

FACULDADE EVANGÉLICA DE JARAGUÁ

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GERALDO DE CAMPOS NETO

GYLMAR ARAÚJO SILVA NETO

**ANÁLISE DA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO COM
TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO NA CIDADE DE ITAGUARU-GO**

GERALDO DE CAMPOS NETO
GYLMAR ARAÚJO SILVA NETO

**ANÁLISE DA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO COM
TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO NA CIDADE DE ITAGUARU-GO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado à banca examinadora do curso de
Engenharia Civil da Faculdade Evangélica de
Jaraguá, como requisito para a obtenção do título
de Engenheiro Civil.

Orientador(a):

Prof.(a) Aurélio Caetano Feliciano

GERALDO DE CAMPOS NETO
GYLMAR ARAÚJO SILVA NETO

**ANÁLISE DA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO COM
TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO NA CIDADE DE ITAGUARU-GO**

Trabalho de Conclusão de Curso DEFENDIDO e APROVADO em ____ de _____ de
201__, pela Banca Examinadora do Curso de Engenharia Civil, constituída pelos membros:

Prof. Esp. Aurélio Caetano Feliciano
- Orientador -

Prof. Me. Joaquim Orlando Parada
- Examinador –

Prof. Me. Luana de Lima Lopes
- Examinadora –

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	5
1 INTRODUÇÃO	5
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	7
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	13
5 REFERÊNCIAS	14

ANÁLISE DA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO COM TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO NA CIDADE DE ITAGUARU-GO

CAMPOS NETO, Geraldo de¹
SILVA NETO, Gylmar Araújo²
FELICIANO, Aurélio Caetano³

RESUMO

Em busca de comodidade e bem-estar dos moradores, tem-se a necessidade de pavimentar vias municipais, neste caso, o Tratamento Superficial Duplo (TSD) cumpre precisamente este objetivo. Constituído por duas aplicações de ligante asfáltico cobertas por agregados minerais, trata-se de um revestimento asfáltico pouco espesso e flexível, resultando em uma rápida execução, baixo custo e pouco consumo de materiais. Foi realizado o acompanhamento e análise de todas as etapas do processo de execução do revestimento asfáltico com Tratamento Superficial Duplo ocorrido na cidade de Itaguaru-GO, especificadamente, no setor Raio de Sol, perfazendo uma área total de revestimento de 4.441,98 m² distribuídos em cinco ruas deste mesmo setor. Foi adicionado ao TSD, a capa selante, cujo método construtivo assemelha-se ao Tratamento Superficial Triplo (TST), que por sua vez, recebe três camadas de agregados minerais e três aplicações de ligante asfáltico. Esta análise pôde comprovar que o processo de execução se dá pelo aspecto visual.

Palavras-chave: Pavimentação; Tratamento Superficial Duplo; Revestimento Asfáltico.

ANALYSIS OF THE EXECUTION OF ASFALIC COATING WITH DOUBLE SURFACE TREATMENT IN THE CITY OF ITAGUARU-GO

ABSTRACT

In the search for comfort and well-being of the residents, there is a need to pave municipal roads, in this case Double Surface Treatment (DST) precisely fulfills this objective. Composed of two applications of asphalt bonding covered by mineral aggregates, it is a slightly thick and flexible asphalt coating, resulting in fast execution, low cost and low material consumption. It was carried out the monitoring and analysis of all stages of the process of execution of asphalt coating with Double Surface Treatment occurred in the city of Itaguaru-GO, specifically, in the Ray Sun sector, covering a total area of 4,441.98 m² distributed in five streets of this same sector. It was added to the DST, the sealant layer, whose constructive method resembles the Triple Surface Treatment (TST), which in turn receives three layers of mineral aggregates and three asphalt binder applications. This analysis could prove that the execution process is by the visual aspect.

Keywords: Paving; Double Surface Treatment; Asphalt Coating.

¹Acadêmico do curso de Engenharia Civil - Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: geraldoneto0507@hotmail.com

²Acadêmico do curso de Engenharia Civil - Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: gylmarnetto@gmail.com

³Professor, Especialista, orientador do curso de Engenharia Civil – Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: aureliocfeng@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Os pavimentos são estruturas formadas por camadas múltiplas, onde o revestimento é a camada que tem por função receber a carga dos veículos e mais diretamente a ação climática. (PEREIRA, 2013). Essa camada deve ser impermeável e capaz de resistir aos esforços solicitantes gerados pelo tráfego ao longo das camadas do pavimento que variam de acordo com a velocidade, tamanho e cargas dos veículos. De uma forma geral, os pavimentos são classificados em rígidos e flexíveis.

Pereira (2013). Os pavimentos rígidos são compostos por uma camada superficial de concreto de cimento Portland, construída sobre uma camada de material granular ou de material estabilizado com cimento (chamada sub-base), assentada sobre o subleito ou sobre um reforço do subleito, quando necessário. É aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado, como pavimentos constituídos por lajes de concreto de cimento Portland. (DNIT, 2006).

Segundo o Manual de Pavimentação desenvolvido pelo DNIT (2006), pavimento flexível é aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas.

Conforme Bernucci, *et al.* (2008), o serviço executado deve garantir requisitos de impermeabilidade, flexibilidade, estabilidade, durabilidade, resistência à derrapagem, resistência à fadiga e ao trincamento térmico de acordo com o clima e o tráfego previstos para o local.

O material de revestimento que é preparado no local onde será implantado a malha rodoviária é denominado tratamento superficial. Cujas principais funções são, segundo Bernucci, *et al.* (2008): Proporcionar uma camada de rolamento de pequena espessura, porém, de alta resistência ao desgaste; impermeabilizar e proteger a infraestrutura do pavimento; proporcionar um revestimento antiderrapante; proporcionar um revestimento de alta flexibilidade que possa acompanhar deformações relativamente grandes da infraestrutura.

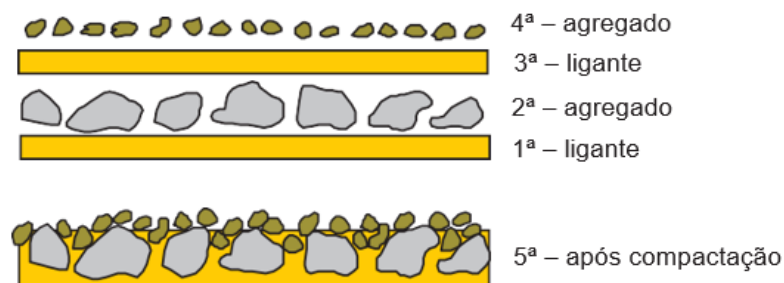
Estes tratamentos superficiais podem ser de caráter simples, duplo ou triplo, variando conforme o número de camadas de ligantes e agregados, que, em geral, a primeira camada é constituída de agregados maiores que diminuem à medida que são executadas novas camadas.

O Tratamento Superficial Simples (TSS) consiste de uma única aplicação de ligante asfáltico imediatamente coberto por uma camada simples de agregado de tamanho uniforme. O

ligante penetra nos vazios entre os agregados de baixo para cima, caracterizando a chamada penetração invertida. (PEREIRA, 2013).

Tratamento Superficial Duplo (TSD), cuja norma que regulamenta este tipo de revestimento é a Norma DNIT 147/2012, define o TSD como um revestimento do pavimento constituída por duas aplicações de ligante asfáltico, cada uma coberta por camada de agregado mineral e submetida à compressão. Se trata de um revestimento asfáltico de rápida execução, baixo custo e pouco consumo de materiais, cuja aplicação vai desde o tráfego leve em cidades e rodovias até o trânsito pesado e de alta velocidade, tendo como produto final um revestimento pouco espesso e flexível. A Figura 1 ilustra a execução deste procedimento.

Figura 1 – Execução do Tratamento Superficial Duplo



Fonte: (Nascimento, 2004)

Já o Tratamento Superficial Triplo (TST) consiste em três aplicações de ligante asfáltico, coberto por três camadas de agregado, cuja compactação se dá após cada camada de agregado.

Esses revestimentos são executados após os serviços de terraplanagem serem finalizados, sendo ela formada por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito, quando necessário. O material ligante utilizado no presente trabalho é uma Emulsão Asfáltica do tipo RR-2C que possui uma Ruptura Rápida (fase em que a emulsão deixa de ser solúvel), bem como pedras britadas de denominação brita tamanho 1, tamanho 0 e areia artificial (pó de pedra).

O presente trabalho tem como objetivo realizar o acompanhamento e análise de todas as etapas do processo de execução do Tratamento Superficial Duplo na cidade de Itaguaru-GO, afim de se compreender todos os materiais e métodos empregados neste processo, desde o tratamento da terraplanagem, imprimação dos materiais e lançamento dos agregados até a finalização e entrega do pavimento asfáltico.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O acompanhamento e análise de execução se deu na cidade de Itaguaru - GO, a cerca de 30 km da cidade de Jaraguá e 122 km da capital, Goiânia. A delimitação das vias para a execução do serviço de pavimentação foi no setor Raio de Sol, perfazendo uma área total de 4.441,98 m² de revestimento asfáltico com Tratamento Superficial Duplo distribuídos entre 5 (cinco) ruas deste setor, cujas vias são todas de 6 (seis) metros de largura, especificadas no Anexo B.

De acordo com o Item 1.1 a Item 1.3 do Apêndice A, foi descartado a necessidade de remoção de camadas vegetais, bem como execução de aterros e remoção de terra. Tratando-se apenas da camada superficial existente, conforme o Item 1.4 deste mesmo Apêndice, que para isso, executa-se as seguintes operações: Escarificação com motoniveladora; Homogeneização dos materiais secos e controle de umidade; Compactação do solo; Acabamento final (Item 1.5, Apêndice A).

Após todos os serviços, indispensáveis, de terraplanagem, descritos acima, com o caminhão espargidor, executa-se o Item 2 do Apêndice A, referente a aplicação de um impermeabilizante tipo CM-30. Para uma correta aplicação desse impermeabilizante é imprescindível a execução dos Itens 2.1 e 2.2 deste Apêndice.

Os Itens 2.3 e 3.2 são de suma importância para que se obtenha uma aplicação uniforme do produto na via, mantendo, sempre, a trabalhabilidade do material.

A execução da impermeabilização é um processo rápido e prático, para tanto, tem-se no Item 2.4 do Apêndice A.

Figura 2 – Início da aplicação do CM-30 na via



Fonte: Autor próprio

Figura 3 – Resultado da via após a aplicação do CM-30



Fonte: Autor próprio

Aguardou-se a penetração do material impermeabilizante no solo, descrito no Item 3.1 do Apêndice A, contados a partir do início da sua aplicação. Após o tempo de cura ser alcançado, foi iniciado a etapa de imprimação do material que irá realizar a ligação entre as camadas de base e as camadas asfálticas a serem sobrepostas. Esse material é uma Emulsão Asfáltica do tipo RR-2C que possui uma Ruptura Rápida.

Figura 4 – Resultado da imprimação do RR-2C



Fonte: Autor próprio

O lançamento dos agregados na via se dá por meio de um implemento denominado *Spread* acoplado a um caminhão basculante, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Lançamento do agregado com *Spread*



Fonte: Autor próprio

Iniciou-se, então, o Item 3.4 do Apêndice A, realizada com a brita de tamanho 1 que, segundo o Ministério de Minas e Energia, possui dimensão de 9,5 a 19 mm. Posteriormente, executa-se o Item 3.5 deste mesmo Apêndice, para a recepção da nova camada de agregado mineral, brita de tamanho 0, também denominada pedrisco, possui dimensão de 4,8 a 9,5 mm.

Após o lançamento de cada camada de agregados, sobre o material ligante, executa-se o Item 3.9 deste mesmo Apêndice.

Figura 6 – Lançamento da segunda camada de agregados



Fonte: Autor próprio

É possível observar, na Figura 6, que em uma das faixas da via (lado esquerdo) o serviço de lançamento do agregado já foi realizado e que está sendo executado o Item 3.6 do mesmo Apêndice, referente a segunda etapa de lançamento de agregados no restante da via.

Imagem 7 – Caminhão espargidor imprimando a última camada de RR-2C



Fonte: Autor próprio

Com o caminhão espargidor, lança-se uma terceira e última camada de material ligante (RR-2C) para a partir deste, realizar o Item 3.8 do Apêndice A, finalizando, assim, toda a etapa construtiva do Tratamento Superficial Duplo com Capa Selante.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por se tratar de uma obra de pavimentação em um local que possui residências unifamiliares e vias de tráfego não pavimentadas, foi descartado a necessidade de remoção de camadas vegetais, bem como execução de aterros e remoção de terra.

Sendo tratada apenas a camada superficial existente, que corresponde a execução da regularização do subleito, portanto, as seguintes operações foram executadas:

- Escarificação com motoniveladora, ou seja, rompimento do solo através da penetração de hastes mecânicas seguido de espalhamentos dos materiais;
- Homogeneização dos materiais secos e controle de umidade, realizados por caminhão “pipa” e trator de pneus com grade de disco;
- Compactação do solo efetuada com rolo compactador pé de carneiro, que possui degraus em sua superfície garantido uma compactação precisa e eficiente;
- Acabamento final ou conformação geométrica da camada granular também executado pela motoniveladora, cuja finalidade principal é nivelar e regularizar a via a ser pavimentada.

Após a realização dos processos descritos acima, com o caminhão espargidor, foi iniciado a etapa de impermeabilização do solo tratado, referente a imprimação, ou seja, aplicação de um impermeabilizante do tipo CM-30, onde o mesmo se trata de um Asfalto Diluído de Cura Média cuja aplicação se dá diretamente ao solo.

Para uma correta aplicação do impermeabilizante foi necessário executar a varredura da superfície e a marcação dos limites da superfície a ser imprimada, eliminando, assim, todo o material solto existente sobre a via e também manter a constância quanto a largura da pista, respectivamente.

Conferir a temperatura tanto do CM-30 (até 45 °C) quanto do RR-2C (entre 50 °C e 80 °C) antes da sua utilização foi extremamente necessário para obter uma aplicação uniforme do produto na via, mantendo, sempre, a trabalhabilidade dos materiais, impedindo uma provável obstrução da barra espargidora por viscosidade, desta forma, foi alcançada facilmente a taxa de imprimação delimitada no projeto.

A taxa de imprimação destes materiais foi de aproximadamente 1,2 a 1,5 l/m² controlados pelo tacômetro, que não passou de 15000 rotações por minuto (rpm), determinando, assim, a velocidade em que o caminhão espargidor transitou na via.

Este procedimento foi realizado em todas as vias num mesmo turno de trabalho, pois se trata de um processo rápido e prático, afim de evitar atrasos de execução de obra.

O lançamento ou distribuição dos agregados por espalhamento foi realizado através de um veículo acoplado à parte traseira de um caminhão basculante. Este veículo é chamado de *Spread*, que facilita e agiliza todo o procedimento de espalhamento do agregado, reduzindo drasticamente a necessidade de trabalho manual, que ocorre apenas quando deve-se realizar o acabamento dos cantos da via ou para espalhar o agregado mineral em locais onde, este, foi lançado em excesso.

Para a distribuição dos agregados com *Spread*, o caminhão basculante trafegou em marcha ré, sendo assim, o veículo passou por cima da camada de agregados que acabara de ser lançada, não removendo o material já imprimado.

Ao término de cada camada de agregado foi-se utilizado o rolo compressor liso sem vibração para compactação dos mesmos, objetivando a melhor penetração dos agregados no ligante asfáltico, eliminando os espaços vazios e homogeneizando as camadas.

Ao adicionar a capa selante ao tratamento superficial duplo, este, por definição, assemelha-se bastante ao tratamento superficial triplo (TST), dado que ambos possuem três camadas de ligação e três de agregados minerais. De acordo com Pereira (2013), o chamado tratamento superficial duplo (TSD) com capa selante, nada mais é do que um tipo de TST, segundo seu processo construtivo.

Porém, neste estudo, em questão, tratou-se apenas de uma camada protetiva adicional para o asfalto recém-concluído, que além de eliminar os vazios do pavimento, gerou uma superfície lisa, oferecendo também função estética.

Por fim, o processo construtivo encerrou-se posteriormente ao término de toda aplicação da Capa Selante sobre a terceira camada de RR-2C, preenchendo todos os vazios existentes deixados pela camada anterior (brita 0), dando, assim, um melhor acabamento na superfície, aumentando, significativamente, a trafegabilidade da pista.

O Anexo A – Memorial Descritivo Adaptado, define Capa Selante como uma camada de agregado miúdo (areia natural ou areia artificial – pó-de-pedra) uniformemente distribuído sobre um banho de ligante betuminoso diluído, objetivando a selagem da superfície revestida, constituindo-se numa terceira camada do tratamento superficial.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por definição, ao adicionar a capa selante ao tratamento superficial duplo, este, se torna como parâmetro de comparação ao Tratamento Superficial Triplo. Porém, apesar da semelhança entre os dois, o TSD com Capa Selante em questão, não se enquadra neste aspecto sendo referido apenas como uma camada protetiva adicional para o asfalto recém-concluído, objetivando a selagem da superfície revestida, constituindo-se numa terceira camada do tratamento superficial, conforme descrito no Anexo A.

Contudo, observa-se que apesar de todos os procedimentos serem devidamente prescritos quanto ao método de execução, constata-se que os meios executados, na prática, são através do real profissionalismo e bom senso por parte de quem está executando os serviços de pavimentação, pois a comprovação de valores técnicos, neste meio, é de extrema dificuldade, como: controle de umidade, quantidade de repetições necessárias para a perfeita compactação do solo, taxa de aplicação de Asfalto Diluído de Cura Média e Emulsão Asfáltica de Ruptura Rápida em l/m². Sendo estes determinados, apenas, em aspecto visual, porém executados de forma a alcançar e se aproximar o máximo possível do que está determinado no projeto.

5 REFERÊNCIAS

DEBONI, Olindo. **Revestimento asfáltico com tratamento superficial duplo: adesividade entre os ligantes estudados e o agregado de basalto.** Porto Alegre, 2016. 99 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PEREIRA, Synardo Leonardo de Oliveira. **Avaliação dos tratamentos superficiais simples, duplo e triplo de rodovias através do emprego de diferentes agregados da região metropolitana de fortaleza.** Fortaleza-CE, 2013. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Transportes) – Universidade Federal do Ceará.

BERNUCCI, Leidi Bariani. et al. **Pavimentação Asfáltica, formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro. 2008.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES (DNIT). **NORMA DNIT 147/2012 Pavimentação asfáltica – Tratamento Superficial Duplo – Especificação do serviço.** Rio de Janeiro, p. 10. 2012.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Pavimentação.** Rio de Janeiro. 2006.

APÊNDICE A

CHECK-LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA OBRA		
1	TERRAPLANAGEM	Sim	Não
1.1	Fez-se necessário a escavação e remoção de terra?		X
1.2	Houve execução de aterros?		X
1.3	Foi necessário a remoção de camada vegetal?		X
1.4	Executou-se a regularização do subleito?	X	
1.5	Houve a conformação geométrica da camada granular?	X	
2	IMPERMEABILIZAÇÃO	Sim	Não
2.1	Varredura da superfície	X	
2.2	Marcação dos limites da superfície a ser imprimada?	X	
2.3	Conferir a temperatura do CM-30 antes da sua utilização?	X	
2.4	Todas as vias foram imprimadas em um mesmo turno de trabalho?	X	
2.5	Foi executado conforme projeto?	X	
3	APLICAÇÃO DA EMULSÃO ASFÁLTICA E LANÇAMENTO DOS AGREGADOS	Sim	Não
3.1	Espera de 72 horas para cura do impermeabilizante	X	
3.2	Conferir a temperatura do RR-2C antes da sua utilização	X	
3.3	Aplicação da primeira camada do ligante tipo RR-2C	X	
3.4	Lançamento da primeira camada de agregado com brita 1	X	
3.5	Aplicação da segunda camada do ligante tipo RR-2C	X	
3.6	Lançamento da segunda camada de agregado com brita 0	X	
3.7	Aplicação da terceira e última camada do ligante tipo RR-2C	X	
3.8	Execução da capa selante utilizando areia artificial (pó de pedra)	X	
3.9	Todas as camadas de agregados foram submetidas à compressão?	X	

Anexo A – Memorial Descritivo Adaptado

1.4.4 – Revestimento – Tratamento Superficial Duplo com Capa Selante

1.4.4.1 – Conceitos Básicos

1.4.4.1.1 – *Tratamento Superficial Simples - (TSS)* é um revestimento asfáltico sobre uma base imprimada constituindo essencialmente pela sobreposição de uma camada de agregado uniformemente distribuído sobre um banho de ligante asfáltico espargido. O envolvimento parcial do agregado pelo ligante betuminoso processa-se por penetração invertida, originada pela ascensão do ligante sob a ação de enérgica compressão.

1.4.4.1.2 – *Tratamento Superficial Duplo – (TSD)* pode ser visto como um Tratamento Superficial Simples – TSS de agregado D1/d1 coberto com outro Tratamento Superficial Simples – TSS de agregado D2/d2, onde D1 e D2 são os diâmetros máximos e d1 e d2 são os diâmetros mínimos das duas faixas granulométricas de agregados que o compõe.

1.4.4.1.3 – *Capa Selante* é uma camada de agregado miúdo (areia natural ou areia artificial – pó-de-pedra) uniformemente distribuído sobre um banho de ligante betuminoso diluído, objetivando a selagem da superfície revestida, constituindo-se numa terceira camada do tratamento superficial.

Nota: Para a execução do Tratamento Superficial, a base deve apresentar a necessária resistência à penetração das partículas de agregado, e uma superfície asfáltica (imprimada ou com pintura de ligação) sem falhas e bem limpa.

Anexo B – Planta de situação e locação das ruas com coordenadas geográficas

