, com a finalidade de encontrar meios para a melhoria do pavimento nas estações de ônibus Krahô e Xambioá em Palmas Tocantins. Foram realizados estudos, ensaios e verificações durante um ano, para uma possível implantação de um pavimento rígido nas duas estações e, quiçá, nas demais outras futuramente.

Com base nisso, os resultados dos ensaios foram satisfatórios, com um CBR final acima de 20% em ambas as estações, sendo através do mesmo elaborado o seu dimensionamento, chegando a se adotar um pavimento de concreto com barras de transferência e 0,16 m de espessura, abrangendo as duas faixas mais próximas da estação, pois é onde se tem um esforço maior dos ônibus.

Sendo assim, o objetivo final do projeto era verificar sua qualidade x economia, e através de informações obtidas na Secretaria de Infraestrutura de Palmas, se chegou a um gasto anual de reparos nas vias de pavimento flexível existente hoje de, aproximadamente, R\$ 4.030,00, ou seja, em 20 anos, só em projeto tapa-buraco naquele local é gasto mais de R\$ 80.000,00. Já com a implantação de um pavimento rígido naquele local, visando que a vida útil do mesmo é de 20 anos, e que em 10 anos só se tem a necessidade de vistorias e reparo na selagem das juntas, se obteve um gasto de implantação, por baixo, de R\$ 30.000,00, ou seja, é notório a diferença econômica de um pavimento para o outro.

Como mencionado, é um pavimento resistente, seguro e que gera conforto aos usuários e, principalmente, economicamente viável. Contudo, neste presente trabalho se obteve um resultado satisfatório, onde foi comprovado a eficiência do pavimento proposto, e

quero aqui deixar como proposta para projetos futuros a análise do pavimento semirrígido, onde se realiza o ensaio da base existente hoje, agregando cimento a mesmas, o que fará com que aja enrijecimento, resistência e por fim o CBUQ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. Lei n. 1173, de 21 de janeiro de 2003, dispõe sobre os serviços rodoviários municipais de transporte coletivo de passageiros e dá outras providências. Palmas, 2003.

_____. Plano Diretor de Palmas. **Capital do estado do Tocantins. Memorial descritivo.** Palmas, [1989b].

_____. Projeto da capital do estado do Tocantins: **plano básico/memória.** Palmas: Governo do Estado do Tocantins; Novatins, 1989.

_____. clebertoledo.com.br/tocantins/palmas-cresce-de-novo-mais-que-media-nacional-e-chega-291-855-habitantes/

_____. DNIT.gov.br/custos-e-pagamentos/sicronorte/tocantins/2018/outubro/outubro-2018

_____. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos.** 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. (IPR. Publ., 720)

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de Pavimentação.** Rio de Janeiro: DNER – Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico, Divisão de Capacitação Tecnológica, 1998. 243p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de pavimentação.** 3. ed. Rio de Janeiro, 2006. (IPR. Publ., 719).

EXPRESSO MIRACEMA LTDA. Disponível em: <<http://www.expressomiracema.com.br/>>. Acesso em: 20 abril de 2019.

MANUAL DE TÉCNICAS DE PAVIMENTAÇÃO. Volume I 2ª Edição – Wlastermiler de Senço

MECÂNICA DOS SOLOS E SUAS APLICAÇÕES. Volume I 6ª Edição – Homero Pinto Caputo

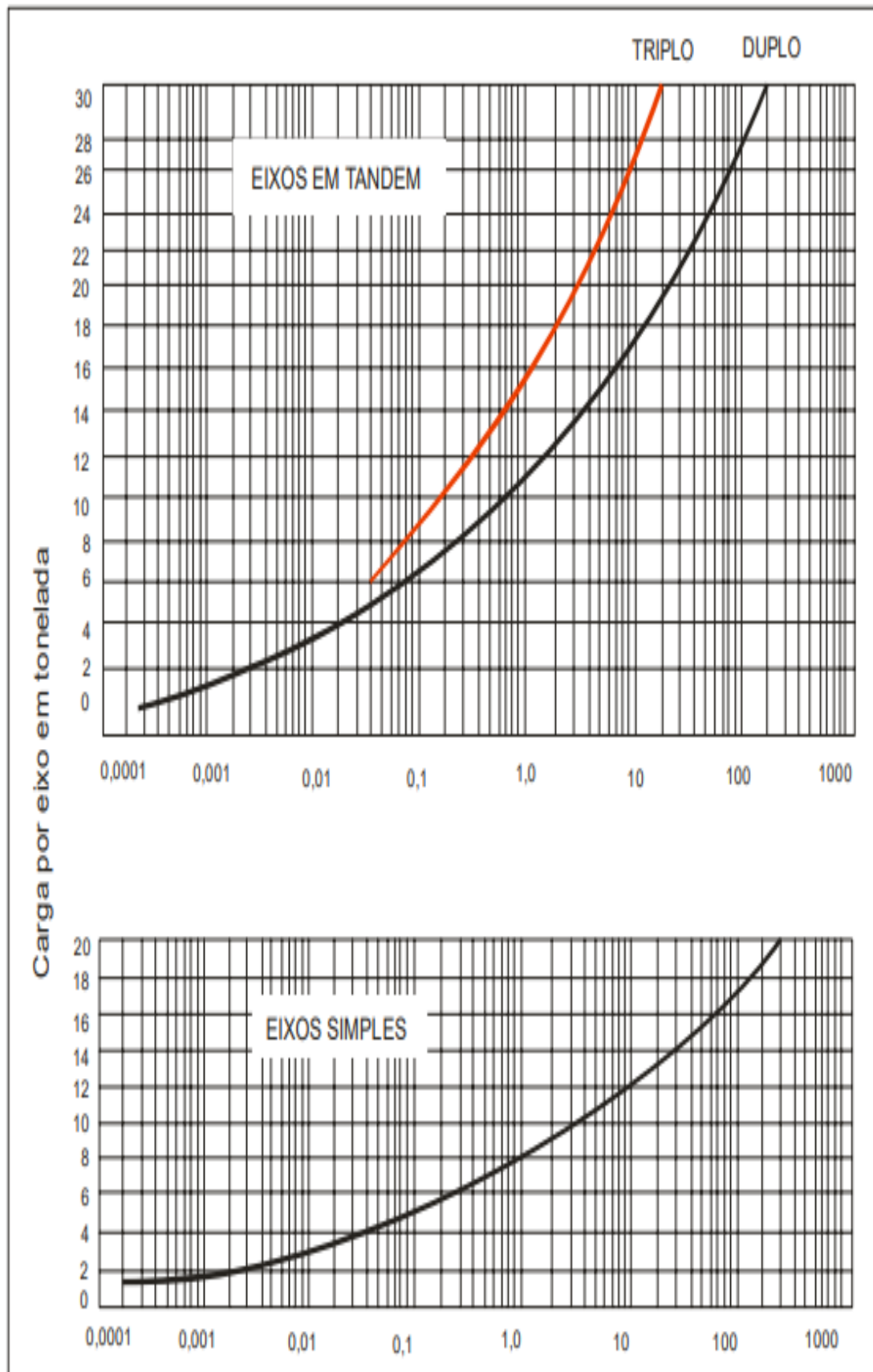
NORMA DNIT 137/2010 - ES - Pavimentação – Regularização do subleito - Especificação de serviço

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA – Liedi Bariani Bernucci, Laura Maria Goretti da Motta, Jorge Augusto Pereira Ceratti, Jorge Barbosa Soares

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: MATERIAIS, PROJETO E RESTAURAÇÃO – José Tadeu Balbo

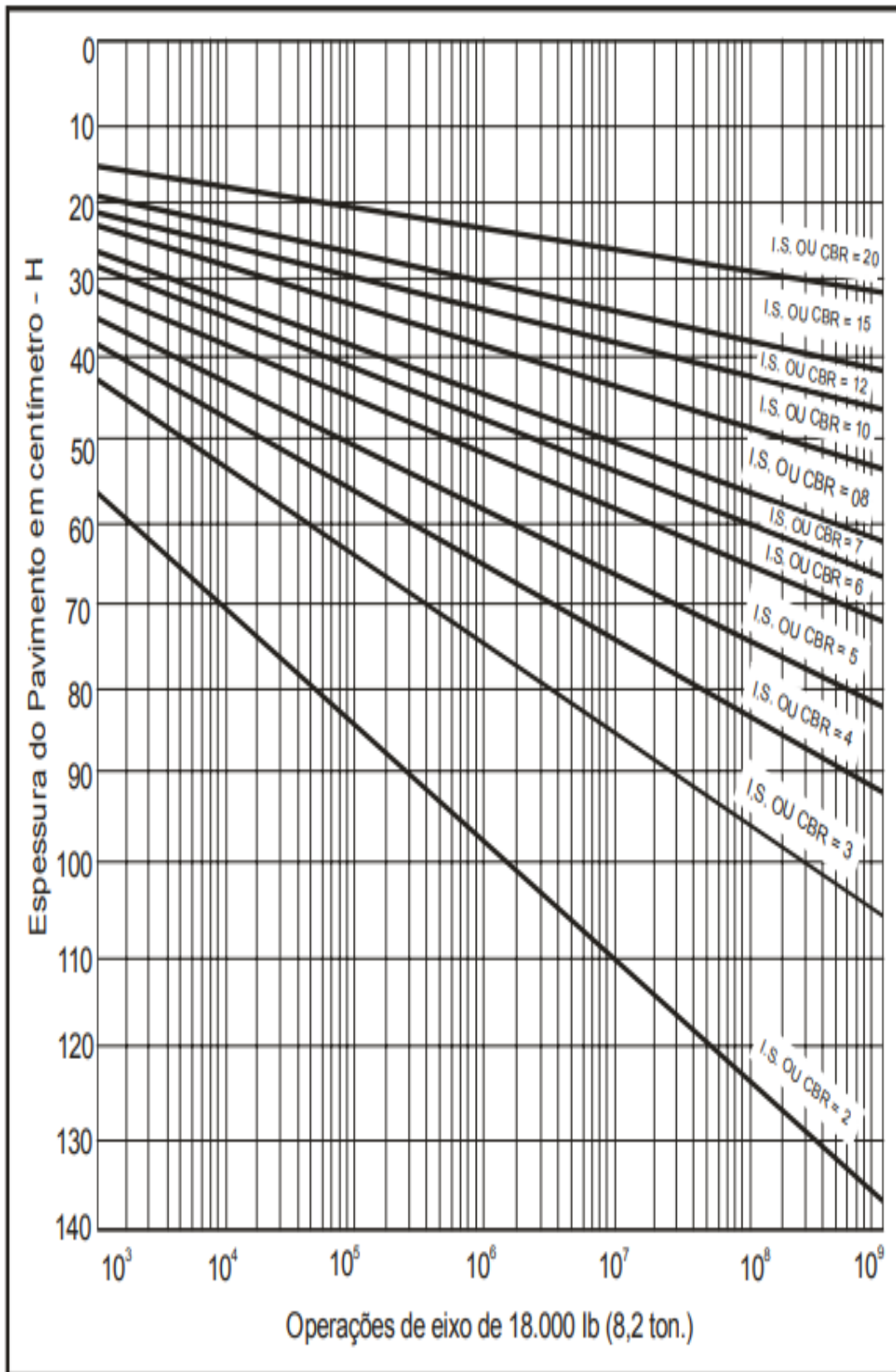
ANEXOS

ANEXO 1 - Fatores de Equivalência de Operação



Fonte: DNIT, 2006

ANEXO 2 - Determinação de Espessuras do Pavimento



Fonte: DNIT, 2006

ANEXO 3 - Tensão equivalente para eixo simples e tandem duplo (PSAC)

Espes- sura da placa (cm)	k - Coeficiente de Recalque (MPa/m)													
	20		40		60		80		100		150		180	
	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD
12	4,30	3,56	3,78	3,01	3,51	2,81	3,31	2,68	3,17	2,57	2,91	2,43	2,74	2,35
13	3,84	2,33	3,38	2,73	3,14	2,53	2,97	2,40	2,84	2,30	2,61	2,16	2,46	2,08
14	3,46	2,96	3,05	2,49	2,83	2,29	2,68	2,16	2,56	2,08	2,37	1,94	2,23	1,85
15	3,14	2,72	2,27	2,29	2,57	2,09	2,44	1,97	2,33	1,88	2,16	1,75	2,04	1,67
16	2,87	2,52	2,53	2,12	2,35	1,93	2,23	1,81	2,13	1,73	1,97	1,60	1,87	1,52
17	2,63	2,35	2,33	1,97	2,16	1,79	2,05	1,67	1,90	1,60	1,81	1,47	1,72	1,39
18	2,43	2,20	2,15	1,84	1,99	1,66	1,89	1,55	1,81	1,48	1,68	1,36	1,59	1,28
19	2,25	2,07	1,99	1,72	1,85	1,56	1,75	1,45	1,68	1,38	1,56	1,26	1,48	1,19
20	2,10	1,95	1,85	1,62	1,72	1,46	1,64	1,36	1,56	1,29	1,45	1,18	1,38	1,11
21	1,96	1,85	1,73	1,53	1,61	1,38	1,52	1,29	1,46	1,22	1,36	1,11	1,28	1,04
22	1,83	1,75	1,62	1,45	1,50	1,31	1,42	1,22	1,37	1,15	1,28	1,05	1,20	0,98
23	1,72	1,67	1,52	1,38	1,41	1,24	1,33	1,15	1,28	1,09	1,20	0,99	1,13	0,92
24	1,62	1,59	1,43	1,31	1,33	1,18	1,25	1,10	1,21	1,04	1,13	0,94	1,07	0,88
25	1,53	1,52	1,35	1,25	1,26	1,12	1,19	1,05	1,14	0,99	1,07	0,89	1,01	0,83
26	1,45	1,45	1,28	1,20	1,19	1,07	1,13	1,00	1,08	0,94	1,01	0,85	0,95	0,80
27	1,63	1,39	1,21	1,15	1,13	1,03	1,07	0,95	1,03	0,90	0,95	0,81	0,90	0,76
28	1,31	1,34	1,15	1,10	1,07	0,99	1,02	0,91	0,98	0,86	0,90	0,78	0,86	0,73
29	1,25	1,29	1,10	1,06	1,02	0,95	0,97	0,88	0,93	0,83	0,86	0,75	0,82	0,69
30	1,19	1,24	1,05	1,02	0,97	0,91	0,92	0,85	0,89	0,80	0,82	0,72	0,78	0,66
31	1,13	1,20	1,00	0,99	0,93	0,88	0,88	0,81	0,84	0,77	0,78	0,69	0,74	0,64
32	1,09	1,16	0,96	0,95	0,89	0,85	0,84	0,78	0,80	0,74	0,75	0,67	0,71	0,62
33	1,04	1,12	0,92	0,92	0,85	0,82	0,80	0,76	0,77	0,71	0,72	0,64	0,68	0,60
34	1,00	1,08	0,88	0,89	0,81	0,79	0,77	0,73	0,73	0,69	0,69	0,62	0,66	0,58

ES: Eixos Simples
ETD: Eixos Tandem Duplos

Fonte: SENÇO, 2007

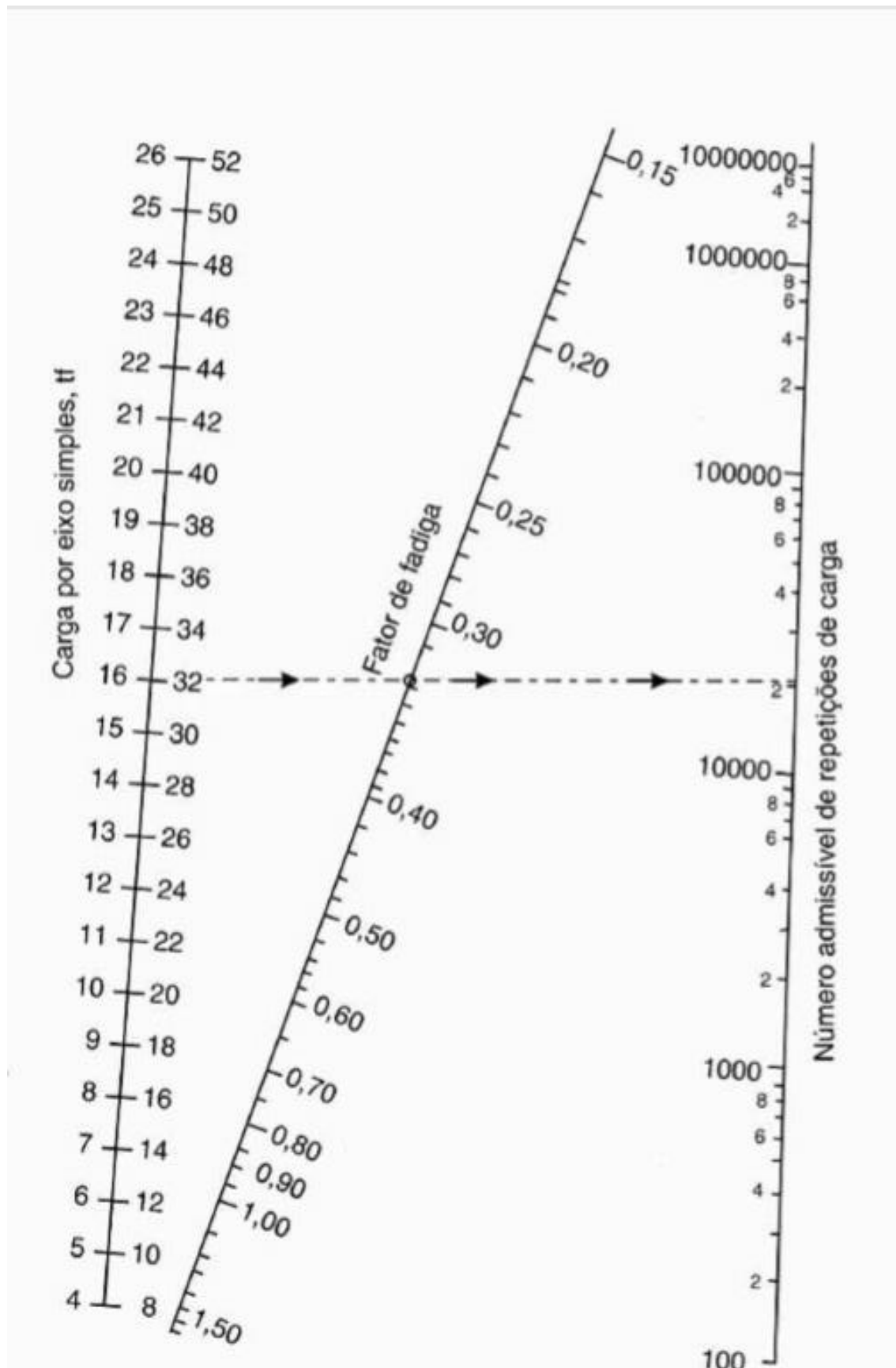
ANEXO 4 - Fator de Erosão para Eixos Simples e Tandem Duplos JSP e PSAC

Espes- sura da placa (cm)	k - Coeficiente de Recalque (MPa/m)													
	20		40		60		80		100		150		200	
	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD
12	3,51	3,61	3,50	3,57	3,49	3,54	3,48	3,52	3,48	3,51	3,47	3,49	3,45	3,47
13	3,41	3,53	3,39	3,48	3,39	3,45	3,38	3,43	3,38	3,41	3,37	3,39	3,35	3,37
14	3,32	3,45	3,30	3,39	3,29	3,36	3,28	3,34	3,28	3,33	3,27	3,30	3,25	3,28
15	3,23	3,37	3,21	3,31	3,20	3,28	3,19	3,26	3,19	3,24	3,18	3,22	3,16	3,20
16	3,15	3,30	3,12	3,24	3,12	3,21	3,10	3,18	3,10	3,17	3,09	3,14	3,08	3,12
17	3,07	3,24	3,05	3,17	3,04	3,14	3,02	3,11	3,02	3,10	3,01	3,07	3,00	3,04
18	2,99	3,18	2,97	3,11	2,96	3,07	2,95	3,05	2,94	3,03	2,93	3,00	2,92	2,97
19	2,93	3,12	2,90	3,05	2,89	3,01	2,88	2,98	2,87	2,97	2,86	2,93	2,85	2,91
20	2,86	3,06	2,83	3,00	2,83	2,95	2,81	2,92	2,80	2,91	2,79	2,87	2,79	2,84
21	2,80	3,01	2,77	2,93	2,76	2,89	2,74	2,86	2,74	2,85	2,73	2,81	2,72	2,78
22	2,74	2,96	2,71	2,88	2,70	2,84	2,68	2,81	2,68	2,80	2,67	2,76	2,66	2,73
23	2,68	2,91	2,65	2,83	2,64	2,79	2,62	2,76	2,62	2,74	2,61	2,70	2,59	2,67
24	2,63	2,87	2,60	2,78	2,59	2,74	2,57	2,71	2,56	2,69	2,55	2,65	2,54	2,62
25	2,58	2,83	2,54	2,74	2,54	2,69	2,52	2,67	2,51	2,65	2,50	2,60	2,49	2,57
26	2,53	2,79	2,50	2,70	2,49	2,65	2,47	2,62	2,46	2,61	2,45	2,56	2,44	2,53
27	2,48	2,75	2,45	2,66	2,44	2,61	2,42	2,58	2,41	2,57	2,40	2,52	2,39	2,49
28	2,43	2,72	2,40	2,63	2,39	2,57	2,37	2,54	2,37	2,53	2,35	2,48	2,34	2,45
29	2,39	2,69	2,36	2,59	2,35	2,54	2,33	2,51	2,32	2,49	2,31	2,44	2,30	2,41
30	2,43	2,65	2,31	2,56	2,30	2,50	2,28	2,47	2,28	2,45	2,26	2,41	2,25	2,37
31	2,30	2,62	2,27	2,52	2,26	2,47	2,24	2,43	2,24	2,43	2,22	2,37	2,21	2,34
32	2,26	2,59	2,23	2,49	2,22	2,43	2,20	2,40	2,19	2,38	2,18	2,33	2,17	2,30
33	2,22	2,56	2,19	2,46	2,18	2,40	2,16	2,37	2,15	2,35	2,14	2,30	2,13	2,27
34	2,18	2,53	2,15	2,43	2,14	2,37	2,12	2,33	2,12	2,32	2,10	2,27	2,09	2,24

ES: Eixos Simples
ETD: Eixos Tandem Duplos

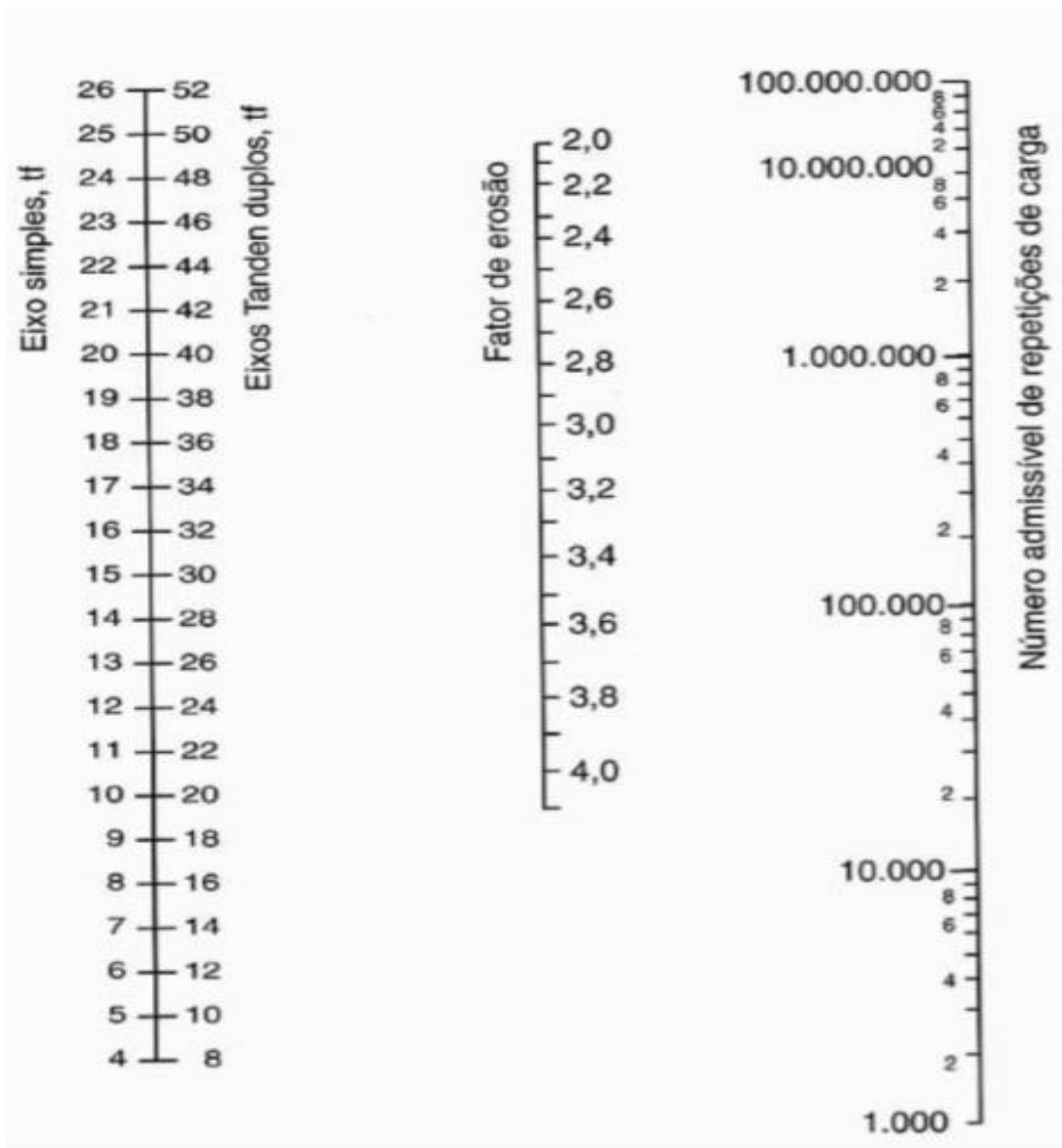
Fonte: SENÇO, 2007

ANEXO 5 - Análise da Fadiga



Fonte: SENÇO, 2007

ANEXO 6 - Análise de Erosão sem Acostamento de Concreto



Fonte: SENÇO, 2007



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Aline Marques de Castro

ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTO DAS ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO URBANO (FLEXÍVEL x RÍGIDO) NAS ESTAÇÕES DE ÔNIBUS KRAHÔ E XAMBIOÁ EM PALMAS TOCANTINS

Palmas - TO

2019

[Exportar relatório](#)
[Referências ABNT](#)
[Visualizar ▾](#)

TCC II.pdf (31/10/2019):

Documentos candidatos

- revista.ufr.br/rct/... [1,6%]
- nucleodoconhecimento... [1,42%]
- tcc.bu.ufsc.br/Ssoci... [0,5%]
- passeidireto.com/arq... [0,14%]
- trabalhosgratuitos.c... [0,12%]
- dokumen.tips/documen... [0,1%]
- portalaaction.com.br/... [0,08%]
- drcalc.net/juridico.... [0,06%]
- simuladordepoupanca... [0,04%]

Arquivo de entrada: TCC II.pdf (9375 termos)

Arquivo encontrado		Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)	
revista.ufr.br/rct/...	Visualizar	7107	261	1,6	
nucleodoconhecimento...	Visualizar	4696	198	1,42	
tcc.bu.ufsc.br/Ssoci...	Visualizar	15367	124	0,5	
passeidireto.com/arq...	Visualizar	1211	15	0,14	
trabalhosgratuitos.c...	Visualizar	831	13	0,12	
dokumen.tips/documen...	Visualizar	4447	15	0,1	
portalaaction.com.br/...	Visualizar	662	9	0,08	
drcalc.net/juridico....	Visualizar	504	6	0,06	
simuladordepoupanca....	Visualizar	518	4	0,04	

Parece que o documento foi removido