



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

Rodrigo Rodrigues Rezende

VIABILIDADE TÉCNICA DA APLICAÇÃO DO AAUQ (3 cm) COMPARADO COM O
TSD, PARA PAVIMENTAÇÃO DE VIAS URBANAS

Palmas – TO

2019

Rodrigo Rodrigues Rezende

VIABILIDADE TÉCNICA DA APLICAÇÃO DO AAUQ (3 cm) COMPARADO COM O
TSD, PARA PAVIMENTAÇÃO DE VIAS URBANAS

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: Esp. Euzir Pinto Chagas

Palmas – TO

2019

RODRIGO RODRIGUES REZENDE

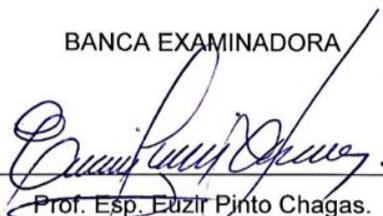
VIABILIDADE TÉCNICA DA APLICAÇÃO DO AAUQ (3 cm) COMPARADO
COM O TSD, PARA PAVIMENTAÇÃO DE VIAS URBANAS

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: 17 / 06 / 2019

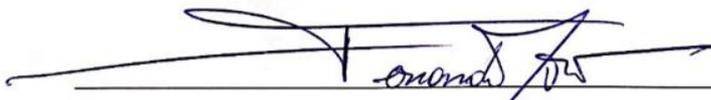
BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas.

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Esp. Fernando Moreno Suarte Júnior.

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Me. Edivaldo Alves dos Santos.

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2019

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades. A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes. Ao meu orientador Esp. Euzir Pinto Chagas, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos. Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

RESUMO

REZENDE, Rodrigo Rodrigues. **Viabilidade técnica da aplicação do AAUQ (3 cm) comparado com o TSD, para pavimentação de vias urbanas**. 2019. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas-TO, 2019.

O pavimento é uma estrutura composta por diversas camadas e materiais diferentes em espaço semi-infinito como forma de resistir as solicitações das cargas a ele imposta e ações do ambiente. Esse trabalho teve como objetivo analisar o pavimento AAUQ (Areia Asfáltica Usinada a Quente) e TSD (Tratamento Superficial Duplo), quanto à viabilidade técnica de aplicação, em loteamento situado em Paraíso-TO e em Iranduba-AM. O estudo foi realizado através de um estudo de caso e pesquisa bibliográfica em normas técnicas, artigos científicos, trabalhos de graduação e pós-graduação e documentação de laudos de ensaios técnicos. Foram comparados os métodos de pavimento usinado AAUQ, aplicado no residencial Nova Manaus em Manaus-AM e, tratamento superficial TSD, no Loteamento Jardim Universitário em Paraíso-TO, comparando os processos construtivos, resistência e viabilidade técnica. No AAUQ, a estabilidade foi de 455 kgf, estando acima do mínimo que é de 300 kgf e a fluência estando dentro dos limites estabelecidos em norma 2,8 mm. A temperatura do ligante foi de 155 °C, dentro dos limites estabelecidos em norma (107°C-177°C). No TSD, o controle de materiais do RR-2C, a Viscosidade *Saybolt-Furol* a 50°C foi de 249, estando dentro dos limites que é 100 a 40. No Peneiramento (0,84 mm), foi de 0,08% estando abaixo do limite máximo que é de 0,10%. Para a escolha de um sistema de pavimentação adequado, deve-se analisar o local de execução da obra, as características técnicas, a viabilidade custo-benefício, como também a disponibilidade de materiais e mão-de-obra especializada.

Palavras-chave: Engenharia. Pavimento. Materiais. Execução

ABSTRACT

REZENDE, Rodrigo Rodrigues. **Technical feasibility of applying AAUQ (3 cm) compared to TSD for urban road paving**. 2019. 56 f. Course Completion Work (Graduation). Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas-TO, 2019.

The pavement is a structure composed of several layers and different materials in semi-infinity space as a way of resisting the demands of the loads imposed on it and actions of the environment. The objective of this work was to analyze the AAUQ pavement (TSM) and TSD (Double Surface Treatment), in terms of the technical feasibility of the application, in a settlement located in Paraíso-TO and Iranduba-AM. The study was carried out through a case study and bibliographical research in technical norms, scientific articles, graduation and postgraduate work and documentation of technical test reports. We compared the AAUQ machined pavement methods, applied in the residential Nova Manaus in Manaus-AM and, superficial treatment TSD, in the Jardim Universitário Loteamento in Paraíso-TO, comparing the construction processes, resistance and technical viability. In the AAUQ, the stability was 455 kgf, being above the minimum that is 300 kgf and the creep being within the limits established in standard 2.8 mm. The binder temperature was 155 ° C, within the limits set forth in standard (107 ° C-177 ° C). In the TSD, RR-2C material control, the Saybolt-Furol Viscosity at 50°C was 249, being within the range of 100 to 40. In the Screening (0.84 mm), it was 0.08% being below of the ceiling which is 0,10%. In order to choose a suitable paving system, the site must be analyzed, the technical characteristics, the cost-effectiveness, as well as the availability of materials and specialized labor.

Keywords: Engineering. Floor. Materials. Execution

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cargas no Pavimento	13
Figura 2 - Estrutura do pavimento rígido	14
Figura 3 - Pavimento Flexível (corte transversal).....	15
Figura 4 - Diferença entre a distribuição de cargas entre pavimento rígido e flexível.....	16
Figura 5- Camadas comuns em um pavimento semirrígido	17
Figura 6 - Classificação das bases e sub-bases flexíveis e semirrígidas	17
Figura 7 - Compactação do Subleito.....	18
Figura 8 - Compactação da Sub-base	19
Figura 9 - Tratamento do material de base	20
Figura 10 - Esquema da seção transversal do pavimento.....	21
Figura 11 - a) Brita Graduada Simples; b) Macadame Hidráulico	23
Figura 12 - a) Macadame Seco; b) Solo Agregado	23
Figura 13 - Rachão	23
Figura 14 - Aplicação do ligante.....	24
Figura 15 - Usina de Asfalto.....	24
Figura 16- Demarcação topográfica.....	26
Figura 17- a) Compresso de ar; b) vassoura mecânica.....	27
Figura 18- a) Pintura de ligação; b) correção de falhas no lançamento com espargidor.	27
Figura 19- a) Aferição da temperatura; b) Descarga da mistura.....	28
Figura 20- a) Correção de irregularidades; b) Aferição da temperatura da massa asfáltica.	28
Figura 21- a) Rolo de pneus; b) Rolo liso.....	29
Figura 22- Aplicação Spread- TSD	29
Figura 23- Caminhão distribuidor de asfalto (DA)	30
Figura 24- Correção de falhas com caneta DA.	30
Figura 25- a) Correção de falhas com caneta DA; b) Correção da 1° camada de agregado	31
Figura 26- a) Compactadores; b) Imprimação da 1° camada de agregado	31
Figura 27- Residencial Nova Manaus	32
Figura 28- Loteamento Jardim Universitário	33
Figura 29- Preparação das camadas e coleta de material	34
Figura 30- Imprimação - Loteamento Jardim Universitário.....	35
Figura 31- TSD/Aplicação das camadas de britas	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Faixas granulométricas e características de dosagem recomendadas pelo DNIT para AAUQ com CAP (DNIT 032/2005 – ES) – Compactação Marshall com 75 golpes.....	25
Tabela 2 - Faixas granulométricas e características de dosagem recomendadas pelo DNIT para AAUQ com asfalto polímero (DNER-ES 387/99) – Compactação Marshall com 75 golpes.....	26
Tabela 3- TSD x AAUQ.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAUQ	Areia Asfáltica Usinada a Quente
TSS	Tratamento Superficial Simples
TSD	Tratamento Superficial Duplo
TST	Tratamento Superficial Triplo
RR-2C	Emulsão de Ruptura Rápida
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
CM-30	Asfalto Diluído de Petróleo
CA	Concreto Asfáltico
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	11
1.1.1	Objetivo Geral	11
1.1.2	Objetivos Específicos	11
1.2	JUSTIFICATIVA	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	O PAVIMENTO	12
2.2	CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS	13
2.2.1	Pavimento rígido	14
2.2.2	Pavimento flexível	15
2.2.3	Pavimento semirrígido	16
2.3	CAMADAS DA PAVIMENTAÇÃO	18
2.3.1	Reforço subleito	18
2.3.2	Sub-base	19
2.3.3	Base	20
2.3.4	Revestimento	21
2.4	COMPOSIÇÃO DOS REVESTIMENTOS FLEXÍVEIS	22
2.5	PAVIMENTO USINADO	24
2.6	TRATAMENTO SUPERFICIAL	29
3	METODOLOGIA	32
3.1	DELINEAMENTO	32
3.1.1	Localização dos estudos	32
3.2	PROCEDIMENTO	33
3.3	MATERIAIS PARA A EXECUÇÃO	36
3.4	ANÁLISE DOS PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	RESIDENCIAL NOVA MANAUS, IRANDUBA-AM (AAUQ - AREIA ASFÁLTICA USINADA A QUENTE)	37
4.2	LOTEAMENTO JARDIM UNIVERSITÁRIO, PARAÍSO DO TOCANTINS-TO (TSD - TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO)	39
4.3	PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS	40
4.4	MÃO DE OBRA	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	44
	ANEXOS	

1 INTRODUÇÃO

A pavimentação é de grande relevância para a população, pois as pessoas precisam dela para se locomover. Um projeto bem dimensionado e executado traz benefícios a todos, pois evitam acidentes que podem ser motivados por alguma falha na via.

O pavimento é uma estrutura composta por diversas camadas e materiais diferentes em espaço semi-infinito como forma de resistir as solicitações das cargas a ele imposta e ações do ambiente. As camadas que compõem o pavimento podem ser constituídas por solo, brita, solo-cimento, mistura asfáltica, concreto etc. As cargas transmitidas ao pavimento são referentes aos veículos que trafegam na via, como caminhões, reboques, semirreboques e ônibus e, outros veículos, como os de passeios (MOURA, 2014).

Após a terraplanagem é executada a estrutura do pavimento que tem o objetivo de resistir e distribuir os esforços verticais resultantes do tráfego, ao subleito. A pavimentação também melhora as condições de rolamento, trazendo uma maior comodidade aos condutores de veículos, com maior segurança e maior durabilidade à superfície de rolamento (MARQUES, 2006).

A pavimentação asfáltica é a principal forma de revestimento e, grande parte das estradas e ruas urbanas do Brasil se utilizam desse material. O asfalto proporciona a união dos agregados, sendo impermeabilizante, resistente a ácidos, sais, entre outros (BERNUCCI et al., 2008).

Os métodos construtivos que foram analisados nesse estudo foram o AAUQ e o TSD. Conforme especificação técnica do DNIT 032/2005 – ES, o AAUQ (Areia Asfáltica Usinada a Quente) é uma mistura executada a quente, em usina apropriada com características específicas espalhada e compactada a quente. Já a especificação técnica DNER – ES 309/97, o TSD (Tratamento Superficial Duplo) é a camada de revestimento do pavimento, constituída por duas aplicações sucessivas de ligante betuminoso, cobertas por camadas de agregado mineral e submetidas à compressão.

Nesse sentido, esse trabalho irá discorrer sobre as características dos métodos construtivos do pavimento Areia Asfáltica Usinada a Quente (AAUQ) e do Tratamento Superficial Duplo (TSD), suas aplicações e diferenças na execução.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o pavimento AAUQ (Areia Asfáltica Usinada a Quente) e TSD (Tratamento Superficial Duplo), quanto à viabilidade técnica de aplicação, em loteamento em Paraíso-TO e em Iranduba-AM.

1.1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Analisar os pontos positivos e negativos de cada método construtivo;
- ✓ Verificar a qualificação da mão de obra especializada para a execução do revestimento;
- ✓ Identificar os materiais necessários para a execução do revestimento e seu custo benefício.

1.2 JUSTIFICATIVA

Um dos maiores problemas no que diz respeito à infraestrutura urbana nas cidades, é a qualidade do pavimento das ruas e avenidas. Com o tempo, o uso das vias, através da circulação de veículos, agentes ambientais, dentre outros, os pavimentos vão se deteriorando e, muitas vezes isso pode ser resultado, além do uso, da escolha do tipo de revestimento, e até mesmo da má execução.

Essa degradação no pavimento podem causar acidentes, devido às crateras ou outras anomalias que podem surgir. Isso causa um transtorno para o usuário, como também insegurança.

Nesse sentido, observou-se a necessidade de buscar melhorias na pavimentação especialmente de tráfego leve. Desta forma, esse estudo busca o melhor método construtivo, a fim de sanar problemas referentes à qualidade da pavimentação, expondo os resultados de testes de resistência mecânica e o melhor custo benefício.

Essa pesquisa será de grande relevância para empresas da construção civil, engenheiros e sociedade em geral, pois trará informações técnicas e econômicas dos métodos AAUQ e TSD, quanto ao mais indicado a ser aplicado em loteamento em Paraíso-TO e Iranduba-AM.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O PAVIMENTO

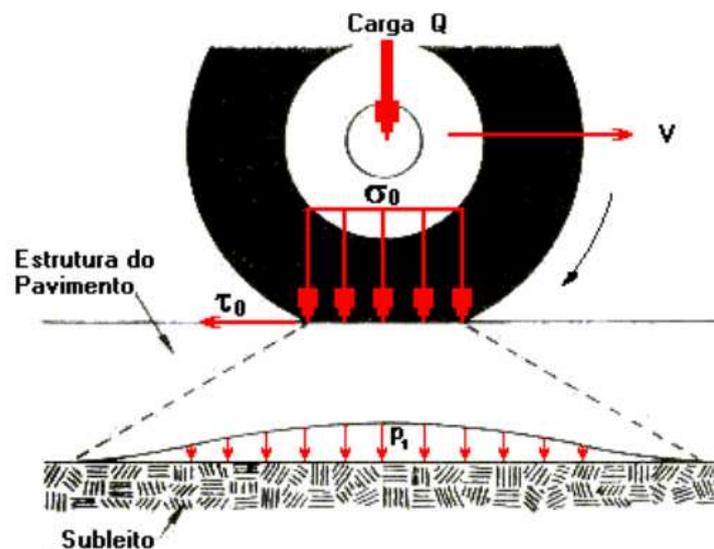
Pode-se definir pavimento como a superfície que serve como base existente nas ruas e avenidas das cidades e que sevem para que ocorra a locomoção de veículos e pedestres. Nesse sentido, o pavimento recebe todos os esforços originados dos pesos dos usuários, que são chamadas de solicitações, em que a estrutura deverá resistir todos esses esforços, seja no sentido vertical ou horizontal, independente da intensidade (ROSSI, 2017).

O pavimento como é “uma superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaço” (BRASIL, 2006, p. 95). Evidencia-se que a base de uma pavimentação é infinita, “a infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito”, (BRASIL, 2006, p. 95).

Quanto às funções, o pavimento tem o intuito de apresentar uma superfície regular e aderente, oferecendo um melhor conforto ao usuário, proporcionando mais segurança em pista molhada ou com umidade (BALBO, 2007). O pavimento é construído sobre a terraplanagem, que tem a função de distribuir todos os esforços. Nesse contexto, a estrutura do pavimento pode variar conforme o material utilizado, espessura e à sua finalidade (SENÇO, 2001).

O pavimento é uma estrutura constituída de camadas, em que vários materiais com diferentes resistências e deformidade são colocados em contato, resultando em tensões e deformações, devido às cargas transmitidas pelo tráfego, conforme Figura 1 (BRASIL, 2006).

Figura 1 - Cargas no Pavimento



Fonte: Santana (1993, *apud* MARQUES, 2006).

Percebe-se que o pavimento é solicitado por uma carga (Q), que se desloca em uma velocidade (V), nesse sentido, recebe uma tensão vertical de compressão (σ_0) e uma tensão horizontal de cisalhamento (τ). As camadas sobrepostas do pavimento tem a função de diluir essas tensões, resultando em uma tensão bem menor (p_1) do que a inicial, no subleito (MARQUES, 2006).

O pavimento é composto por camadas de solo de diferentes materiais que são sobrepostas e, compactadas a partir do subleito, sendo adequadas para atender o tráfego (BALBO, 2007). Logo, deve possuir segurança e conforto visual, ter uma capacidade de suporte de cargas, como também conforto na rodagem, como também uma ligação entre pneu e superfície, evitando com que ocorra qualquer tipo de acidente (BERNUCCI et al., 2008).

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS

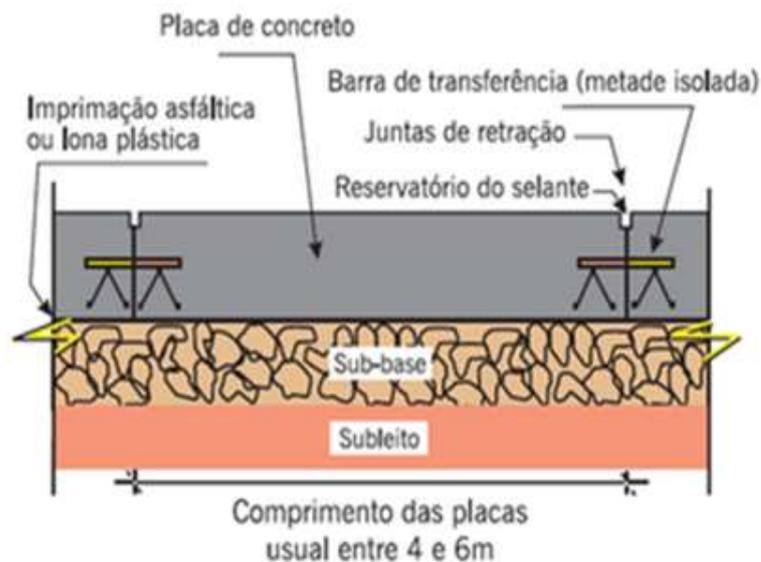
Os pavimentos e diferenciam de como vão distribuir a carga recebida para o subleito da estrutura, conforme o volume de tráfego (ROSSI, 2017). Os tipos de pavimento rodoviários são classificados em rígido e flexível.

2.2.1 Pavimento rígido

Segundo Rossi (2017), o revestimento é realizado com cimento *Portland*, devido a sua resistência, podendo ou não apresentar camada de sub-base entre o subleito e o revestimento. Logo, esse tipo de pavimento é constituído por uma placa de concreto, e sua espessura depende da resistência à flexão dessas placas, que podem ser armadas com barras de aço ou não.

De acordo o Manual de Pavimentação do DNIT, o pavimento rígido é aquele cujo revestimento tem uma elevada rigidez, se comparado com as camadas inferiores, diante disso tem a função de absorver todas as tensões provenientes do carregamento (BRASIL, 2006). A Figura 2 apresenta a composição de um pavimento rígido.

Figura 2 - Estrutura do pavimento rígido



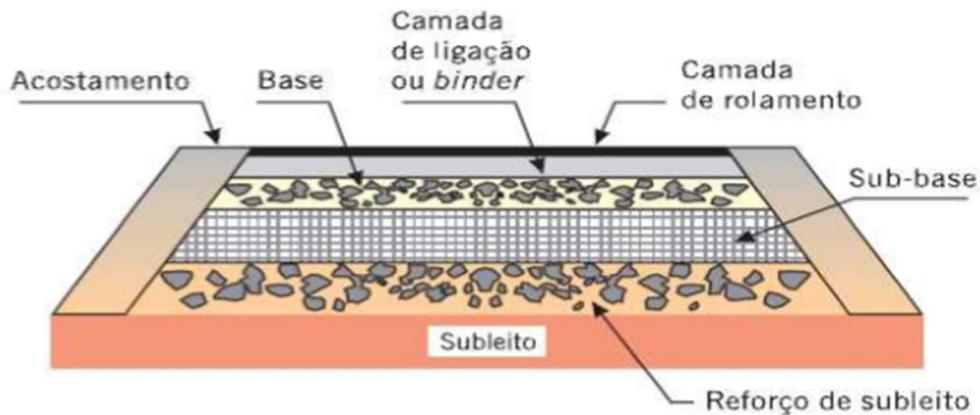
Fonte: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimentos-flexivel>

Percebe-se na figura que o pavimento ilustrado possui sub-base e também é constituído de concreto armado. Porém, não é necessário que todos os pavimentos rígidos possuam essa camada e aço, considerando que, isso depende do carregamento nele aplicado e necessidade.

2.2.2 Pavimento flexível

Pavimento flexível é aquele em que “todas as camadas sofrem deformações elástica significativa sob o carregamento aplicado” (BRASIL, 2006, p. 95). Nesse sentido, essas cargas são distribuídas uniformemente entre as camadas. É revestido por material betuminoso ou asfáltico, sendo composto também por agregados como areia e brita, por exemplo. Também é formado por quatro camadas verticais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito, como podem ser visualizados na Figura 3 (BROCHADO, 2014).

Figura 3 - Pavimento Flexível (corte transversal)



Fonte: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimentos-flexivel>

Percebe-se na figura 3 que o pavimento flexível é composto por várias camadas (rolamento, ligação ou blínder, base, sub-base, reforço do subleito, subleito). É constituído por camadas que não trabalham à tração (MARQUES, 2006). A diferença entre os pavimentos rígidos e flexíveis, quanto à distribuição de cargas são apresentados na Figura 4.

Figura 4 - Diferença entre a distribuição de cargas entre pavimento rígido e flexível



Fonte: Associação Brasileira de Concreto Portland (CPC – M3/4) (apud BROCHADO, 2014).

Observa-se que no pavimento rígido a distribuição de carga é distribuída, causando uma pequena pressão na fundação do pavimento. Enquanto que, no pavimento flexível, a área de distribuição de carga é pequena e concentrada, causando uma grande pressão na fundação do pavimento.

2.2.3 Pavimento semirrígido

De acordo o Manual de Pavimentação do DNIT, o pavimento semi-rígido é caracterizado por “uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias” (BRASIL, 2006). Nesse sentido, esse tipo de pavimento é um tipo intermediário entre o rígido e o flexível.

Figura 5- Camadas comuns em um pavimento semirrígido



Fonte: <https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-pavimento-semi-rigido.html>

É possível observar na imagem que o pavimento semirrígido é constituído de várias camadas e, de cima para baixo, estão: revestimento asfáltico, base cimentada, sub-base granular, reforço do subleito e subleito. A Figura 6 apresenta a classificação das bases e sub-bases flexíveis e semirrígidas.

Figura 6 - Classificação das bases e sub-bases flexíveis e semirrígidas



Fonte: Brasil (2006).

Percebe-se que o pavimento semirrígido é constituído por camada que contém algum aditivo como cimento (solo cimento e solo melhorado com cimento), cal (solo-cal e solo melhorado com cal) e betume (solo-betume e bases betuminosas diversas).

2.3 CAMADAS DA PAVIMENTAÇÃO

2.3.1 Reforço subleito

Conforme especificação técnica DNIT 138/2010 – ES, o reforço do subleito consiste na estabilização granulométrica, executada sobre o subleito devidamente compactado e regularizado. Nesse sentido, faz-se uso do reforço do subleito quando se pretende diminuir a espessura das camadas de sub-base, causadas pela baixa capacidade de carga do subleito.

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT, o reforço do subleito é uma camada constante e acima da regularização, com material inferior que o da camada superior, porém melhor que o do subleito (BRASIL, 2006). A Figura 7 apresenta a compactação do subleito.

Figura 7 - Compactação do Subleito



Fonte: O Autor (2016).

O reforço do subleito é constituído por uma camada que tem espessura variável e para melhorar a capacidade de suporte de carga do subleito. Sendo usado, se a capacidade de suporte à carga do material de subleito for muito baixa (BALBO, 2007).

2.3.2 Sub-base

A sub-base é a camada que possui a mesma função da base, é executada sobre o subleito ou o reforço do subleito (BALBO, 2007). Há diversas formas de executar a sub-base, ela pode ser estabilizada granulometricamente com ou sem mistura, executada com brita graduada entre outras.

O método de execução mais utilizado para a composição da sub-base é a base estabilizada granulometricamente, segundo a especificação técnica DNER – ES 301/97, a sub-base nada mais é que uma camada complementar à base, com as mesmas funções, executada sobre o subleito devidamente compactado. A Figura 8 apresenta a compactação da sub-base.

Figura 8 - Compactação da Sub-base



Fonte: O Autor (2016).

Executa-se o processo de estabilização granulométrica, a fim de obter uma melhor capacidade de resistência mecânica, com a mistura de dois ou mais materiais mediante utilização de energia de compactação.

2.3.3 Base

A base e a sub-base têm funções similares, que é absorver e distribuir as cargas provenientes do tráfego, sendo que a base é a camada que deve conter melhor resistência dentre todas as camadas da pavimentação, uma vez que ela é a primeira a receber e absorver os esforços do tráfego.

Essa camada é destinada a receber os esforços verticais do tráfego e distribuir as camadas subjacentes (BALBO, 2007). A base é fica localizada abaixo da camada de revestimento do pavimento, logo, é considerada a mais importante dentre as demais, pois tem a função de absorver as cargas e dissipar para as camadas que estão abaixo (ROSSI, 2017).

Assim, como a sub-base, há diversos métodos construtivos para a execução da base: grânulo metricamente estabilizada com ou sem mistura, mistura solo mais areia, mistura solo mais brita, mistura solo mais areia mais brita, solo mais cimento entre outras. A figura 9 apresenta o tratamento do material de base.

Figura 9 - Tratamento do material de base



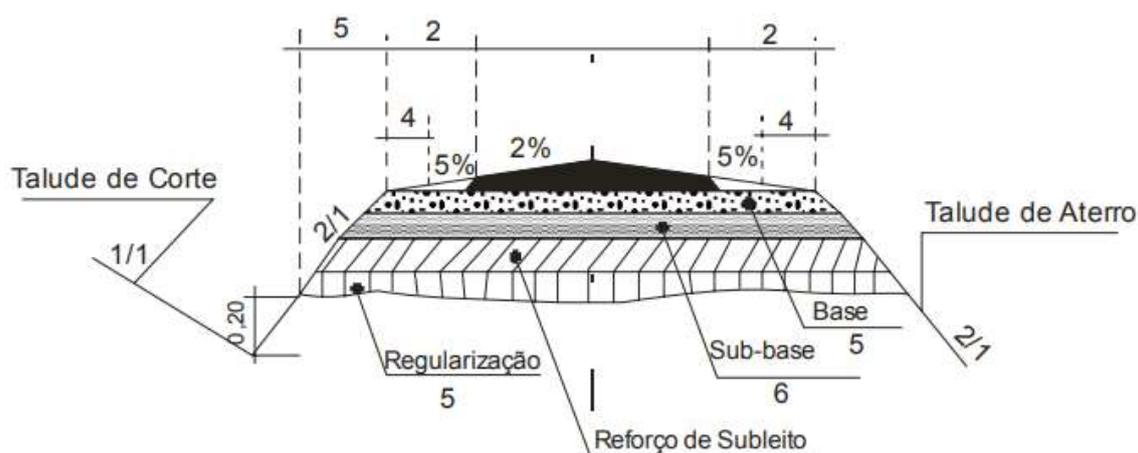
Fonte: O Autor (2016).

Da mesma forma como a sub-base, o método mais utilizado para construção de base é a estabilizada granulometricamente, sendo assim, a especificação técnica DNER – ES 303/97, a base é a camada da pavimentação destinada a resistir aos esforços do tráfego, distribuindo-os adequadamente as camadas subjacentes, executado sobre a sub-base e reforço do subleito devidamente regularizado e compactado.

2.3.4 Revestimento

O revestimento é a camada que recebe diretamente os esforços da ação de rolamento dos veículos (BRASIL, 2006). A camada do revestimento recebe as cargas verticais e horizontais provenientes do tráfego, transmitindo às camadas inferiores. Melhora a superfície de rolamento quanto às condições de conforto, segurança, como também resiste aos desgastes (BALBO, 2007). A Figura 10 apresenta o corte transversal do pavimento e a localização da camada de revestimento.

Figura 10 - Esquema da seção transversal do pavimento



Fonte: Brasil (2006).

O revestimento, nada mais é que a camada final da pavimentação, destinada a receber as cargas do tráfego e da ação climática. Composto por placas de concreto de Cimento *Portland* no caso dos pavimentos rígidos e por agregados e ligantes asfálticos, caso pavimentos flexíveis. O revestimento tem como principais

funções garantir a flexibilidade, estabilidade, impermeabilidade, durabilidade, resistência à fadiga e ao trincamento térmico e resistência a derrapagem.

2.4 COMPOSIÇÃO DOS REVESTIMENTOS FLEXÍVEIS

Os pavimentos flexíveis são compostos por agregados (brita, pó de brita etc.) e ligante asfáltico (CAP, RR-2C etc.). Utilizam-se como agregados, a brita em suas classificações: 0, 1, 2 e 3, dependendo do traço a ser utilizado ou do tratamento a ser aplicado para o revestimento, utiliza-se também o pó de pedra, com diversas funções nos pavimentos usinados e nos tratamentos superficiais.

De acordo Rossi (2017) os materiais mais comuns utilizados para a base, sub-base e reforço do subleito são:

Brita Graduada Simples: Possui diâmetro nominal máximo de 38mm, sendo mais usual as com diâmetros nominais menores, e possui poucos finos passantes na peneira #200 (FIGURA 11-a).

Macadame Hidráulico: Composto por agregado graúdo, agregado miúdo e água, em que primeiramente o agregado graúdo é distribuído na pista e compactado. Em seguida é adicionado o agregado miúdo, preenchendo os vazios existentes entre os agregados graúdos. Finalizando com os agregados finos e a água, que vão ocupar os espaços vazios, formando uma estrutura firme da camada (FIGURA 11-b).

Macadame Seco: semelhante ao anterior, porém sem a presença de água para realizar o preenchimento dos vazios na camada (FIGURA 12-a).

Solo Agregado: Composto por agregados, solo e água. São aplicados diretamente no solo e compactados posteriormente por rolo liso ou pé de carneiro (FIGURA 12-b).

Rachão: É um tipo de material mais bruto, ou seja, com uma granulometria maior se comparado aos demais e, utilizado em camadas onde há a necessidade de aumentar a resistência. Geralmente são aplicados para reforço do subleito ou sub-base (FIGURA 13).

Figura 11 - a) Brita Graduada Simples; b) Macadame Hidráulico



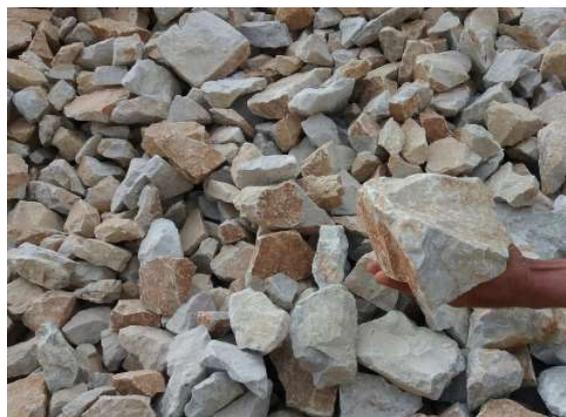
Fonte: Imagem da internet (2019): (<http://twixar.me/d47n>) e (<http://twixar.me/Bv7n>)

Figura 12 - a) Macadame Seco; b) Solo Agregado



Fonte: Imagem da internet (2019): (<http://twixar.me/7v7n>) e (<http://twixar.me/qv7n>)

Figura 13 - Rachão



Fonte: Imagem da internet (2019): (<http://twixar.me/T47n>)

Utiliza-se como ligante asfáltico o CAP (cimento asfáltico de petróleo) para os pavimentos usinados e o RR-2C (emulsão de ruptura rápida) para tratamentos superficiais, conforme a Figura 14.

Figura 14 - Aplicação do ligante



Fonte: Imagem da internet (2019): (<http://twixar.me/847n>)

O CAP é o resultado de destilação de petróleo em refinarias ou do asfalto natural encontrado em jazidas (ROSSI, 2017). Os CAP produzidos no Brasil apresentam boa qualidade para serem usados como ligantes rodoviários (FERREIRA, 2018).

2.5 PAVIMENTO USINADO

Os pavimentos usinados utilizados em obras de pavimentação são: CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente) ou CA (concreto asfáltico) e o AAUQ (areia asfáltica usinada a quente). Esses pavimentos necessitam de uma usina para ser produzido em local distante da área a ser aplicado, e são usinados em alta temperatura.

Figura 15 - Usina de Asfalto



Fonte: Site CIBER (2017).

A mistura mais empregada no Brasil é o concreto asfáltico (CA) que também é denominado de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ). Consiste da mistura de agregados de vários tamanhos e cimento asfáltico, aquecidos em temperaturas previamente escolhidas, em função da característica viscosidade-temperatura do ligante (BERNUCCI, 2008).

A areia asfáltica usinada a quente (AAUQ) está dentro do grupo das misturas a quente e têm sido utilizadas na prática as argamassas asfálticas. Para regiões em que não existem agregados pétreos graúdos, utiliza-se como revestimento uma argamassa de agregado miúdo, em geral areia, ligante (CAP), e fíler se necessário, DNIT 032/2005 – ES, conforme apresentado na Tabela 1 (BERNUCCI, 2008).

Tabela 1- Faixas granulométricas e características de dosagem recomendadas pelo DNIT para AAUQ com CAP (DNIT 032/2005 – ES) – Compactação Marshall com 75 golpes

Peneiras		Faixas		
		Porcentagem em massa, passando		
ABNT	Abertura (mm)	A	B	Tolerância
3/8"	9,5	100	-	-
Nº 4	4,8	80-100	100	±5%
Nº 10	2,0	60-95	90-100	±4%
Nº 40	0,42	16-52	40-90	±4%
Nº 80	0,18	4-15	10-47	±3%
Nº 200	0,075	2-10	0-7	±2%
Emprego		Revestimento	Revestimento	
Teor de asfalto, % sobre o total da mistura		6,0-12,0	7,0-12,0	±0,3%
Volume de vazios, %		3,0-8,0		
Relação betume/vazios, %		65-82		
Estabilidade, kN, mín.		30		
Fluência, mm		2,0-4,0		

Fonte: Bernucci, (2008).

Pode-se também utilizar asfalto modificado por polímero nas AAUQs, segundo o DNIT, através da especificação DNER-ES 387/99, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Faixas granulométricas e características de dosagem recomendadas pelo DNIT para AAUQ com asfalto polímero (DNER-ES 387/99) – Compactação Marshall com 75 golpes

Peneira de malha quadrada		Faixas			
		Porcentagem em massa, passando			
ABNT	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerância
Nº 4	4,8	100	100	100	–
Nº 10	2,0	90–100	90–100	85–100	±5%
Nº 40	0,42	40–90	30–95	25–100	±5%
Nº 80	0,18	10–47	5–60	0–62	±3%
Nº 200	0,075	0–7	0–10	0–12	±2%
Teor de asfalto, %		5,0–8,0	5,0–8,5	5,0–9,0	±0,3%
Volume de vazios, %		3,0–8,0			
Relação betume/vazios, %		65–82			
Estabilidade, kN mín.		25			
Fluência, mm		2,4–4,5			

Fonte: Bernucci, (2008).

Os problemas mais evidenciados dessas misturas estão relacionados à menor resistência às deformações permanentes (BERNUCCI, 2008). A seguir serão apresentadas as sequências da execução do pavimento AAUQ. O primeiro passo a ser feito é a demarcação da área a ser pavimentada através de levantamento topográfico.

Figura 16- Demarcação topográfica



Fonte: http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo7_Areia_Asfalto_Usinado_Quente_AAQ_Q.pdf

A próxima etapa consiste na limpeza da área que receberá a imprimação para eliminar material solto, e, pode ser realizada através de compressor de ar ou vassoura mecânica, Figura 17 (a) e (b).

Figura 17- a) Compressor de ar; b) vassoura mecânica



Fonte: http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo7_Areia_Asfalto_Usinado_Quente_AAU_Q.pdf

A pintura de ligação consiste na aplicação de uma camada de material betuminoso ($0,5 \text{ l/m}^2$) sobre a superfície de uma base ou de um pavimento, antes da execução do revestimento betuminoso, para melhorar a aderência entre o revestimento e a base.

Figura 18- a) Pintura de ligação; b) correção de falhas no lançamento com espargidor.



Fonte: http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo7_Areia_Asfalto_Usinado_Quente_AAU_Q.pdf

Quando o material chega ao local de aplicação, a temperatura da massa asfáltica deve ser aferida, considerando que a temperatura mínima é de $120 \text{ }^\circ\text{C}$, para ser autorizada a aplicação.

Figura 19- a) Aferição da temperatura; b) Descarga da mistura.



Fonte: http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo7_Areia_Asfalto_Usinado_Quente_AAU_Q.pdf

As irregularidades devem ser corrigidas de forma manual e espalhadas com ancinhos e rodos metálicos, figura 20-a. No início da compactação a temperatura da massa asfáltica deve ser aferida, figura 20-b.

Figura 20- a) Correção de irregularidades; b) Aferição da temperatura da massa asfáltica.



Fonte: http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo7_Areia_Asfalto_Usinado_Quente_AAU_Q.pdf

A compactação é iniciada com baixa pressão (35lb/p^2) e aumentando gradativamente até 120lb/p^2 , com rolo de pneus, figura 21-a. Após o número de passadas definidas por equipe técnica, o rolo liso utiliza o acabamento final, figura 21-b.

Figura 21- a) Rolo de pneus; b) Rolo liso



Fonte: http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo7_Areia_Asfalto_Usinado_Quente_AAU_Q.pdf

A pista só é liberada ao tráfego após o total resfriamento do revestimento.

2.6 TRATAMENTO SUPERFICIAL

Esse tipo de tratamento é constituído de revestimentos finos, composto por asfalto e agregado, podendo ser executado sobre a base ou sobre o revestimento do pavimento, não utilizando os processos de usinagem. Os materiais utilizados são os asfaltos diluídos e emulsões asfálticas. Na aplicação desse primeiro, o tráfego não poderá ser liberado antes da completa secagem, para que ocorra boa fixação dos agregados (BALBO, 2007).

Figura 22- Aplicação Spread- TSD



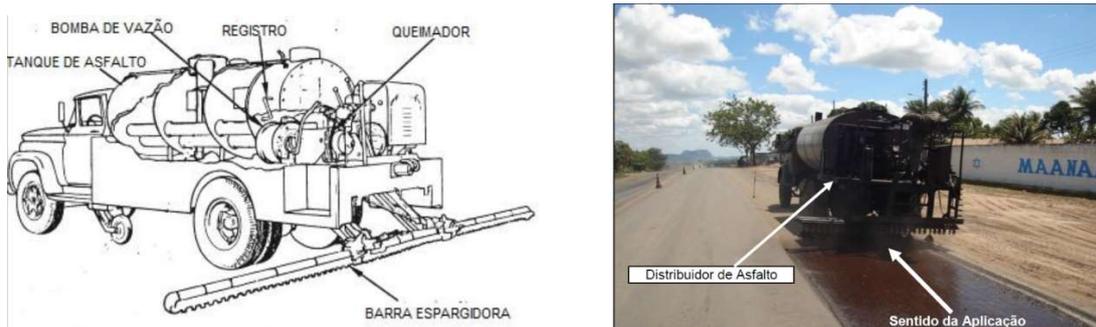
Fonte: Site Governo do Goiás (2015).

São pavimentos fabricados na própria pista, com utilização de equipamentos apropriados, sendo um pavimento a frio, diferente dos pavimentos usinados, os tratamentos superficiais utilizados em obras de pavimentação são: TSS (tratamento

superficial simples), TSD (tratamento superficial duplo), TST (tratamento superficial triplo) entre outros.

A figura 23 apresenta os elementos constituintes do caminhão de aplicação de material betuminoso (cimento asfáltico CAP-7 ou CAP-150/200, emulsões asfálticas tipos RR-1C e RR-2C) com a barra espargidora.

Figura 23- Caminhão distribuidor de asfalto (DA)



Fonte: http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo9_Tratamento_Superficial_Duplo_TSD.pdf

Na ocorrência de tráfego na base a ser imprimada é realizada a varredura para eliminação de pó e partículas soltas e, caso ocorra falhas após lançamento do material betuminoso, pode ser corrigido utilizando a caneta do distribuidor de asfalto (DA), figura 24.

Figura 24- Correção de falhas com caneta DA.



Fonte: http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo9_Tratamento_Superficial_Duplo_TSD.pdf

Após a aplicação do ligante, realiza-se a distribuição da 1ª camada do agregado, de acordo com o estabelecido em projeto, com o emprego do Espalhador

de Agregado (EA), presente no caminhão basculante, figura 25-a. Essa primeira camada de agregado é corrigida com auxílio de rastelos, de forma que os pós de brita sejam varridos e a camada seja regularizada, figura 25-b.

Figura 25- a) Correção de falhas com caneta DA; b) Correção da 1° camada de agregado



Fonte: http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo9_Tratamento_Superficial_Duplo_TSD.pdf

Em seguida é realizada a compressão do agregado através do rolo compactador vibratório ou tandem liso estático, em seguida utiliza-se o de pneus, figura 26-a. Logo em seguida é realizada a imprimação sobre a 1° camada de agregado, figura 26-b.

Figura 26- a) Compactadores; b) Imprimação da 1° camada de agregado



Fonte: http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo9_Tratamento_Superficial_Duplo_TSD.pdf

Todos esses procedimentos devem ser repetidos com a 2° camada de agregados, tomando os mesmos cuidados adotados na primeira.

3 METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO

Esse trabalho foi realizado através de um estudo de caso, que é aquele utilizado para desenvolver teoria indutiva, sendo possível criar construtos, proposições e/ou demonstrar evidência empírica (PUC-RIO). Foi utilizada pesquisa descritiva, que “pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade” (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 35), com abordagem quantitativa.

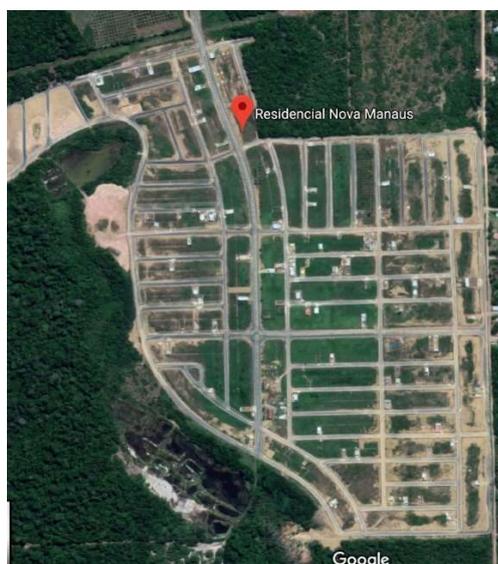
Para o desenvolvimento da escrita do trabalho, utilizou-se de uma pesquisa bibliográfica em normas técnicas, artigos científicos e trabalhos de graduação e pós-graduação e documentação de laudos de ensaios técnicos.

3.1.1 Localização dos estudos

3.1.1.1 Residencial Nova Manaus, Iranduba-AM

O Residencial Nova Manaus localiza-se às margens da Rodovia Manuel Urbano, AM-070, Km 08, em Iranduba-AM, que é um município do Estado do Amazonas e possui uma área de 2214,3 km², a 20 km a Sul-Oeste de Manaus. Situado a 54 metros de altitude, e coordenadas geográficas de Latitude 3° 12' 4" Sul e Longitude 60° 10' 42" Oeste.

Figura 27- Residencial Nova Manaus



Fonte: Google Maps (2019)

3.1.1.2 Loteamento Jardim Universitário, Paraíso do Tocantins-TO

O Loteamento Jardim Universitário fica localizado nas coordenadas $10^{\circ}12'40.1''S$ e $48^{\circ}52'31.4''W$, às margens da Rodovia BR-153, no município de Paraíso do Tocantins-TO. O acesso ao loteamento também pode ser feito pela Avenida Paraíso, que é uma avenida que passa pelo setor Oeste e Pouso Alegre.

Figura 28- Loteamento Jardim Universitário



Fonte: Google Maps (2019)

3.2 PROCEDIMENTO

Esse trabalho foi desenvolvido através de um estudo do melhor processo construtivo para a execução de revestimento de pavimentação, através da coleta de informações em campo. Foram comparados os métodos de pavimento usinado AAUQ, aplicado no residencial Nova Manaus em Manaus-AM e, tratamento superficial TSD, no Loteamento Jardim Universitário em Paraíso-TO, comparando os processos construtivos, resistência e viabilidade técnica.

A seqüência do AAUQ (Areia Asfáltica Usinada a Quente) foram:

1. Imprimação da Base "CM-30"
2. Produção de AAUQ em usina de asfalto
3. Transporte da mistura
4. Pintura de ligação "RR-2C"

5. Espalhamento da mistura (Vibro Acabadora)
6. Compressão da mistura (Compactar)

No Loteamento Jardim Universitário, foram realizados ensaios de densidade *in situ* (de acordo com a Norma NBR 7185), Compactação (de acordo com a norma NBR 7182) para a verificação do grau de compactação em obra, observando a qualidade do material empregado, adequada, de forma a garantir qualidade dos trabalhos no laboratório realizados. A caracterização completa do solo é composta pelos ensaios de compactação, de acordo com norma NBR 7182, análise granulométrica por peneiramento, de acordo com a norma NBR 6459, e limite de plasticidade, de acordo com norma NBR 7180. Todas as amostras foram realizadas na obra, que tem uma área aproximada de 153.000 m², em Paraíso-TO.

A figura 29 apresenta o processo de preparação das camadas do pavimento e coleta de solo para análise em laboratório.

Figura 29- Preparação das camadas e coleta de material



Fonte: Empresa tocantinense de projetos e obras Ltda (2017)

A sequência do TSD (Tratamento Superficial Duplo) - “in loco” está descrita a seguir:

1. Imprimação da Base “CM-30”
2. Pintura de ligação “RR-2C”
3. Espalhamento da 1ª camada do agregado “Brita 1”
4. Rolamento com rolo tandem (Compressão do agregado)
5. Pintura de ligação “RR-2C”
6. Espalhamento da 1ª camada do agregado “Brita 0”
7. Rolamento com rolo tandem (Compressão do agregado)
8. Pintura de ligação “RR-2C”
9. Espalhamento da 1ª camada do agregado “Pó de brita”
10. Rolamento com rolo tandem (Compressão do agregado)

Figura 30- Imprimação - Loteamento Jardim Universitário



Fonte: Empresa tocantinense de projetos e obras Ltda (2017)

A primeira etapa do processo executivo é a varredura da pista imprimada ou pintada, para eliminar partículas de pó; a temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser determinada em função da temperatura x viscosidade, no caso as faixas de viscosidade de emulsão asfáltica deve ser 20 a 100 segundo *Saybolt-Furoi*; o ligante asfáltico deve ser aplicado de uma só vez em toda a largura da faixa; cuidados especiais devem ser observados na execução de juntas transversais e longitudinais, para evitar excesso, escassez ou falta do ligante asfáltico; após a aplicação do ligante deve-se realizar o espalhamento da 1º camada do agregado, na quantidade indicada em projeto, pois excessos ou escassez devem ser corrigidos antes do início da compressão; logo depois deve-se fazer a compressão do agregado; após deve-se realizar a varredura do

material solto; depois é executada a segunda camada de forma idêntica à realizada na primeira (DNIT 147/2012).

Figura 31- TSD/Aplicação das camadas de britas



Fonte: Empresa tocantinense de projetos e obras Ltda (2017)

3.3 MATERIAIS PARA A EXECUÇÃO

Para a composição de Areia asfáltica usinada a quente (AAUQ) utilizou-se os seguintes materiais:

- Areia
- Pó de brita
- CAP (Cimento de Asfáltico de Petróleo)

Os materiais utilizados para a composição do TSD (Tratamento Superficial Duplo) foram:

- Emulsões asfálticas tipo RR-2C
- Brita 1
- Brita 0
- Pó de brita

3.4 ANÁLISE DOS PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS

Após os estudos do TSD e AAUQ foi realizado análise dos pontos positivos e negativos dos sistemas utilizados para pavimentação de tráfego leve, nas duas cidades localizadas em regiões diferentes do Brasil, Tocantins e Amazonas. Foi verificado quais as especificações de mão de obra especializada para a execução do TSD e AAUQ.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

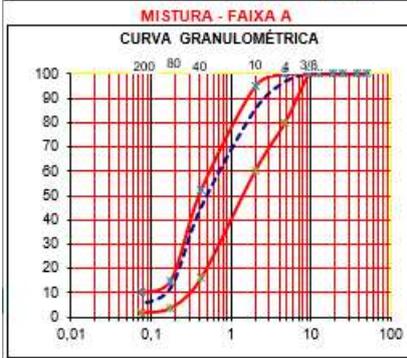
4.1 RESIDENCIAL NOVA MANAUS, IRANDUBA-AM (AAUQ - AREIA ASFÁLTICA USINADA A QUENTE)

A areia asfalto é uma mistura executada em usina, sendo composta por areia, material de enchimento (filer) e ligante asfáltico espalhado e compactado a quente. No controle da qualidade betuminosa realizado pela Usina Tichel 160 T/H Soma Torquato Tapajós, o volume de vazios foi de 10,4%, superior ao estabelecido pela Norma DNIT 031/2006-ES (3-8%), a relação betume-vazios foi menor ao que diz na norma citada. A estabilidade foi de 455 kgf, estando acima do mínimo que é de 300 kgf e a fluência estando dentro dos limites estabelecidos em norma 2,8 mm. A temperatura do ligante foi de 155 °C, dentro dos limites estabelecidos em norma (107°C-177°C).

CONTROLE DE QUALIDADE DE MISTURA BETUMINOSA.										
USINA TICHEL 160 T/H SOMA TORQUATO TAPAJÓS										
AAUQ										
DENSIDADE APARENTE					EXTRAÇÃO DE BETUME					
C.P. N°	1	2	3	Média	PESO DA AMOSTRA	(g)			355,90	
PESO AR	997,20	895,50	990,2		PESO INSOLUVEL	(g)			328,40	
P. IMERSO	550,20	494,50	546,4		PESO DO CAP	(g)			27,50	
					COMPONE	% AGREG	%	D. Real	%DR	
							0,00			
VOLUME	447,0	401,0	443,8				0,00			
D. APAREN	2,231	2,233	2,231	2,232						
CARACTERÍSTICAS DA MISTURA										
D.TEORI	2,491	2,491	2,491	2,491	AREIA	93,00%	85,81	2,645	32,442	
% VAZIO	10,4	10,4	10,4	10,4	CIMENTO	7,00%	6,46	3,261	1,981	
% V.C.B.	17,2	17,2	17,2		CAP-55/70		7,73	1,003	7,707	
% V.A.M.	27,6	27,6	27,6		SOMATORIA DE % / DR				40,149	
% R.B.V.	62,3	62,3	62,3	62,3	OBS	COLARES				
LEIT.EXT	170	170	170		GRANULOMETRIA					
C. PRENSA	1,991	1,991	1,991		PENEIRAS	Retido	Passando		FADKA	
ESP. (MM)	55,1	49,5	54,7		ASTM	(mm)	(g)	(g)	%	
F. ESP	1,27	1,47	1,29		2"	50,8	0,00	327,70	100,00	
E.CORRIG	430	498	437	455	1 1/2"	38,1	0,00	327,70	100,00	
L.INICIAL	4,2	4,2	4,2		1"	25,4	0,00	327,70	100,00	
L.FINAL	7,0	7,1	7		3/4"	19,1		327,70	100,00	
FLUÊNCIA	2,8	2,9	2,8	2,8	1/2"	12,7		327,70	100,00	
NORMA DNIT 031/2006-ES										
V.V	%		3 - 8	10,4	3/8"	9,5		327,70	100,00	
R.B.V	%		65 - 82	62,3	N.4	4,8	8,00	319,70	97,56	
ESTABIL.	KGF		300	455	N.10	2,0	11,00	308,70	94,20	
FLUÊNCIA	MM		2,0-4,5	2,8	N.40	0,42	115,30	193,40	59,02	
TEMPERATURA (C°)	AMOSTRA	LIMITES			N.80	0,18	119,50	73,90	22,55	
	155	107 - 177			N.200	0,075	43,00	30,90	9,43	
					Prato		30,90		0,00	
					Soma		327,70			
					DIFERENÇA	-0,0021	<		0,005	
MISTURA - FAIXA A										
CURVA GRANULOMÉTRICA					PROCEDÊNCIA DOS AGREGADOS					
					AREIA	M L F				
					CIMENTO	ITAUTINGA				
					CAP	REMAN				
					CLIENTE:					
					OBRA:	204 - MAC				
					LOCAL:					
					LABORATORISTA:	ELTON				
					ENGENHEIRO:	GUIMARÃES				
					DATA:	17/09/2011				

No controle de qualidade betuminosa realizado pela Usina MCW Torquato Tapajós, as verificações das condições de vazios, estabilidades e fluência da mistura estavam dentro dos padrões estabelecidos na norma DNIT 031/2006-ES.

CONTROLE DE QUALIDADE DE MISTURA BETUMINOSA.									
USINA MCW TORQUATO TAPAJÓS									
A.A.U.Q (usina 01)									
DENSIDADE APARENTE				EXTRAÇÃO DE BETUME					
C.P. N°	1	2	3	Média	PESO DA AMOSTRA	(g)	311,50		
P. Ar	1088,30	1094,00	1086,15		PESO INSOLUVEL	(g)	287,00		
P. Imerso	595,70	593,60	594,65		PESO DO CAP	(g)	24,50		
					Compon.	% Ag.	% Mist.	D. Real	%/D.Real
Volume	502,6	500,4	501,5						
D.Apar.	2,185	2,188	2,188	2,186					
CARACTERÍSTICAS DA MISTURA									
D. Teórica	2,355	2,355	2,355	2,355	AREIA	60,00%	55,28%	2,646	20,89%
% Vazios	7,23%	7,18%	7,21%	7,21%	PÓ PEDRA	40,00%	36,85%	2,671	13,798%
% V.C.B.	16,97%	16,97%	16,97%				0,00%	2,579	0,000%
% V.A.M.	24,19%	24,16%	24,18%		CAP-50/70		7,87%	1,013	7,76%
% R.B.V.	70,13%	70,26%	70,19%	70,19%	Soma Total	100,00%	100,00%		
L. Anel	268	260	264		SOMATORIA DE % / D. REAL				42,45%
K. Prensa	1,996	1,996	1,996		GRANULOMETRIA				
Esp. (mm)	62,0	61,7	61,9		Peneiras	Retido	Passando	FAIXA	
Fator Corr.	1,04	1,05	1,04		ASTM (mm)	(g)	(g)	%	"A"
Est. Corr.	556	545	548	550	2"	0,00	287,00	100,00	
L. Inicial	18,5	18,1	18,3		1 1/2"	0,00	287,00	100,00	
L. Final	22,7	22,3	22,5		1"	0,00	287,00	100,00	
Flu. (mm)	3,22 mm	3,22 mm	3,22 mm	3,22 mm	3/4"	0,00	287,00	100,00	
NORMA DNIT 031/2006-ES									
V.V	%	3 - 8		7,21%	3/8"	0,00	287,00	100,00	100
R.B.V	%	65 - 82		70,19%	N° 4	9,30	277,70	96,76	80 - 100
ESTABIL.	Kgf	300		550	N° 10	32,90	244,80	85,30	60 - 95
FLUÊNCIA	mm	2,0-4,5		3,22 mm	N° 40	116,20	128,60	44,81	16 - 52
BETUME	%	6,0 - 12,0		7,87%	N° 80	94,70	33,90	11,81	4 - 15
TEMPERATURA (°C)	AMOSTRA	LIMITES			N° 200	19,50	14,40	5,02	2 - 10
	168	107 - 177			Fundo	14,40			
					Soma	287,00			
					DIFERENÇA	0,0000	<		0,005
PROCEDÊNCIA DOS AGREGADOS									
AREIA	VIDA NOVA CONSTRUTORA								
PÓ DE PEDRA	PEDREIRA SANTA FE								
CAP 50/70	REMAN								
Obs. O ensaio acima especificado atende as normas do DNIT									
CLIENTE:	S.G. Engenharia Ltda.								
OBRA:	Frente 9								
LOCAL:	Lirio do Vale								
LABORATORISTA:	Valdemir Silva do Carmo								
ENGENHEIRO:									
DATA:	08/05/2013								



A areia asfalto a quente produzida foi transportada da usina ao ponto de aplicação. A distribuição do AAUQ foi realizada por máquinas acabadoras, logo em seguida foi feita a rolagem com temperatura elevada.

4.2 LOTEAMENTO JARDIM UNIVERSITÁRIO, PARAÍSO DO TOCANTINS-TO (TSD - TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO)

Na análise do boletim de sondagem do subleito foi possível observar que o tipo de solo encontrado é a Laterita siltosa vermelha e cascalho laterítico siltoso vermelho. O solo laterítico ocorre na forma de crostas contínuas, com concreções pislíticas isoladas, ou na textura fina. Suas cores variam do amarelo ao vermelho, e recebem algumas designações de acordo com o local, como piçarra, Recife, tapiocanga e mocororó (DNIT, 2006).

No controle de materiais do RR-2C, a Viscosidade *Saybolt-Furol* a 50°C foi de 249, estando dentro dos limites que é 100 a 400 (ABNT NBR 14491/2007; DNIT165/2013). No Peneiramento (0,84 mm), foi de 0,08% estando abaixo do limite máximo que é de 0,10% (ABNT NBR 14393/2012; DNIT 165/2013). O valor do resíduo seco foi de 67,1, estando acima do valor mínimo que é de 67,0 (ABNT NBR 14376:2019; DNIT 165/2013).

CONTROLE DE MATERIAIS BETUMINOSOS			
Interessado: AIRES E VASCONCELOS EMP. IMOB.			
Obra:	Pav. Urbana	Trecho: Loteamento Jardim Universitario	Aplicação: TSD
Fornecedor:	Greca Distribuidora de Asfaltos S/A	Placa do Veículo: AZA- 2456	Data: 19/10/2017
Material:	RR-2C	Nota fiscal n°: 58156	Laboratorista: Fabio da Silva Franca
VISCOSIDADE SAYBOLT FUROL		ESPECIFICAÇÃO	
1.ª Determinação:		249	
2.ª Determinação:		249	
Média:		249	
RESIDUO		ESPECIFICAÇÃO	
Tara do Recipiente (P1)		704,6	704,6
Emulsão gr.		101,0	101,0
Tara + Emulsão (P2)		805,6	805,6
Tara + Resíduo (P3)		772,5	772,5
Diferença gr.		67,8	67,8
Resíduo	$\frac{P3 - P1}{P2 - P1} \times 100$	67,1	67,1
	Média	67,1	
PENEIRAMENTO		ESPECIFICAÇÃO	
Peso da Emulsão (P1)		100,6	100,6
Peso da Pen + vidro = Becker (P2)		290,4	290,4
Peso da Pen + vidro = Becker = Emulsão		290,4	290,4
Betume (P3)		0,1	0,1
% Retida =	$\frac{P3 - P2 \times 100}{P1}$	0,1	0,1
	Média	0,08	

Os agregados utilizados no TSD foram a brita 1, brita 0 e pó de brita, ou seja, o material utilizado deve ser resistente e isentas de torrões de argila. As taxas de aplicação do ligante asfáltico foi de 1,02 l/m² para a 1º e 2º camada e para os agregados, 20 a 25 kg/m² de brita 1 para a 1º camada e, 10 a 12 kg/m² de brita 0 para a 2º camada, obedecendo o padrão estabelecido pela norma DNIT 147/2012.

4.3 PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS

AAUQ

No AAUQ todo carregamento de ligante betuminoso quando chega na obra, deve vir acompanhado de certificado de análise, com a indicação da sua procedência, indicando o tipo, quantidade e distância de transporte entre a usina e o canteiro de serviço. As etapas de serviços também diminuem, pois o material já vem preparado de acordo especificação técnica e normativa, com monitoramento da temperatura ideal de aplicação.

Um ponto negativo referente ao AAUQ é a distância do local de produção para o de aplicação, pois esse tipo de pavimento é produzido em usina, em alta temperatura, e aplicado quando a temperatura for superior a 110°C. Nesse sentido, deve ser definida a quantidade de caçambas basculantes de acordo com o ciclo de trabalho, que compreende a capacidade de produção da usina, a distância de transporte e o tempo de carga e descarga do caminhão, evitando com que a usinagem ou a aplicação do AAUQ não sejam interrompidas.

TSD

No TSD todo o tratamento é realizado no local, então logo após o lançamento de ligante betuminoso, deve-se realizar o espalhamento da 1ª camada do agregado, de acordo com indicação em projeto. Caso ocorra excessos ou faltas durante o lançamento, devem ser corrigidos e logo em seguida deve realizar a compressão. Todo o material que ficar solto na pista deve ser varrido. Após esse procedimento é realizado o lançamento da segunda camada de agregado, e realizar todo o procedimento igual ao primeiro. Caso a primeira imprimação não tenha sido executada conforme as normas regulamentadoras, na segunda execução pode-se

estar corrigindo a taxa do ligante, se tornando um ponto positivo para esse método de revestimento.

Como ponto negativo no tratamento superficial duplo (TSD), o material betuminoso tem que ser aplicado de uma só vez, em toda a largura da faixa a ser tratada. É preciso ter um maior cuidado quanto aos excedentes ou falta de material betuminoso na pista e, caso ocorra devem ser corrigidas imediatamente. Os cuidados devem ser maiores na execução das juntas transversais, no início e fim de cada aplicação de material betuminoso, e na execução das juntas longitudinais, nas junções de faixas quando o revestimento for em duas ou mais faixas. Todo esse cuidado é para evitar excesso ou falta de ligante betuminoso que vão sendo aplicado nestes locais.

4.4 MÃO DE OBRA

Para a execução de cada tipo de pavimento torna-se necessário mão-de-obra especializada para cada função de execução. No TSD tem o operador de espargidor, motorista caminhão espargidor, rasteleiro, ajudante, operador rolo Tandem, Motorista do caminhão basculante e operador de Spread.

No AAUQ a mão-de-obra é constituída de operador de espargidor, motorista caminhão espargidor, operador de mesa vibroacabadora, operador caminhão basculante, rasteleiro, ajudante, operador rolo pneumático e operador rolo tandem.

Quando os caminhões não são automatizados por GPS (*Global Positioning System*), torna-se necessário ter um operador para controlar a barra ou caneta espargidora. Nesse sentido, percebe-se que além do motorista é necessário ter o operador de espargidor de asfalto, que é a máquina que contém as emulsões asfálticas que serão bombeadas nos solos, pavimentando assim as vias públicas e rodovias.

Os rasteleiros são responsáveis para a realização dos acabamentos e reparos de emendas nos processos das pavimentações asfálticas. Os operadores de rolo, operam as máquinas de pavimentação, como o rolo compactador e pneumático, seguindo orientações dos engenheiros e chefias superiores, como também normas técnicas e de segurança.

No AAUQ é necessário ter operador de mesa vibroacabadora para o monitoramento correto, elevando a eficiência de desempenho do pavimento e sua

qualidade final. Esse equipamento tem a função de pré-compactar e de nivelar a camada asfáltica, através de sistemas de placas vibratórias. Logo, para que ocorra o correto nivelamento torna-se necessário a utilização de sensores, que são responsáveis por transmitir informações para que a mesa execute de forma correta a pavimentação de acordo com os parâmetros indicados em projeto.

A tabela 3 apresenta algumas diferenças entre a execução de TSD em Paraíso-TO e AAUQ em Iranduba-AM.

Tabela 3- TSD x AAUQ

	TSD	AAUQ
Dificuldade de materiais	Britador mais próximo de Iranduba fica a 300Km do município.	-
Frete da Brita (R\$/m ²)	11,70	
Custo execução (R\$/m ²)	57,70	65,00
Resistência	Menor	Maior
CBR	Paraíso-TO: 44 a 48%	Iranduba-AM: 6 a 8%
Mão de obra qualificada	Não existe	Existe

Fonte: Autor (2019)

Em Iranduba-AM não existe via executada com tratamento superficial duplo (TSD), devido à dificuldade de obtenção de brita e da distância do britador. Nesse sentido, torna-se inviável implantar o TSD, considerando que o valor do frete da brita é de R\$ 11,70/m². Por não existir vias com TSD em Iranduba-AM, também não tem mão de obra qualificada na região. O custo de execução e a resistência do pavimento por AAUQ é maior se comparado com o de TSD.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo analisar o pavimento AAUQ (Areia Asfáltica Usinada a Quente) e TSD (Tratamento Superficial Duplo), quanto à viabilidade técnica de aplicação, em loteamento em Paraíso-TO e em Iranduba-AM.

Com o uso das vias, os pavimentos vão se deteriorando devido à escolha do revestimento ou até mesmo a má execução deste, podendo causar acidentes e transtornos. Logo, é importante buscar o melhor método construtivo para a localidade, buscando qualidade na pavimentação, resistência mecânica e viabilidade técnica e econômica.

No trabalho em questão, foi possível observar que em Iranduba-AM, não se pode executar TSD, devido à falta de resistência da base para suportar as cargas impostas. Para a execução do Tratamento Superficial Duplo, é necessário o uso de brita, porém em Manaus, o metro cúbico desse material custa R\$ 120,00, preço em 2019. Percebe-se que, nessa região compensa utilizar o sistema de pavimentação AAUQ. Já no Loteamento Universitário, em Paraíso-TO, o TSD pode ser utilizado pra tráfego leve, ou seja, em loteamentos.

Portanto, para a escolha de um sistema de pavimentação adequado, deve-se analisar o local de execução da obra, as características técnicas, a viabilidade custo-benefício, como também a disponibilidade de materiais e mão-de-obra especializada.

Sugere-se que trabalhos futuros analisem a viabilidade econômica considerando a aplicação de dois materiais diferentes, AAUQ (Areia Asfáltica Usinada a Quente) e TSD (Tratamento Superficial Duplo).

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14491. Emulsões asfálticas- Determinação da viscosidade Saybolt-Furol. Rio de Janeiro, 2007.

_____. NBR 14393. Emulsões asfálticas- Determinação da peneiração. Rio de Janeiro, 2012.

_____. NBR 14376. Ligantes asfálticos – Determinação do teor de resíduo seco de emulsões asfálticas convencional e modificadas – métodos expeditos. Rio de Janeiro, 2019.

BALBO, José Tadeu. Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, Liedi Bariani; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa; MOTTA, Laura Maria Goretti da. Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2008.

BRASIL. DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de transporte. Manual de Pavimentação. 3° ed. 2006. 274p.

BROCHADO, Matheus Matos Lepsqueur. Estudo da viabilidade do asfalto pré-misturado a frio em rodovias de médio e baixo tráfego. 2014. 59 p. TCC (Engenharia civil). Centro Universitário de Brasília. Brasília. 2014.

DNIT 138/2010 – ES: Pavimentação – Reforço do subleito - Especificação de serviço

DNER – ES 301/97: Pavimentação: sub-base estabilizada granulometricamente. Rio de Janeiro, 1997.

DNIT. Departamento Nacional de infraestrutura de transportes. Manual de pavimentação. 2006.

DNIT 032/2005 – ES: Pavimentos flexíveis – Areia-Asfalto a quente – Especificação de serviço.

DNIT 165/2013 – EM. Emulsões asfálticas para pavimentação – Especificação de material. Rio de Janeiro, 2013.

DNIT 147/2012 – ES. Pavimentação asfáltica – Tratamento Superficial Duplo – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2012.

DNIT 165/2013 - EM. Emulsões asfálticas para pavimentação – Especificação de material. Rio de Janeiro, 2013.

DNIT 032/2004-ES. Pavimentos flexíveis – Areia-asfalto a quente – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2004.

DNER – ES 386/99. Norma Rodoviária: Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 1999.

FERREIRA, Alan Martins. **Produção de cimento asfáltico de petróleo modificado por copolímeros elastoméricos tipo poliésteres, produzidos com polióis derivados de biomassa e ácido adípico**. 2018. 51 p. TCC (Química Industrial). Universidade Federal de Uberlândia. 2018.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS. Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

Guia de trabalhos de engenharia. Areia-Asfalto Usinado a Quente (A.A.U.Q.). Disponível em: <

http://www.doc.eb.mil.br/downloads/qte/1qptE/Capitulo7_Areia_Asfalto_Usinado_Quente_AAUQ.pdf>. Acesso em 07 mai 2019.

Guia de trabalhos de engenharia. Tratamento Superficial Duplo – TSD. Disponível em:<

http://www.doc.eb.mil.br/downloads/qte/1qptE/Capitulo9_Tratamento_Superficial_Duplo_TSD.pdf>. Acesso em 07 mai 2019.

MARQUES, Geraldo Luciano de Oliveira. **Pavimentação**. Notas de aula. Faculdade de engenharia. Universidade Federal de Juiz de Fora. 2006.

MOURA, Edson de. **Transportes e obras de terra**: Movimento de Terra e Pavimentação. Apostila de projeto de pavimento. 2014. Disponível: <
http://www.professoredmoura.com.br/download/Apost_Dimens_Pav_2_2014-Parte_A.pdf>. Acesso em: 21 mar 2019.

PUC-RIO. Metodologia de pesquisa. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/16514/16514_5.PDF>. Acesso em: 21 mar 2019.

ROSSI, Anna Carolina. Etapas de uma obra de pavimentação e dimensionamento de pavimento para uma via na ilha do fundão. 2017. 63 p. TCC (Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2017.

SENÇO, Wlastermiler de. Manual de Técnicas de Pavimentação. vol. 2. 2. ed. São Paulo: Pini, 2001

ANEXOS

ANEXO 1 - LOTEAMENTO JARDIM UNIVERSITÁRIO, PARAÍSO DO TOCANTINS-TO



	Obra:	<u>Loteamento Jardim Universitario</u>		
	Trecho:	<u>Paraiso - To</u>		
	Sub-trecho:	<u>Rua 34</u>		
	Estudo:	<u>Sub-leito</u>	Data:	<u>setembro-17</u>
	Estacas:	<u>1</u>	a	<u>6</u>

BOLETIM DE SONDAGEM

Registro Nº	Observações	Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação Expedida
					de	a	
213	setembro-17	1	2	BE	0,00	0,20	Laterita siltosa vermelha
214	setembro-17	2	5	EX	0,00	0,20	Laterita siltosa vermelha



	Obra:	<u>Loteamento Jardim Universitario</u>		
	Trecho:	<u>Paraiso - To</u>		
	Sub-trecho:	<u>Rua 1</u>		
	Estudo:	<u>Sub-leito</u>	Data:	<u>setembro-17</u>
	Estacas:	<u>1</u>	a	<u>4+1</u>

BOLETIM DE SONDAGEM

Registro Nº	Observações	Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação Expedida
					de	a	
206	setembro-17	1	1+10	BE	0,00	0,20	Laterita siltosa vermelha
207	setembro-17	2	3+15	EX	0,00	0,20	Laterita siltosa vermelha



ETPO Empresa tocantinense de projetos e obras Ltda.

	Obra:	<u>Loteamento Jardim Universitário</u>	
	Trecho:	<u>Paraiso - To</u>	
	Sub-trecho:	<u>Rua 2</u>	
	Estudo:	<u>Sub-Iteto</u>	Data: <u>setembro-17</u>
	Estacas:	<u>1</u>	a <u>15+9</u>

BOLETIM DE SONDAGEM

Registro Nº	Observações	Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação Expedta
					de	a	
208	setembro-17	1	3	BE	0,00	0,20	Laterita siltosa vermelha
209	setembro-17	2	8	EX	0,00	0,20	Laterita siltosa vermelha
210	setembro-17	3	13	BD	0,00	0,20	Laterita siltosa vermelha



ETPO Empresa tocantinense de projetos e obras Ltda.

	Obra:	<u>Loteamento Jardim Universitário</u>	
	Trecho:	<u>Paraiso - To</u>	
	Sub-trecho:	<u>Rua 3</u>	
	Estudo:	<u>Sub-Iteto</u>	Data: <u>setembro-17</u>
	Estacas:	<u>1</u>	a <u>7</u>

BOLETIM DE SONDAGEM

Registro Nº	Observações	Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação Expedta
					de	a	
211	setembro-17	1	2	BE	0,00	0,20	Laterita siltosa vermelha
212	setembro-17	2	6	EX	0,00	0,20	Laterita siltosa vermelha



ETPO Empresa tocantinense de projetos e obras Ltda.

	Obra:	<u>Loteamento Jardim Universitário</u>	
	Trecho:	<u>Paraiso - To</u>	
	Sub-trecho:	<u>Rua 34</u>	
	Estudo:	<u>Sub-Iteto</u>	Data: <u>setembro-17</u>
	Estacas:	<u>1</u>	a <u>6</u>

BOLETIM DE SONDAGEM

Registro Nº	Observações	Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação Expedta
					de	a	
213	setembro-17	1	2	BE	0,00	0,20	Laterita siltosa vermelha
214	setembro-17	2	5	EX	0,00	0,20	Laterita siltosa vermelha



ETPO Empresa tocantinense de projetos e obras Ltda.

	Obra:	<u>Loteamento Jardim Universitário</u>		
	Trecho:	<u>Paraiso - To</u>		
	Sub-trecho:	<u>Av. B</u>		
	Estudo:	<u>Sub-Leito</u>	Data:	<u>outubro-17</u>
	Estacas:	<u>31+10</u>	a	<u>61</u>

BOLETIM DE SONDAGEM

Registro Nº ENSAIO	Observações	Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação Expedida
					de	a	
215	outubro-17	1	33	LD	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltos o vermelho
216	outubro-17	2	38	EX	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltos o vermelho
217	outubro-17	3	43	LE	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltos o vermelho
218	outubro-17	4	48	EX	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltos o vermelho
219	outubro-17	5	53	LD	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltos o vermelho
220	outubro-17	6	58	EX	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltos o vermelho



ETPO Empresa tocantinense de projetos e obras Ltda.

2.3- Base

	Obra:	<u>Loteamento Jardim Universitario</u>		
	Trecho:	<u>Paraiso - To</u>		
	Sub-trecho:	<u>Av. Marginal Transbrasiliana 2ª etapa</u>		
	Estudo:	<u>Base</u>	Data:	<u>setembro-17</u>
	Estacas:	<u>1</u>	a	<u>15+14</u>

BOLETIM DE SONDAGEM

Registro Nº ENSAIO	Observações	Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação Expedita
					de	a	
228	setembro-17	1	3	LD	0,00	0,20	Cascalho laterítico silteso vermelho
229	setembro-17	2	8	EX	0,00	0,20	Cascalho laterítico silteso vermelho
230	setembro-17	3	13	LE	0,00	0,20	Cascalho laterítico silteso vermelho



ETPO Empresa tocantinense de projetos e obras Ltda.

	Obra:	<u>Loteamento Jardim Universitario</u>		
	Trecho:	<u>Paraiso - To</u>		
	Sub-trecho:	<u>Rua 1</u>		
	Estudo:	<u>Base</u>	Data:	<u>setembro-17</u>
	Estacas:	<u>1</u>	a	<u>4+1</u>

BOLETIM DE SONDAGEM

Registro Nº ENSAIO	Observações	Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação Expedita
					de	a	
231	setembro-17	1	1+10	LD	0,00	0,20	Cascalho laterítico silteso vermelho
232	setembro-17	2	3+10	EX	0,00	0,20	Cascalho laterítico silteso vermelho



ETPO Empresa tocantinense de projetos e obras Ltda.

	Obra:	Loteamento Jardim Universitário	
	Trecho:	Paraiso - Iº	
	Sub-trecho:	Rua 2	
	Estudo:	Base	Data: setembro-17
	Estacas:	1	a 15+9

BOLETIM DE SONDAAGEM

Registro Nº	Observações	Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação Expedida
					de	a	
233	setembro-17	1	3	LE	0,00	0,20	Cascalho laterítico silteoso vermelho
234	setembro-17	2	8	EX	0,00	0,20	Cascalho laterítico silteoso vermelho
235	setembro-17	3	13	LD	0,00	0,20	Cascalho laterítico silteoso vermelho



ETPO Empresa tocantinense de projetos e obras Ltda.

	Obra:	Loteamento Jardim Universitário	
	Trecho:	Paraiso - Iº	
	Sub-trecho:	Rua 3	
	Estudo:	Base	Data: setembro-17
	Estacas:	1	a 7

BOLETIM DE SONDAAGEM

Registro Nº	Observações	Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação Expedida
					de	a	
236	setembro-17	1	2	LD	0,00	0,20	Cascalho laterítico silteoso vermelho
237	setembro-17	2	6+10	EX	0,00	0,20	Cascalho laterítico silteoso vermelho



ETPO Empresa tocantinense de projetos e obras Ltda.

	Obra:	<u>Loteamento Jardim Universitário</u>		
	Trecho:	<u>Paraiso - Io</u>		
	Sub-trecho:	<u>Rua 3A</u>		
	Estudo:	<u>Base</u>	Data:	<u>setembro-17</u>
	Estacas:	<u>1</u>	a	<u>6</u>

BOLETIM DE SONDAGEM

Registro Nº	Observações	Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação Expedida
					de	a	
238	setembro-17	1	2	LD	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltoso vermelho
239	setembro-17	2	5	EX	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltoso vermelho



ETPO Empresa tocantinense de projetos e obras Ltda.

	Obra:	<u>Loteamento Jardim Universitário</u>		
	Trecho:	<u>Paraiso - Io</u>		
	Sub-trecho:	<u>Av. B</u>		
	Estudo:	<u>Base</u>	Data:	<u>outubro-17</u>
	Estacas:	<u>31+10</u>	a	<u>61</u>

BOLETIM DE SONDAGEM

Registro Nº	Observações	Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação Expedida
					de	a	
240	outubro-17	1	34	LE	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltoso vermelho
241	outubro-17	2	39	EX	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltoso vermelho
242	outubro-17	3	44	LD	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltoso vermelho
243	outubro-17	4	49	EX	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltoso vermelho
244	outubro-17	5	54	LE	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltoso vermelho
245	outubro-17	6	59	EX	0,00	0,20	Cascalho laterítico siltoso vermelho

3.3 – RR-2C

CONTROLE DE MATERIAIS BETUMNOSOS			
Interessado: AIRES E VASCONCELOS EMP. IMOB.			
Obra:	Pav. Urbana	Trecho: Loteamento Jardim Universitario	Aplicação: TSD
Fornecedor:	Greca Distribuidora de Asfaltos S/A	Placa do Veiculo: AZA-2456	Data: 19/10/2017
Material:	RR-2C	Nota fiscal n°: 58156	Laboratorista: Fabio da Silva França
VISCOSIDADE SAYBOLT FUROL		ESPECIFICAÇÃO	
1.ª Determinação:	249	100 a 400	
2.ª Determinação:	249		
Média:	249		
RESIDUO		ESPECIFICAÇÃO	
Tara do Recipiente (P1)	704,6	704,6	Mínimo 67,0 %
Emulsão gr.	101,0	101,0	
Tara + Emulsão (P2)	805,6	805,6	
Tara + Resíduo (P3)	772,5	772,5	
Diferença gr. Resíduo $\frac{P3 - P1}{P2 - P1} \times 100$	67,8	67,8	
Média	67,1	67,1	
PENEIRAMENTO		ESPECIFICAÇÃO	
Peso da Emulsão (P1)	100,6	100,6	Máximo 0,10 %
Peso da Pen + vidro = Becker (P2)	290,4	290,4	
Peso da Pen + vidro = Becker = Emulsão	290,4	290,4	
Betume (P3)	0,1	0,1	
% Retida = $\frac{P3 - P2 \times 100}{P1}$	0,1	0,1	
Média	0,1	0,08	

- Imprimação



Fabio da Silva Franca

Laboratorista responsável

Obra: Loteamento Jardim Universitario

Trecho: Paraiso - 30

trecho: _____ Mês: out/17

Estaca ou Km. Inicial	Estaca ou Km. Final	Serviço Posição	Imprimação Rua ou Avenida	CONTROLE DE TAXAS				Material		CM-30		Média lt/m ²	Camada	Data
				Bandeja		Peso		Taxa lt/m ²	°C					
				Área	Taxa g	Bruto g	Líquido g							
1	15+14	BD	Av. Marginal	0,0575	1,321	1,381	0,060	1,04	25	1,03		outubro-17		
1	15+14	BE	Transbrasiliana	0,0575	1,381	1,440	0,059	1,03						
1	4+1	BD	Rua 1	0,0575	1,315	1,375	0,060	1,04	25	1,06		outubro-17		
1	4+1	BE		0,0575	1,375	1,437	0,062	1,08						
1	15+9	BD	Rua 2	0,0575	1,321	1,380	0,059	1,03	25	1,02		outubro-17		
1	15+9	BE		0,0575	1,380	1,438	0,058	1,01						
1	7	BD	Rua 3	0,0575	1,330	1,389	0,059	1,03	25	1,04		outubro-17		
1	7	BE		0,0575	1,389	1,450	0,061	1,06						
1	6	BD	Rua 3A	0,0575	1,324	1,387	0,063	1,10	25	1,07		outubro-17		
1	6	BE		0,0575	1,387	1,447	0,060	1,04						
31+10	61	BD	Av. B	0,0575	1,325	1,383	0,058	1,01	25	1,04		outubro-17		
31+10	61	BE		0,0575	1,383	1,445	0,062	1,08						

CONTROLE DE TAXAS "CAPA SELANTE"

Estaca ou Km. Inicial	Estaca ou Km. Final	Posição	Rua ou Avenida	Bandeja		Peso		Taxa lt/m ²	°C	Média Kg/m ²	Camada	Data
				Área	Taxa	Bruto	Líquido					
1	15+14	BD	Av. Marginal	0,0575	1,330	1,390	0,060	1,04	1,03	3*	outubro-17	
1	15+14	BE	Transbrasiliana	0,0575	1,390	1,448	0,058	1,01				
1	4+1	BD	Rua 1	0,0575	1,328	1,388	0,060	1,04	1,03	3*	outubro-17	
1	4+1	BE		0,0575	1,388	1,447	0,059	1,03				
1	15+9	BD	Rua 2	0,0575	1,311	1,373	0,062	1,08	1,06	3*	outubro-17	
1	15+9	BE		0,0575	1,371	1,431	0,060	1,04				
1	7	BD	Rua 3	0,0575	1,325	1,383	0,058	1,01	1,02	3*	outubro-17	
1	7	BE		0,0575	1,383	1,442	0,059	1,03				
1	6	BD	Rua 3A	0,0575	1,330	1,388	0,058	1,01	1,00	3*	outubro-17	
1	6	BE		0,0575	1,388	1,445	0,057	0,99				
31+10	61	0	Av. B	0,0575	1,325	1,383	0,058	1,01	1,03	3*	outubro-17	
31+10	61	0		0,0575	1,383	1,443	0,060	1,04				



Fabio da Silva Franca

Laboratorista responsável

Otra: Lozamento Jardim Universitario

Trecho: Paraiso - m

Sub-trecho: 0

Seg.: out-17

Estaca ou Km.		Serviço	TSD	CONTROLE DE TAXAS				RR-2C		Medias lt/m ²	Camada	Data
Inicial	Final	Posição	Rua ou Avenida	Bandeja		Peso		Taxa lt/m ²	°C			
				Área	Taxa g.	Bruto g.	Líquido g.					
1	15+14	BD	Av. Marginal	0,0575	1,321	1,380	0,059	1,03	70	1,02	1*	outubro-17
1	15+14	BE	Transbrasiliana	0,0575	1,380	1,438	0,058	1,01				
1	15+14	BD	Av. Marginal	0,0575	1,327	1,384	0,057	0,99	70	1,02	2*	outubro-17
1	15+14	BE	Transbrasiliana	0,0575	1,384	1,444	0,060	1,04				
1	4+1	BD	Rua 1	0,0575	1,319	1,376	0,057	0,99	70	1,01	1*	outubro-17
1	4+1	BE		0,0575	1,376	1,435	0,059	1,03				
1	4+1	BD	Rua 1	0,0575	1,322	1,380	0,058	1,01	70	1,01	2*	outubro-17
1	4+1	BE		0,0575	1,380	1,438	0,058	1,01				
1	15+9	BD	Rua 2	0,0575	1,310	1,370	0,060	1,04	70	1,03	1*	outubro-17
1	15+9	BE		0,0575	1,370	1,428	0,058	1,01				
1	15+9	BD	Rua 2	0,0575	1,313	1,371	0,058	1,01	70	1,02	2*	outubro-17
1	15+9	BE		0,0575	1,371	1,430	0,059	1,03				
1	7	BD	Rua 3	0,0575	1,319	1,378	0,059	1,03	70	1,02	1*	outubro-17
1	7	BE		0,0575	1,378	1,436	0,058	1,01				
1	7	BD	Rua 3	0,0575	1,322	1,380	0,058	1,01	70	1,01	2*	outubro-17
1	7	BE		0,0575	1,380	1,438	0,058	1,01				
1	6	BD	Rua 3A	0,0575	1,320	1,378	0,058	1,01	70	1,01	1*	outubro-17
1	6	BE		0,0575	1,378	1,436	0,058	1,01				
1	6	BD	Rua 3A	0,0575	1,324	1,383	0,059	1,03	70	1,01	2*	outubro-17
1	6	BE		0,0575	1,383	1,440	0,057	0,99				
31+10	61	BD	Av. B	0,0575	1,318	1,375	0,057	0,99	70	1,00	1*	outubro-17
31+10	61	BE		0,0575	1,375	1,433	0,058	1,01				
31+10	61	BD	Av. B	0,0575	1,323	1,382	0,059	1,03	70	1,02	2*	outubro-17
31+10	61	BE		0,0575	1,382	1,440	0,058	1,01				

CONTROLE DE TAXAS DOS AGREGADOS

Estaca ou Km.		Posição	Rua ou Avenida	Bandeja		Peso		Taxa lt/m ²	°C	Medias Kg/m ²	Camada	Data
Inicial	Final			Área	Taxa	Bruto	Líquido					
1	15+14	BD	Av. Marginal	0,0880	1,860	3,695	1,835	20,85		21,00	Brita 1	outubro-17
1	15+14	BE	Transbrasiliana	0,0880	1,860	3,721	1,861	21,15				
1	15+14	BD	Av. Marginal	0,0880	1,860	2,731	0,871	9,90		10,33	Brita 0	outubro-17
1	15+14	BE	Transbrasiliana	0,0880	1,860	2,807	0,947	10,76				
1	4+1	BD	Rua 1	0,0880	1,860	3,694	1,834	20,84		20,98	Brita 1	outubro-17
1	4+1	BE		0,0880	1,860	3,719	1,859	21,13				
1	4+1	BD	Rua 1	0,0880	1,860	2,806	0,946	10,75		10,60	Brita 0	outubro-17
1	4+1	BE		0,0880	1,860	2,780	0,920	10,45				
1	15+9	BD	Rua 2	0,0880	1,860	3,645	1,785	20,28		19,97	Brita 1	outubro-17
1	15+9	BE		0,0880	1,860	3,590	1,730	19,66				
1	15+9	BD	Rua 2	0,0880	1,860	2,722	0,862	9,80		10,38	Brita 0	outubro-17
1	15+9	BE		0,0880	1,860	2,824	0,964	10,95				
1	7	BD	Rua 3	0,0880	1,860	3,701	1,841	20,92		20,80	Brita 1	outubro-17
1	7	BE		0,0880	1,860	3,680	1,820	20,68				
1	7	BD	Rua 3	0,0880	1,860	2,831	0,971	11,03		10,84	Brita 0	outubro-17
1	7	BE		0,0880	1,860	2,797	0,937	10,65				
1	6	BD	Rua 3A	0,0880	1,860	3,685	1,825	20,74		20,91	Brita 1	outubro-17
1	6	BE		0,0880	1,860	3,716	1,856	21,09				
1	6	BD	Rua 3A	0,0880	1,860	2,781	0,921	10,47		10,59	Brita 0	outubro-17
1	6	BE		0,0880	1,860	2,802	0,942	10,70				
31+10	61	BD	Av. B	0,0880	1,860	3,700	1,840	20,91		20,86	Brita 1	outubro-17
31+10	61	BE		0,0880	1,860	3,692	1,832	20,82				
31+10	61	BD	Av. B	0,0880	1,860	2,804	0,944	10,73		10,60	Brita 0	outubro-17
31+10	61	BE		0,0880	1,860	2,781	0,921	10,47				

