

**ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS  
ACADEMIA REAL MILITAR (1810)**

**JORGE ROBERTO ALEGRIA JUNIOR**

**MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO: UM ESTUDO SOBRE O IMPACTO  
ECONÔMICO E AMBIENTAL NAS OBRAS EXECUTADAS PELO 1ºBFV NO ANO  
DE 2017.**

**Resende**

**2018**

**JORGE ROBERTO ALEGRIA JUNIOR**

**MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO: UM ESTUDO SOBRE O IMPACTO  
ECONÔMICO E AMBIENTAL NAS OBRAS EXECUTADAS PELO 1ºBFV NO ANO  
DE 2017.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Academia Militar das  
Agulhas Negras como parte dos  
requisitos à Conclusão do Curso de  
Bacharel em Ciências Militares, sob a  
orientação do Cap Eng Rubens Bitan  
da Costa Silva.

**Resende**

**2018**

**JORGE ROBERTO ALEGRIA JUNIOR**

**MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO: UM ESTUDO SOBRE O IMPACTO  
ECONÔMICO E AMBIENTAL NAS OBRAS EXECUTADAS PELO 1ºBFV NO ANO  
DE 2017.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Academia Militar das Agulhas Negras como parte dos requisitos à Conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Militares, sob a orientação do Cap Eng Rubens Bitan da Costa Silva.

**COMISSÃO AVALIADORA**

---

**Cap Eng Rubens Bitan da Costa Silva - Orientador**

**Resende**

**2018**

Dedico este trabalho a Deus e aos meus pais, que tanto me ajudaram nesta longa caminhada a fim de concluir mais essa etapa da minha formação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por sempre estar presente em minha vida, auxiliando-me em todas as dificuldades que me foram impostas durante a realização deste trabalho. E por Ele sempre ter me dado força para concluir etapas importantes para a minha formação.

Agradeço a minha família por sempre ter acreditado no meu potencial. Ao meu pai, que me mostrou o exemplo a ser seguido e sempre me apoiou em todas as minhas decisões. A minha mãe, que, com sua determinação, ensinou-me a correr atrás de meus sonhos e não desistir jamais.

Agradeço também à minha namorada que sempre esteve presente, dando-me força e coragem para enfrentar os desafios da vida. Sempre acreditou em mim e entendeu todos os momentos que tive que me dedicar a este trabalho.

Agradeço muito ao meu orientador por ter me ajudado a realizar este trabalho e por ter aumentado meu conhecimento sobre áreas da Engenharia de Construção.

## RESUMO

JUNIOR, Jorge Roberto Alegria. **Microrrevestimento asfáltico**: Um estudo sobre o impacto econômico e ambiental nas obras executadas pelo 1ºBFv no ano de 2017. Resende: AMAN, 2018. Monografia.

A presente pesquisa abordou o tema microrrevestimento asfáltico: um estudo sobre o impacto econômico e ambiental nas obras executadas pelo 1ºBFv no ano de 2017, tendo como objetivo central, realizar uma análise entre o uso do microrrevestimento asfáltico, utilizado na obra em Vacaria-RS e o uso do Concreto Betuminoso Usinado a quente (CBUq), utilizado na obra em São Joaquim-SC. A pesquisa foi desenvolvida, utilizando-se da metodologia bibliográfica. Abordou-se a teoria sobre os assuntos mencionados acima, destacando-se as principais vantagens de cada processo em relação ao meio ambiente, a economicidade e a rapidez da execução dos serviços. Além disso, alguns dados referentes às obras foram obtidos junto a militares do Batalhão Ferroviário. Fato este que deu maior embasamento técnico e enriqueceu em muito a pesquisa em questão, podendo-se constatar as aplicações de cada obra em situação real.

Palavras-chave: **Microrrevestimento asfáltico. CBUq. Obras.**

## ABSTRACT

JUNIOR, Jorge Roberto Alegria. Asphalt micro-coating: A study on the economic and environmental impact in the works executed by the 1st BFv in the year 2017. Resende: AMAN, 2018. Monograph.

The present research focused on the micro - asphalt theme: a study on the economic and environmental impact in the works executed by the 1st BFv in 2017, with the main objective of analyzing the use of asphalt micro - RS and the use of Hot-Rolled Bituminous Concrete (CBUq), used in the work in São Joaquim, SC. The research was developed, using the bibliographic methodology. The theory was discussed on the subjects mentioned above, highlighting the main advantages of each process in relation to the environment, the economy and the speed of the execution of the services. In addition, some data concerning the works were obtained from the military of the Railway Battalion. This fact gave more technical background and greatly enriched the research in question, being able to verify the applications of each work in real situation.

Key words: **Asphalt micro-coating. CBUq. Construction.**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Trecho executado pelo 10º BEC.....	15
Figura 2	Localização das praças de pedágio no trecho.....	15
Figura 3	Visão geral do trecho antes e depois da recuperação.....	17
Figura 4	Camadas que compõe o pavimento.....	18
Figura 5	Demarcação topográfica da área de aplicação.....	21
Figura 6	Compressor de ar.....	21
Figura 7	Vassoura Mecânica.....	22
Figura 8	Aplicação do material Betuminoso.....	22
Figura 9	Aplicação do material Betuminoso com espargidor.....	23
Figura 10	Aferição da temperatura do material betuminoso antes do espalhamento.....	23
Figura 11	Descarga do material asfáltico na pavimentadora.....	24
Figura 12	Lançamento de CBUQ no trecho que recebeu pintura de ligação.....	24
Figura 13	Localização da obra- Vacaria RS.....	26
Figura 14	Organograma da obra.....	27
Figura 15	Localização da Obra de São Joaquim.....	28
Figura 16	Fases da obra de São Joaquim.....	29
Figura 17	Divisão das turmas de trabalho de São Joaquim.....	29
Quadro 1	Principais Diferenças entre as técnicas de Lama Asfáltica e MRFA....	14
Quadro 2	Divisão das equipes de trabalho Vacaria –RS.....	26
Quadro 3	Disponibilidades dos equipamentos de Vacaria- RS.....	27



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MRAF.....	Microrrevestimento asfáltico a frio
DOC.....	Departamento de obras e Construção
CBUq.....	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CAP.....	Cimento Asfáltico de Petróleo
1º BFv.....	Primeiro Batalhão Ferroviário
DNIT.....	Departamento de Infraestrutura e transporte

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Revisão da literatura e antecedentes do problema .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Referencial metodológico e procedimentos .....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Conceito .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b>Procedimentos a serem adotados antes da aplicação do MRAF.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Vantagens da aplicação do MRAF nas obras .....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUq) .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1</b>	<b>Conceito .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2</b>	<b>Aplicação do Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUq).....</b>	<b>19</b>
<b>4.3</b>	<b>Sequência para o lançamento do CBUq.....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>COMPARAÇÃO ENTRE OBRAS REALIZADAS PELO 1ºBFv.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1</b>	<b>Vacaria-RS.....</b>	<b>25</b>
<b>5.2</b>	<b>São Joaquim- SC.....</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIA.....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Dentro do contexto atual do nosso país, no que diz respeito à otimização dos recursos materiais e financeiros, bem como no que tange ao desenvolvimento sustentável, tornou-se cada vez mais imperativo, o processo decisório dos melhores métodos a serem utilizados pela Engenharia de Construção.

Com base neste preceito, o microrrevestimento asfáltico a frio (MRAF) tem sido cada vez mais utilizado devido ao fato de que este processo tem um baixo custo de produção e também pela maior rapidez na execução das obras.

Segundo CERATTI e Martins (2009, p. 17):

“Os bons resultados de desempenho obtidos com o emprego do MRFA ao longo das últimas décadas têm impulsionado sua utilização em programas de manutenção da rede pública e privada de rodovias, visando adequar as condições técnicas de superfície do pavimento ao rápido crescimento de volume de veículos do país (cerca de 13% ao ano)”

Segundo o Departamento de Obras e Construção (DOC), define-se o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUq) como sendo:

(...) é uma mistura normalmente composta de agregado miúdo (areia), agregado graúdo (brita), material de enchimento (Filler-cimento ou pó calcário) e ligante (CAP - Cimento Asfáltico de Petróleo), obtido da destilação fracionada do petróleo. A mistura dos agregados com o ligante é realizada à quente em uma usina de asfalto e transportada, até o local de sua aplicação, por caminhões basculante especialmente equipados onde é lançado por equipamento adequado chamado de vibroacabadora. Após seu lançamento, a mistura é compactada por rolos compactadores até atingir a densidade especificada em projeto.

A pesquisa, portanto, buscou tratar das vantagens oferecidas pelo Microrrevestimento Asfáltico a frio em relação à utilização do Concreto Betuminoso Usinado a quente para a recuperação e conservação das rodovias do nosso imenso território.

Dessa forma, o foco da pesquisa ficou delimitado ao levantamento de dados bibliográficos sobre as situações das obras realizadas pelo 1º BFv no ano de 2017, buscando dados com militares que foram os responsáveis pela obra em Vacaria-RS e a obra realizada em São Joaquim-SC.

Os objetivos do trabalho foram: analisar a aplicação de microrrevestimento asfáltico a frio, buscando aferir as suas principais vantagens, e o uso de CBUQ na execução das obras realizadas pelo 1ºBFv.

Com base no exposto acima, o trabalho estruturar-se-á da seguinte maneira:

O primeiro capítulo abordou a utilização do microrrevestimento asfáltico a frio nas obras realizadas em Vacaria-RS.

O segundo capítulo abordou a aplicação de CBUq nas obras realizadas em São Joaquim-SC.

O terceiro, e último capítulo, apresentou a conclusão sobre a análise dos capítulos anteriores, levando-se em consideração a melhor alternativa de recuperação e conservação das rodovias em cada caso.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO**

A pesquisa foi formulada seguindo os aspectos de metodologia e de fundamentação teórica. A proposta da pesquisa é relativa à análise da presença do microrrevestimento asfáltico a frio e ressalta as suas vantagens e rapidez em relação a outros processos.

Tendo em vista a relativa facilidade em se obter os dados para a investigação nessa pesquisa e tendo como objetivo correlacionar os resultados das obras feitas pelo 1º Bfv, realizou-se uma pesquisa classificada quanto ao nível de aproveitamento de cada uma delas, bem como para o meio ambiente e sua sustentabilidade.

Quanto à coleta de dados, foi realizada a pesquisa bibliográfica e documental, obtendo assim os principais dados a serem analisados.

### **2.1 Revisões da literatura e antecedentes do problema**

A proposta da pesquisa é relativa à análise sobre os impactos econômicos e ambientais das obras de microrrevestimento asfáltico realizadas pelo 1ºBFV no ano de 2017, explicitando quando é mais viável econômica e ambientalmente a aplicação deste tipo de revestimento.

O estudo dos antecedentes se deu por meio da análise dos dados coletados junto ao 1ºBFV, com diversos relatórios que foram gerados nas obras realizadas por este batalhão naquele ano.

O método utilizado para a pesquisa foi o de revisão bibliográfica. Além disso, em relação à técnica utilizada pretendo coletar formulários e farei entrevista com militares que executaram as obras no batalhão, no ano de 2017. O enfoque será na produção do microrrevestimento asfáltico realizado pelo Batalhão Ferroviário.

## 2.2 Referencial metodológico e procedimentos

A principal situação será a análise entre o uso do microrrevestimento asfáltico, em quais casos a aplicação seria mais viável e também em quais casos seria necessário a aplicação de um asfalto realmente novo para o pavimento. Para isso, serão analisados diversos fatores em relação a cada um deles. A aplicação de um novo asfalto terá os seguintes gastos: o custo para a remoção do asfalto já existente no pavimento, acrescido da aplicação de um novo produto, a sua vida útil, e a questão ambiental. Em relação ao microrrevestimento asfáltico, também será analisado o custo para a sua aplicação, além da vida útil e da questão ambiental. Então, em quais casos seria viável o uso do microrrevestimento asfáltico? Em quais casos deveria fazer uso de um asfalto completamente novo? E em relação ao meio ambiente, qual dos processos traria menos danos?

Assim, utilizando esses dois conceitos, o objetivo do trabalho é comparar a aplicação desses dois métodos e verificar em quais casos o uso do microrrevestimento asfáltico trará maiores benefícios para o pavimento e terá uma vida útil alongada.

Parte-se da hipótese de que o microrrevestimento asfáltico só deverá ser utilizado em alguns casos. Em outros, esta tecnologia não será suficiente, pois não conseguirá atender às necessidades do problema que o asfalto apresenta. O MRFA será empregado em programas de manutenção corretiva ou para aumentar a vida útil dos pavimentos que não apresentam deficiência de natureza estrutural. Desse modo, temos os casos onde o seu uso será restrito. Como no pavimento em que possuir problemas estruturais, rodovias ou vias com buracos nos quais a falha da superfície já tenha ocorrido com muita intensidade e em placas (couro de jacaré).

Logo, a proposta da pesquisa é relativa à análise sobre os impactos econômicos e ambientais das obras de microrrevestimento asfáltico realizadas pelo 1ºBFV no ano de 2017, explicitando quando é mais viável econômica e ambientalmente a aplicação deste tipo de revestimento.

O estudo dos antecedentes se dará por meio da análise dos dados coletados junto ao 1ºBFV, com diversos relatórios que foram gerados nas obras realizadas por este batalhão no corrente ano.

O método utilizado para a pesquisa será o de revisão bibliográfica. Além disso, em relação a técnica utilizada foram dados coletados junto a militares que executaram as obras no batalhão no ano de 2017. O enfoque será na produção do microrrevestimento asfáltico realizadas pelo batalhão Ferroviário.

### 3 MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO

#### 3.1 Conceito

Para se entender o conceito de microrrevestimento asfáltico, é importante, antes de tudo, entender de onde surgiu.

Segundo CERATTI e MARTINS (2009), “o microrrevestimento asfáltico pode ser considerado uma evolução das lamas asfálticas. Embora tenha o mesmo princípio e concepções, emprega materiais, equipamentos e controles de alta qualidade”. O quadro abaixo representa as principais diferenças dessa evolução:

Quadro 1- Principais diferenças entre as técnicas de lama asfáltica e MRFA.

<b>Lama asfáltica convencional</b>	<b>MRFA</b>
Admitem agregados não britados.	Exigem agregados mais grossos 100% britados e de melhor qualidade.
Utiliza emulsão asfáltica de ruptura lenta	Utilizam emulsões asfáltica elastomérica e de ruptura controlada.
A cura depende das condições climáticas.	A cura é química e menos dependente das condições climáticas.
A abertura ao tráfego é lenta.	A liberação ao tráfego é controlada
Utilizada principalmente como camada selante e rejuvenescedora em vias de baixo e médio volume de tráfego.	Utilizado como camada antiderrapante e de regularização para qualquer categoria de tráfego.
Apresenta vida útil média de 3-5 anos.	Apresenta vida útil de 5-8 anos.
Exige um longo tempo de interdição da pista (mínimo de 4 horas)	Interdição mínima de tempo da rodovia (em média 1 hora)
Baixo rendimento na execução devido a condições climáticas.	Alto rendimento na execução.
Dependendo do substrato exigem aplicação de pintura de ligação.	Apresenta ótima adesão ao pavimento existente

Fonte: CERATTI, Jorge Augusto Perreira; MARTINS, Rafael Maçal de Reis; Manual de Microrrevestimento Asfáltico a frio-MRAF, 2011. p. 20.

Segundo CERATTI e MARTINS, define-se “o microrrevestimento asfáltico a frio como sendo composta por emulsão catiônica elastomérica e de ruptura controlada, agregados britados de alta qualidade, fíler mineral, água e, se necessário, aditivo químico para controle de ruptura de emulsão e fibras”.

A obra realizada pelo 1º BFV com o uso do microrrevestimento asfáltico a frio está localizada segundo a figura abaixo:

Figura 1 - trecho executado pelo 10º BEC



Fonte: imagem do software Google Eart

Figura 2 – localização das praças de pedágio no trecho



Fonte: imagem do software Google Earth.

### 3.2 Procedimentos a serem adotados antes da aplicação do MRAF

Para aplicação do Microrrevestimento asfáltico devem ser realizados alguns procedimentos em relação à preparação da superfície para receber o revestimento.

Segundo o Departamento de Estrada de Rodagem “A superfície deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais. Os defeitos eventualmente existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura”. Além disso, deve-se haver uma preocupação com a pintura de ligação. Sobre isso, o mesmo diz:

A pintura de ligação, preferencialmente, deve ser executada com emulsão modificada por polímero, sendo feita, obrigatoriamente, com a barra espargidora. Somente para correções localizadas ou locais de difícil acesso pode ser utilizada a caneta ou regador. Deve apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência quando da execução do microrrevestimento asfáltico a quente.(BRASIL,2006).

Para CERATTI e MARTINS, antes da aplicação propriamente dita do MRAF, alguns procedimentos devem ser realizados.

O primeiro deles seria a avaliação das condições estruturais e funcionais do pavimento, bem como o desgaste da superfície a ser tratada. Depois disso deverá ser feita a limpeza da superfície com vassoura mecânica e/ou jato de ar comprimido com a finalidade de remover o pó, argilas e materiais soltos na superfície.

Eventuais defeitos existentes devem ser reparados e os dispositivos de drenagem protegidos. Em seguida, executar-se-ão os eventuais serviços de tapa-buracos. Será realizada a demarcação e selagem de fissuras e trincas não estruturais com aberturas superiores a 6mm, sendo tratadas, em seguida, com uma sela- trinca para aplicação a quente, ou através de imulsão asfáltica elastomérica apropriada.

Poderá ser aplicada, a seguir, a pintura de ligação, não sendo, porém, este processo obrigatório. Sua execução é recomendada em pavimentos desgastados e com textura aberta (poroso) ou heterogênea, envelhecidos/oxidados, que necessitem de selagem para uma melhor aderência.



### 3.3 Vantagens da aplicação do MRAF nas obras

A foto abaixo mostra uma rodovia antes e depois da aplicação do MRFA

Figura3 - Visão geral do trecho antes e depois da recuperação



Fonte: imagem do google

Para CERATTI e MARTINS, o microrrevestimento asfáltico a frio possui algumas vantagens em sua utilização, dentre as quais, podem-se destacar as seguintes: durabilidade superior à lama asfáltica convencional, diante do incremento de tráfego e das ações adversas do clima.

Além disso, possui boas condições de drenagem superficial, de aderência pneu-pavimento e de uniformidade da superfície de rolamento, proporcionando melhor visibilidade e conforto do usuário, e, principalmente, maior segurança, evitando acidentes por derrapagem.

Corrige os defeitos de intensidade leve à moderada por meio de preenchimento de trilhas de roda e selagem das trincas. Apresenta ótimas condições de adesão, não necessitando obrigatoriamente de pintura de ligação. Sua execução é feita de maneira rápida, liberando com celeridade as vias.

É bastante vantajoso também em relação ao meio ambiente, saúde e segurança dos operadores, por ser uma técnica empregada à temperatura ambiente, não possuir em sua composição solventes derivados do petróleo, não oferecendo, assim, riscos de explosões.

## 4 CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUq)

### 4.1 Conceito

Antes de começar a falar propriamente do Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUq) será apresentada uma breve explanação sobre os pavimentos.

Bernucci (2007) et alii afirma que o Pavimento é uma estrutura que possui diversos tipos de camadas com espessuras finitas, que se sobrepõem à terraplanagem, com a finalidade de resistir aos esforços dos veículos e do clima, e propiciar as melhores condições de rolamento, conforto, economia e segurança. Além disso, afirma que os pavimentos asfálticos são formados por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito.

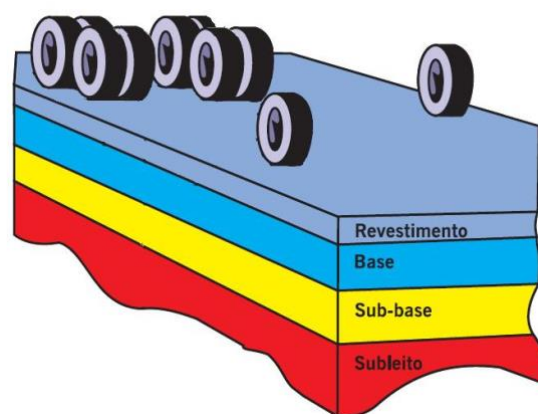
Segundo o manual do DNIT:

Pavimento- é a estrutura construída após a terraplanagem e destinada, econômica e simultaneamente em seu conjunto, a:

- resistir a distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos do tráfego;
- melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e conforto;
- resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando mais durável a superfície de rolamento. (BRASIL, 2006)

A figura abaixo nos mostra as camadas que compõem o pavimento.

Figura 4 – Camadas que compõe o pavimento



Fonte: Bernucci *et alii*(2007, p. 10) adaptada

Segundo o Manual do DNIT, os pavimentos são classificados em:

- Flexível: aquele que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre camadas. Exemplo típico: pavimento

construído de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhos, revestido de camada asfáltica.

-Semi-Rígido: caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedade cimentícias como, por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.

-Rígido: 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. Exemplo típico: pavimento construído por lajes de concreto de cimento Portland.(BRASIL, 2006)

Bernucci (2007) et al afirma que o tipo mais empregado de concreto asfáltico no Brasil é o Concreto asfáltico(CA), também chamado de Concreto Betuminoso Usinado a Quente. Este produto caracteriza-se por uma mistura proporcional de agregados de diversos tamanhos e cimento asfáltico, ambos aquecidos a temperaturas previamente determinadas, em função da característica viscosidade-temperatura do ligante.

A Diretoria de Obras de Cooperação (DOC) define o CBUQ como sendo:

A camada de rolamento de CBUQ consiste de uma camada de massa asfáltica, devidamente dosada, usinada e aplicada a quente, composta por material betuminoso e agregado mineral (pedra britada, areia e filler). A mesma será construída segundo o alinhamento, perfil, e dimensões indicadas no projeto.

## **4.2 Aplicação de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUq)**

Para a aplicação de CBUQ na superfície devem ser levados em conta alguns procedimentos com relação a superfície.

A DOC faz algumas recomendações de ordem geral sobre a aplicação do CBUQ, dentre elas se destacam: não deverá ser lançado em dias de chuva; a distribuição do concreto betuminoso somente será permitida quando se encontrar uma temperatura ambiente acima de 10°C. Com relação à temperatura da mistura, não deverá ser inferior a 120°C no momento da distribuição. Caso ocorram irregularidades na superfície da camada aplicada, estas deverão ser corrigidas de imediato.

Assim, notam-se algumas medidas que são de extrema importância para a boa aplicação do material, a fim de que não haja desperdício.

Para a execução do lançamento do CBUq, a DOC exige a documentação mínima para tal evento acontecer. Dentre eles estão:

- a. Traço do CBUq aprovado pelo órgão concedente;

- b. Projeto Executivo;
- c. Nota de Serviço;
- d. Ordem de Serviço e Normas Técnicas da SecTec / OM, regulando as Etapas / Fases de execução dos serviços, especificações técnicas, Cronograma, Metas e Força de Trabalho;
- e. Componente Ambiental do Projeto contendo: Licenças Ambientais, Autorização de Supressão Vegetal (ASV), Condicionantes de Responsabilidade da OM, Contrato da Firma Supervisora Ambiental (SFC), Definição do Técnico Ambientalista da OM, etc;
- f. Contratos das Empresas Terceirizadas (SFC);
- g. Cartilha de Normas de Segurança do Trabalho / EPI;
- h. Livro Diário de Obras; e
- i. Cartilha de NGA do Destacamento

#### **4.3 Sequência para o lançamento do CBUq**

Para que seja feito o lançamento do CBUq na superfície, deve-se seguir uma sequência definida pela DOC, a saber: deve-se primeiro fazer a demarcação topográfica da área onde se tem a intenção de aplicar o CBUq.

Em seguida, deve ser realizada a limpeza da superfície da área de aplicação. Após isso, é realizada a pintura de ligação, com o objetivo de promover uma aderência entre este revestimento e a camada subjacente.

Na sequência, ocorrerá a descarga do material betuminoso no asfalto, distribuindo de forma uniforme por toda a superfície. Finalizando, ocorrerá o acabamento e a compactação do CBUQ.

Para fins de segurança, é feito um controle tecnológico do grau de compressão, retirando um corpo de prova da mistura, após o esfriamento total da massa, a fim de verificar o grau de qualidade do concreto betuminoso lançado na superfície.

As fotos a seguir mostram a sequência do Lançamento do CBUq na superfície:

A equipe de topografia realiza a demarcação da faixa da pista que receberá a camada de CBUq.

Figura 5- Demarcação topográfica da área de aplicação



Fonte: Guia de trabalhos de engenharia-concreto betuminoso usinado a quente(BRASIL,2012)

A limpeza será realizada a fim de receber a pintura de ligação de modo a eliminar o pó e o material solto existente. A limpeza pode ser realizada por meio de vassoura mecânica.

Figura 6: Compressor de ar



Fonte: Guia de trabalhos de engenharia-concreto betuminoso usinado a quente (BRASIL, 2012)

Figura7: Vassoura Mecânica



Fonte:Guia de trabalhos de engenharia-concreto betuminoso usinado a quente(BRASIL,2012)

Após isso será realizada a aplicação de material betuminoso com a barra espargidora do Distribuidor de Asfalto (DA).

Figura 8: Aplicação do material Betuminoso



Fonte:Guia de trabalhos de engenharia-concreto betuminoso usinado a quente (BRASIL,2012)

Depois de ser realizada a aplicação do material betuminoso com a barra espargidora do Distribuidor de asfalto será realizadas as correções das falhas no lançamento com espargidor.

Essas falhas são decorrentes do entupimento dos bicos dos espargidores, e deverão ser corrigidas antes que seja feita uma nova aplicação.



Figura9:Aplicação do material Betuminoso com espargidor



Fonte:Guia de trabalhos de engenharia-concreto betuminoso usinado a quente(BRASIL,2012)

Antes do lançamento do CBUq na superfície a temperatura deve ser aferida no interior da caçamba, estando dentro da faixa permitida e no mínimo de 120° C

Figura 10: Aferição da temperatura do material betuminoso antes do espalhamento



Fonte:Guia de trabalhos de engenharia-concreto betuminoso usinado a quente(BRASIL,2012)

A descarga do material asfáltico na pavimentadora deverá ser feita somente depois de autorizado. Dessa maneira, o caminhão deve ir despejando o material betuminoso sobre o solo não empurrando a pavimentadora.

Figura 11: Descarga do material asfáltico na pavimentadora.



Fonte: Guia de trabalhos de engenharia-concreto betuminoso usinado a quente (BRASIL, 2012)

Após isso será lançado o CBUq na superfície, cuja havia recebido previamente a pintura de ligação.

Figura 12: Lançamento de CBUq no trecho que recebeu pintura de ligação.



Fonte: Guia de trabalhos de engenharia-concreto betuminoso usinado a quente (BRASIL, 2012)



## **5 COMPARAÇÃO ENTRE AS OBRAS REALIZADAS PELO 1ºBFv**

As informações obtidas nessa capítulo foram colhidas junto ao 1º Ten **Kayo** Antonio dos Santos, que era um dos responsáveis pela obra de Vacaria-RS, e o 1º Ten Caio Sergio **Parente** Silva, pelas obras de São Joaquim-SC.

### **5.1 VACARIA-RS**

O trecho a que se refere este estudo está localizado na divisa BR- 116 /RS, trecho DIV SC/RS (RIO PELOTAS) - JAGUARÃO (FRONTEIRA BR/UR), Subtrecho divisa SC/RS (RIO PELOTAS) - ENTR RS-437 (CAMPESTRE DA SERRA), segmento compreendido entre o km 0,00 ao km 74,90, totalizando 74,90 km. O início da obra está à 60,0 km da sede do 10º BEC. A estrada existente tem plataforma de 14 metros, sendo cada faixa com 7 metros em CBUQ, e acostamento com 2,5 metros também com CBUq.

O projeto executivo apresenta algumas premissas. A primeira premissa é consertar alguns danos causados ao longo do tempo na pista de rolamento, como por exemplo, panelas, trincas e trilho de rodas, para isso aplica-se o serviço de fresagem (5cm), o qual tem como finalidade retirar o material desagregado e danos estruturais no pavimento. Este material fresado e retirado da pista de rolamento será preenchido por uma camada de 5 cm de CBUQ. Em seguida executará 2 (duas) camadas de Microrevestimento à frio na pista de rolamento e 1 (uma) camada também de Microrevestimento à frio no acostamento. O projeto também inclui uma série de serviços de manutenção de faixa de domínio; roçada manual e mecanizada, limpeza e recomposição de dispositivos de drenagem, caiação, recuperação de placa de sinalização e etc.

Figura 13: Localização da obra- Vacaria RS



Fonte: 1ºBFv

Abaixo está descrito o efetivo que compõe a obra:

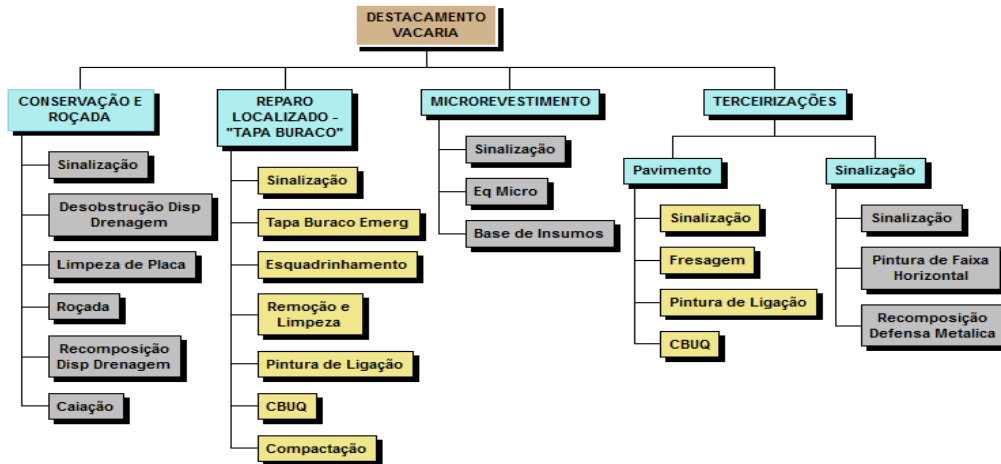
Quadro 2: Divisão das equipes de trabalho Vacaria -RS

EQUIPE	Oficiais	ST	2º Sgt	Cb	Sd EP	Sd EV	SC	TOTAL Efetivo Pronto
		1º Sgt	3º Sgt					
Cmdo/Adm	3	0	3	0	0	0	0	<b>6</b>
Eqp Microrevestimento	1	0	0	3	4	8	0	<b>16</b>
Eqp Reparo Localizado	0	1	0	1	1	0	0	<b>3</b>
Eqp Fiscalização Dalfovo	0	0	1	0	0	1	0	<b>2</b>
Eqp Conserva	1	0	0	1	8	6	0	<b>16</b>
Eqp Sinalização	0	0	3	0	0	12	0	<b>15</b>

Fonte: 1ºBFv

A figura abaixo nos mostrará quais foram às etapas das obras.

Figura 14 Organograma da obra



Fonte: 1ºBFv

Os equipamentos e viaturas previstos para usar na obra estão descritos na tabela a seguir:

Quadro 3: Disponibilidades dos equipamentos de Vacaria- RS

TIPOS	DESCRIÇÃO	DISP.	INDISP.	OBSERVAÇÕES
AU	AUTOMÓVEL	2	0	BASE
CP	CAMINHONETE	1	0	BASE
AMB	AMBULÂNCIA	1	0	BASE
CB	CAÇAMBA	3	0	20486 e 20484 <b>DECAN/</b> BASE
CC	CAMINHÃO COMERCIAL	2	0	BASE
CCM	CAMINHÃO MUNK	0	1	Emprestado p/ Santa Maria
CDA	CAMINHÃO DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	1	0	BASE
CL	CAMINHÃO LUBRIFICADOR	1	0	BASE
CM	CAVALO MECÂNICO	1	0	BASE
CTA	CAMINHÃO TRANSPOTE DE ÁGUA	1	0	BASE
CTC	CAMINHÃO TRANSPOTE DE COMBUSTÍVEL	1	0	BASE
MR	MARRUÁ	2	1	Emprestado p/ Santa Maria
QT	QUALQUER TERRENO	5	1	Emprestado p/ Santa Maria

UMR	UNSINA DE MICROREVESTIMENTO	1	0	BASE
ON	ÔNIBUS RECEITA	0	1	1BFv – Caixa
<b>TOTAL</b>		<b>22</b>	<b>4</b>	
<b>Índice de Disponibilidade</b>		<b>84,62%</b>		

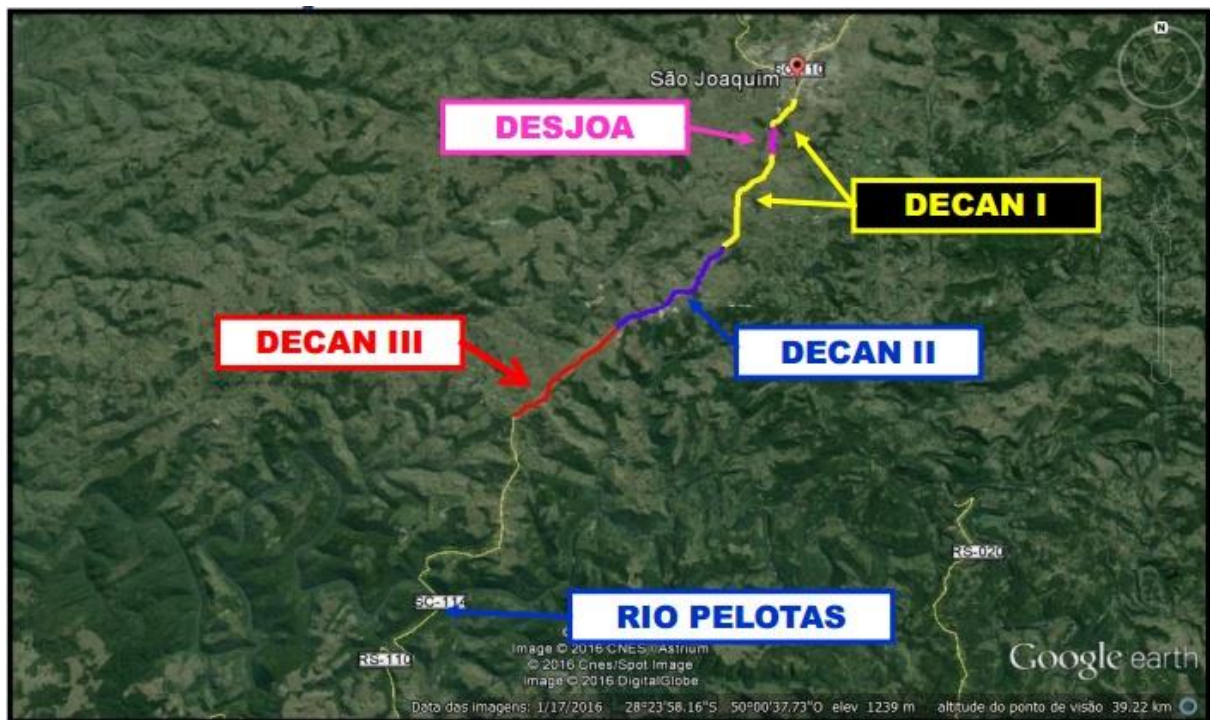
Fonte: 1ºBFv

## 5.2 São Joaquim –SC

### Dados gerais da obra

Realização de serviços de Engenharia necessários a implantação de pavimentação, drenagem e obras complementares em trecho da rodovia-SC114( antiga SC-430), entre São Joaquim – São Francisco Xavier divisa SC/RS.

Figura 15-Localização da Obra de São Joaquim



ORGULHO DE PERTENCER AO 1º BFV

AGO 2017

Fonte: 1ºBFv

Figura 16 -Fases da obra de São Joaquim



(\*) DESJOA foi reduzido para R\$12,1 Milhões por interrupção dos repasses.

Fonte: 1ºBFv

Abaixo estará descrito o efetivo que compõe a obra:

Figura 17 – Divisão das turmas de trabalho de São Joaquim

EQUIPE	Oficiais	ST 1ºSgt	2º Sgt 3ºSgt	Cb	Sd EP	Sd EV	SC	TOTAL Efetivo Pronto
Cmdo/Adm	2	1	1	1	2	0	0	7
Aprovisionamento	0	0	1	2	3	0	0	6
Seção Técnica	2	0	4	0	5	0	3	14
STA	0	0	1	2	6	0	0	9
Eq. Produção	0	1	1	4	3	1	0	10
Eq. de Asfalto/Base	0	0	0	0	0	0	0	0
Eq. de Cerca	0	0	1	5	9	2	0	17
Eq. De Manutenção	0	0	2	1	6	0	0	9
Eq. Terraplanagem	0	0	2	0	11	6	0	19
Eq. Drenagem	0	0	1	1	5	0	0	7
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>50</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>98</b>

ORGULHO DE PERTENCER AO 1º BFV

AGO 2017

Fonte: 1ºBFv

## 6 CONCLUSÃO

Dessa forma, apresentamos a aplicação do microrrevestimento asfáltico a frio e o uso do Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUq) nas obras realizadas pelo 1ºBFv no ano de 2017.

Vê-se que a aplicação do MRAF possui algumas limitações. Sua utilização é indicada principalmente na reparação e recuperação das estradas, tendo um pavimento sem defeitos estruturais.

Outro fator a ser observado é sua vida útil, que varia entre 05 a 08 anos. Apresenta também uma ótima adesão ao pavimento pré-existente, geralmente não necessitando de pintura de ligação.

Assim, certificamo-nos do quanto é viável, tanto econômica, como ambientalmente, sendo o processo de revestimento menos impactante ao meio ambiente.

No caso do CBUQ, torna-se imperativa a sua utilização nos casos onde o pavimento existente apresenta problemas estruturais, requerendo recuperação no asfalto antigo, gerando assim, maior custo econômico, maior tempo de duração da obra e conseqüentemente maior impacto ao meio ambiente.

Dessa forma, explicitamos as obras realizadas pelo 1ºBFv no ano de 2017, onde foram utilizados o método de Microrrevestimento Asfáltico Frio e o Concreto Betuminoso Usinado a Quente, demonstrando a importância da escolha correta do processo a ser utilizado em cada caso específico, assim colaborando para a melhoria do nosso sistema viário e desenvolvimento do Brasil.

## REFERÊNCIAS

**BRASIL.** Departamento de Estradas e Rodagem. MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO A QUENTE, 2006. Disponível em: [ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/ET-DE-P00-023\\_A.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/ET-DE-P00-023_A.pdf). Acesso em: 24 mar 2018

**BRASIL.** Diretoria de Obras Militares. GUIA DE TRABALHOS DE ENGENHARIA. CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE, 2012. Disponível em: [http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo8\\_Concreto\\_Betuminoso\\_Usinado\\_Quente\\_CBUQ.pdf](http://www.doc.eb.mil.br/downloads/gte/1gptE/Capitulo8_Concreto_Betuminoso_Usinado_Quente_CBUQ.pdf). Acesso em: 24 mar 2018

**BERNUCCI,** LiediBariani, et al. Pavimentação asfáltica. Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro, 2008.

**CERATTI,** Jorge Augusto Perreira; **MARTINS,** Rafael Maçal de Reis; Manual de Microrrevestimento Asfáltico a frio-MRAF, 2009.

**DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA - ESTRUTURA.** Manual de Pavimentação. DNIT. Rio de Janeiro, 2006