

UNIEVANGÉLICA – CAMPUS CERES

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ANA LUIZE DINIZ CARDOSO
RODRIGO MARQUES ALENCAR**

**ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO EXECUTIVO DO BGTC NA BASE DE
UM TRECHO DA RODOVIA DF – 003 E O PROJETO DE NORMA: Pavimentação –
Sub-Base ou Base de Brita Graduada Tratada com Cimento – DNIT**

CERES / GO

2019

**ANA LUIZE DINIZ CARDOSO
RODRIGO MARQUES ALENCAR**

**ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO EXECUTIVO DO BGTC NA BASE DE
UM TRECHO DA RODOVIA DF – 003 E O PROJETO DE NORMA: Pavimentação –
Sub-Base ou Base de Brita Graduada Tratada com Cimento – DNIT**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA.**

ORIENTADOR: PLÍNIO FERREIRA PIRES

**CERES / GO
2019**

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Ana Luize Diniz Cardoso e Rodrigo Marques Alencar.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Análise comparativa do processo executivo do BGTC na base de um trecho da rodovia DF – 003 e o Projeto de norma: Pavimentação – Sub-base ou Base de Brita Graduada Tratada com Cimento – DNIT.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2019

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito dos autores.

Ana Luize Diniz Cardoso
Rua 27 n° 556 Setor: Centro
76300-000 - Ceres/GO – Brasil.

Rodrigo Marques Alencar
Rua 31 n° 133-A Setor: Vila Nova
76300-000 – Ceres/GO – Brasil.

FICHA CATALOGRÁFICA

CARDOSO, ANA LUIZE DINIZ e ALENCAR, RODRIGO MARQUES

Análise comparativa do processo executivo do BGTC na base de um trecho da rodovia DF-003 e o projeto de norma: Pavimentação – Sub-base de Brita Graduada Tratada com Cimento – DNIT. [Goiás] 2019.

00 P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2019).

TCC - UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

1. base cimentanda

2. BGTC

3. Pavimento

4. Processos

I. ENC/UNI

II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CARDOSO, A. L. D e ALENCAR, R. M. Análise comparativa do processo executivo do BGTC na base de um trecho da rodovia DF – 003 e o Projeto de norma: Pavimentação – Sub-base ou Base de Brita Graduada Tratada com Cimento – DNIT. TCC, Publicação ENC. PF-001A/19, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 00p. 2019.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Ana Luize Diniz Cardoso e Rodrigo Marques Alencar.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Análise comparativa do processo executivo do BGTC na base de um trecho da rodovia DF – 003 e o Projeto de norma: Pavimentação – Sub-base ou Base de Brita Graduada Tratada com Cimento – DNIT.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2019

É concedida à Unievangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito dos autores.



Ana Luize Diniz Cardoso

Rua 27 nº 556 Setor: Centro

76300-000 - Ceres/GO – Brasil.



Rodrigo Marques Alencar

Rua 31 nº 133-A Setor: Vila Nova

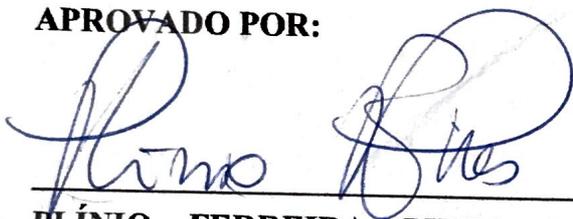
76300-000 – Ceres/GO – Brasil.

**ANA LUIZE DINIZ CARDOSO
RODRIGO MARQUES ALENCAR**

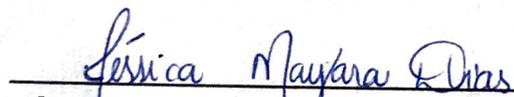
**ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO EXECUTIVO DO BGTC NA BASE DE
UM TRECHO DA RODOVIA DF - 003 E O PROJETO DE NORMA:
PAVIMENTAÇÃO - SUB-BASE OU BASE DE BRITA GRADUADA TRATADA
COM CIMENTO - DNIT.**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:



**PLÍNIO FERREIRA PIRES, Mestre (Centro Universitário de Anápolis -
UniEVANGÉLICA - Campus Ceres)
(ORIENTADOR)**



**JÉSSICA NAYARA DIAS, Mestre (Centro Universitário de Anápolis -
UniEVANGÉLICA - Campus Ceres)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**CHARLES LOURENÇO DE BASTOS, Mestre (Centro Universitário de Anápolis -
UniEVANGÉLICA - Campus Ceres)**

CERES/GO, 11 de Dezembro de 2019.

ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO EXECUTIVO DO BGTC NA BASE DE UM
TRECHO DA RODOVIA DF – 003 E O PROJETO DE NORMA: Pavimentação – Sub-Base
ou Base de Brita Graduada Tratada com Cimento – DNIT

Ana Luize Diniz Cardoso¹
Rodrigo Marques Alencar²
Plínio Ferreira Pires³

RESUMO

No Brasil, as bases e sub-bases cimentadas vêm sendo utilizadas frequentemente na construção de pavimentos para atender ao crescimento do tráfego e das elevadas cargas por eixo. A Brita Graduada Tratada com Cimento (BGTC) é o produto resultante da mistura usinada de pedra britada, cimento Portland, água e aditivos, assim, com o seu ganho de rigidez, podendo ser aplicada tanto como base e sub-base, atendendo tráfego de baixo volume, devido ao seu processo quase frágil de fadiga. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar e comparar a execução da base entre um trecho que foi empregado o BGTC e o Projeto de norma: (Pavimentação – Sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento - Especificação de serviço do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes DNIT, 2017). O DNIT é o principal órgão executor do Ministério dos Transportes, empregado em fevereiro de 2002 para desempenhar as funções relativas à construção, manutenção e operação da infraestrutura. Sendo o principal órgão executor, portanto, foram utilizados as normas referentes a este órgão para a comparação da execução da base de BGTC, através de uma visita técnica no trecho, sendo relatado os processos da execução por meio de fotografias, onde pode se obter os resultados se a execução atendeu as especificações da norma.

Palavras-chave: Base; BGTC; Execução; Pavimentação.

¹ Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: ana_ludiniz13@hotmail.com.

² Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: rodrigomarquesalencar2018@gmail.com.

³ Mestre, professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: plinio_pires@hotmail.com.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	MATERIAIS E MÉTODOS	6
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	7
3.1	Produção da BGTC	7
3.2	Transporte.....	8
3.3	Espalhamento.....	8
3.4	Compactação.....	9
3.5	Imprimação.....	10
3.6	Liberação da pista para tráfego	11
3.7	Controle da execução	11
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	12

1 INTRODUÇÃO

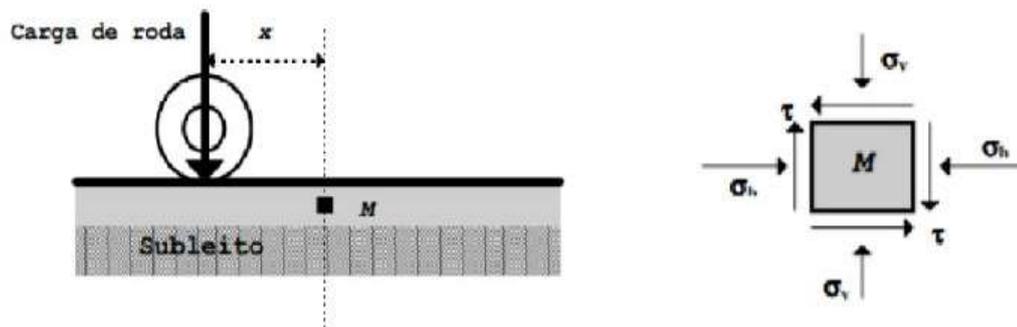
A pavimentação visa a melhoria operacional do tráfego, um projeto de um pavimento bem estruturado e bem executado traz benefícios e conforto aos usuários da via. Com a qualidade de rolamento adequado, os custos operacionais diminuem, proporciona deslocamentos com velocidades próximas ao limite da via e com isso menor tempo nas viagens.

As estruturas dos pavimentos são formadas por camadas de espessura finita, apoiadas a uma fundação, chamada subleito. Tais estruturas são projetadas para resistirem a numerosas solicitações de cargas. A engenharia rodoviária subdivide as estruturas de pavimentos segundo a rigidez do conjunto, onde são classificadas em três grupos: rígidos, semirrígidos e flexíveis.

O pavimento flexível é constituído por um revestimento betuminoso sobre uma base granular ou de solo estabilizado granulometricamente, enquanto o pavimento rígido é construído por placas de concreto, raramente é armado, assentes sobre o solo de fundação ou sub-base intermediária. Quando se tem uma base cimentada sob o revestimento betuminoso, o pavimento é dito semirrígido (MEDINA, 1997).

A camada granular da base é o componente essencial para o desempenho do pavimento flexível. Sua função principal é a de reduzir as tensões provocadas pelas cargas repetidas do tráfego e transmiti-las ao subleito de maneira a minimizar a ocorrência de afundamento de trilha de roda (ATR). A passagem de uma carga de roda gera, em um ponto qualquer do pavimento, pulsos de tensões e de deformações, normais e cisalhantes, sendo que os pulsos de tensões e de deformações cisalhantes são duplos e com reversão de sentido. Os planos principais sofrem rotação, coincidindo com os planos horizontais e verticais apenas para os pontos situados no plano longitudinal da carga de roda e quando o ponto se encontra ao longo da vertical que passa pelo centro da carga, como pode ser observado na Figura 1 (GONÇALVES, 1999).

Figura 1 - Comportamento da base.



Fonte: GONÇALVES (1999)

Os principais materiais misturados e elementos cimentantes utilizados nas bases são: brita graduada tratada com cimento (BGTC); solo cal (SCA); solo melhorado com cimento (SMC); solo cimento (SC); concretos compactados com rolo (CCR), brita graduada simples (BGS).

Entre os materiais citados, a BGTC é a que melhor responde a função de absorver e redistribuir as cargas entre as outras camadas, fazendo com que o pavimento dure mais e resista a numerosos esforços. No Brasil, a um grande volume de tráfego nas rodovias e vias urbanas, isso fez com que o uso da camada de BGTC passasse a ser frequente em novos projetos de pavimentação, com o seu ganho de rigidez, podendo ser aplicada tanto como base e sub-base, atendendo tráfego de baixo volume, devido ao seu processo quase frágil de fadiga.

A BGTC será responsável pela absorção das tensões horizontais de tração que o pavimento irá receber. Daí a necessidade de se conhecer o nível máximo de solicitação à tração que o material suporta, pois a imposição deste valor ao material, em qualquer instante, significará a ruptura das ligações resultantes da hidratação do cimento, gerando fatalmente a desagregação imediata da camada (BALBO, 2002).

O objetivo desta pesquisa é avaliar a execução da pavimentação com BGTC de um trecho da rodovia DF-003 em detrimento ao método recomendado pelo projeto de norma do DNIT: (Pavimentação – Sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento - Especificação de serviço do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2017).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho é um estudo de caso, em que foi acompanhada a execução do trecho em que se realizou uma verificação quanto ao atendimento dos requisitos do projeto de norma do DNIT no dia 31 de agosto de 2019.

O projeto de norma utilizado como referência foi: Pavimentação – Sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento - Especificação de serviço do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, esta Norma tem por objetivo estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de camada de sub-base ou base, quando empregada mistura de brita graduada e cimento.

A metodologia para elaboração da pesquisa se fundamenta na comparação das seguintes etapas: produção da BGTC, transporte, espalhamento, compactação, imprimação e liberação da pista para o tráfego.

A Figura 2 apresenta a rodovia DF-003 (EPIA), no trecho compreendido do entroncamento das rodovias DF-001 e DF-150 (Balão Torto), denominado ligação Torto-Colorado, onde foi executado a base utilizando a BGTC.

Figura 2 – Localização do trecho DF-003, onde foi acompanhado o estudo.



Fonte: Editada pelos autores (2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estão apresentados neste item os resultados da avaliação da execução do trecho em questão, seguido da discussão da comparação entre o método executado e o indicado pela referida norma. Salienta-se que todas as imagens apresentadas neste item fazem parte do acervo dos autores, realizadas no local.

3.1 Produção da BGTC

No trecho analisado, a BGTC foi preparada em usina fixa de dosagem descontínua (Figura 3a), sua alimentação é através de silos que tem a função de transportar os agregados até o tambor de secagem. Logo em seguida os agregados foram transportados até o alto de uma torre, caindo em um conjunto de peneiras vibratórias. Esta torre possui quatro compartimentos sendo eles: zona de classificação com peneiras vibratórias, silos de dosagem, balança de pesagem e misturador. Feito a dosagem dos agregados, é seguido pelo processo de secagem, mistura e filtragem dos materiais, onde se obteve fragmentos duros, limpos e duráveis.

O Cimento Portland pozolânico – NBR 5736 (ABNT, 1999) obedeceu todas às exigências da norma (DNER-EM 036, 1995). A água estava isenta de qualquer substância que pudesse interferir na cura do cimento e os materiais estavam separados e devidamente cobertos.

O método utilizado pelo colaborador para fazer o levantamento das características da BGTC foi o tátil-visual Figura 3b, sendo necessário um técnico que já tivesse prática nesse tipo de procedimento, apalpando o material conseguiu-se obter a consistência do material e a quantidade de cimento que foi adicionado na sua preparação na usina.

Figura 3 Produção da BGTC: (a) Usina descontínua; (b) Análise tátil-visual.



Fonte: Próprios autores (2019)

Segundo o projeto de norma (Pavimentação - Sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento - Especificação de serviço do DNIT, 2017), a BGTC deve ser preparada em usina do tipo contínua ou descontínua e os materiais devem ser dosados em massa. Os agregados resultantes da operação de britagem normalmente formam três frações de dimensões máximas distintas, devendo ser estocados convenientemente, além de drenados e cobertos, de modo que cada fração ocupe um silo da usina, não sendo permitida a mistura prévia dos materiais. Nas usinas utilizadas para produção do BGTC, os silos devem ter capacidade total

de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador, e devem possuir, no mínimo, três silos de agregados e um silo de cimento, com dispositivos que os abriguem da chuva.

O Cimento Portland deve obedecer às exigências da norma (DNER-EM 036, 1995), para recebimento e aceitação do material. Podem ser empregados: - Cimento Portland comum – NBR 5732 (ABNT, 1991); - Cimento Portland de alto-forno – NBR 5735 (ABNT, 1991); - Cimento Portland pozolânico – NBR 5736 (ABNT, 1999); - Cimento Portland composto – NBR 11.578 (ABNT, 1997). A água deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais além de atender aos requisitos estabelecidos na norma NBR 15.900-1 (ABNT, 2009) – Água para amassamento do concreto. Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem constituir-se de fragmentos duros, limpos e duráveis, e livres do excesso de partículas lamelares, alongadas, macias ou de fácil desintegração assim como de outras substâncias ou contaminações prejudiciais. A norma não especifica sobre como deve ser feito a análise tátil-visual.

3.2 Transporte

O transporte dos materiais foi feito atendendo as especificações da norma. O BGTC produzido na usina descontínua, foi descarregado diretamente sobre a caçamba dos caminhões basculantes e em seguida transportado para o trecho. O material estava devidamente protegido por lonas, para evitar a perda de umidade durante seu transporte, não sendo permitida a estocagem do material usinado (Figura 5).

Figura 5 Transporte– (a) Caminhão basculante; (b) Chegada do BGTC



Fonte: Próprios autores (2019).

3.3 Espalhamento

Antes de iniciar o espalhamento, a superfície a ser recoberta foi umedecida, sem apresentar excessos de água, simultaneamente, o laboratório preparava os corpos de prova cilíndricos que foram usados nos testes de compressão para obter a resistência do concreto, sendo que para isso realizou-se as seguintes etapas: cinco camadas de BGTC para cada corpo de prova, aplicando 67 golpes em cada camada, seguindo a norma da - NBR 5739 (ABNT, 1993). O espalhamento foi executado com o auxílio da moto niveladora de modo que a BGTC tivesse em condições ótimas para ser compactado, sem conformação suplementar, de acordo com as condições geométricas fixadas em projeto. Esta etapa está representada na Figura 6 a seguir.

Figura 6 - Espalhamento– (a) Espalhamento; (b) Moto niveladora



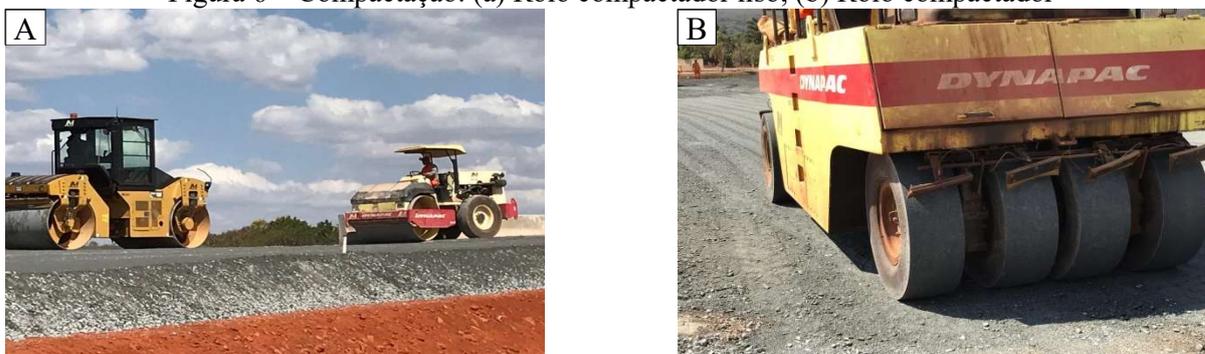
Fonte: Próprios autores (2019).

Segundo o projeto de norma (Pavimentação – Sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento - Especificação de serviço do DNIT, 2017), o espalhamento deve ser feito com vibroacabadora, ou equipamento similar aprovado, capaz de distribuir a brita graduada tratada com cimento em espessura uniforme, sem produzir segregação e de forma a evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da moto niveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

3.4 Compactação

Logo após a conclusão do espalhamento, iniciou-se o processo de compactação, com o auxílio de dois rolos compactadores liso dando 8 fechos na base e um rolo pneumático dando 12 fechos, com teor de umidade ótima. Essa fase é uma das mais importantes, pois, caso seja mal executada pode comprometer as camadas superiores e inferiores do pavimento (Figura 6)

Figura 6 – Compactação: (a) Rolo compactador liso; (b) Rolo compactador



Fonte: Próprios autores (2019).

Segundo o projeto de norma (Pavimentação – Sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento - Especificação de serviço do DNIT, 2017), o tipo de equipamento a ser utilizado e o número de passadas do rolo compactador devem ser definidos logo no início da obra, em função dos resultados obtidos na execução do trecho experimental, de forma que a camada atinja o grau de compactação especificado. Este procedimento deve ser repetido no caso de mudança no projeto da faixa granulométrica adotada. Essa primeira etapa para a compactação especificada na norma não foi realizado no trecho.

Os equipamentos e o modo de executar o processo da compactação atenderam as especificações do projeto de norma (Pavimentação – Sub-base ou base de brita graduada tratada

com cimento - Especificação do DNIT, 2017), onde terminada a operação de espalhamento, o material deve ser rapidamente compactado. O tempo decorrido entre a adição de água à mistura e o término da compactação não deve exceder o tempo de início de pega do cimento. A compactação da brita graduada tratada com cimento é executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

3.5 Imprimação

Sendo a última etapa para a finalização da base, com espessura de 20 cm, após a liberação do laboratório, foi realizada a imprimação, utilizando o caminhão espargidor, equipamento responsável por impermeabilizar e permitir condições de aderência entre a superfície e o revestimento a ser executado. Foi utilizado o imprimante, chamado “imprima”, promovendo coesão superficial e formando uma camada impermeabilizante. Por não possuir querosene em sua composição, não ocorrem reações químicas com o cimento e não prejudica na sua cura.

Finalizada a imprimação, a camada está preparada para receber a capa de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) de 5 cm, um dos tipos de revestimento asfáltico mais utilizados nas vias urbanas e rodovias brasileiras. Composto por um agregado miúdo (areia); agregado graúdo (brita) e um ligante (CAP – Cimento Asfáltico de Petróleo) (Figura 11).

Figura 7 - Caminhão espargidor.



Fonte: Próprios autores (2019).

A etapa da imprimação atendeu a todas as especificações. Segundo a Pavimentação – (Sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento - Especificação de serviço do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes DNIT, 2017) a superfície da camada de BGTC deve ser protegida contra a evaporação da água por meio de aplicação de um imprimante o “imprima”, em conformidade com as características estabelecidas pela norma (DNIT 165- Emulsões asfálticas para pavimentação – Especificação de material, 2013). A pintura de cura deve ser aplicada em quantidade suficiente para obter uma membrana contínua. Este procedimento deve ser executado imediatamente após o término da compactação.

A emulsão asfáltica não deve ser distribuída quando a superfície a ser pintada apresentar excesso de umidade. A aplicação da pintura de proteção da camada só deve ser executada depois de liberada pela Fiscalização. No caso de ocorrência de chuva intensa antes da sua aplicação a camada de BGTC deve ser removida e refeita sem ônus ao contratante, a critério da Fiscalização.

3.6 Liberação da pista para tráfego

A liberação da pista seguiu as especificações do projeto de norma (Pavimentação – Sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento - Especificação de serviço do DNIT, 2017). A pista após ser imprimada foi isolada, até que a camada obtivesse resistência compatível com a sua solicitação de carga. A solicitação foi verificada com o rompimento de corpos de prova extraídos da pista pelos colaboradores. Nesse período não foi permitido qualquer trânsito de veículos (Figura 12 e Figura 13).

Figura 12 – Liberação da pista para tráfego: (a) Camada da base imprimada; (b) Amostras da camada de BGTC



Fonte: Próprios autores (2019).

3.7 Controle da execução

O Quadro 1 apresenta os resultados do ensaio de resistência à compressão simples do concreto na BGTC. Atendendo o projeto de norma (Pavimentação - Sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento - Especificação de serviço do DNIT, 2017). A determinação da resistência à compressão simples, de corpos de prova moldados com material coletado na pista, a cada 250 m², aos 28 dias de cura, e a cada 750 m² de pista, aos 7 dias, conforme a norma (DNER-ME 180, 1994), para avaliar os resultados iniciais em relação à resistência final a ser atingida; a resistência à compressão simples aos 7 dias deve ser igual ou superior àquela definida no projeto.

Quadro 1: Ensaio de Resistência à Compressão de Concreto.

ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE CONCRETO			
AMOSTRA	RG		
	1		
MOLDAGEM:	31/08/2019		
IDADE	DIA RUPTURA	CARGA (KN)	Fck (Mpa)
7-DIA CP-1	07/09/2019	8,44	4,78
7-DIA CP-2	07/09/2019	8,36	4,73
28-DIA CP-3	28/09/2019	9,04	5,12
28-DIA CP-4	28/09/2019	9,12	5,16
RESISTÊNCIA MÉDIA À COMPRESSÃO (Mpa) (07 DIAS)			4,75
RESISTÊNCIA MÉDIA À COMPRESSÃO (Mpa) (28 DIAS)			5,14

Quadro 2: Ensaio de Resistência à Compressão de Concreto.

ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE CONCRETO			
AMOSTRA	RG		
	2		
MOLDAGEM:	31/08/2019		
IDADE	DIA RUPTURA	CARGA (KN)	Fck (Mpa)
7-DIA CP-1	07/09/2019	8,38	4,74
7-DIA CP-2	07/09/2019	8,24	4,66
28-DIA CP-3	28/09/2019	9,02	5,1
28-DIA CP-4	28/09/2019	9,06	5,13
RESISTÊNCIA MÉDIA À COMPRESSÃO (Mpa) (07 DIAS)			4,7
RESISTÊNCIA MÉDIA À COMPRESSÃO (Mpa) (28 DIAS)			5,12

Fonte: JM TERRAPLANAGENS (2019).

Nota-se nos quadros que, como era de se esperar, o incremento do teor de cimento aumenta a resistência da BGTC, para todas as condições.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da comparação indicam que a execução está em média 95% de acordo com o projeto da norma do DNIT (Sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento - Especificação de serviço do DNIT, 2017).

Apenas a etapa do processo tátil-visual para se obter o teor de umidade e teor de cimento foi verificado no acompanhamento que essa análise foi realizada totalmente de maneira empírica, sem qualquer controle dos dados, o que é muito grave, visto a importância do efeito da umidade para se atingir o grau de compactação desejado nas bases e sub-bases.

Por fim, sendo a camada da base a mais importante para o desenvolvimento do pavimento, no qual trará custos operacionais menores, proporcionando deslocamentos com velocidades próximas ao limite da via e com isso menor tempo nas viagens e segurança, conclui-se que, no geral, a base foi bem executada seguindo os requisitos do projeto de norma do DNIT, porém ainda deve-se ter mais cuidados em etapas, por vezes julgadas como simples, mas que podem gerar inúmeros transtornos se não forem realizados seguindo os procedimentos corretos.

Agradecemos a empresa JM Terraplanagens e Construções, fornecedora dos dados necessários para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15900-1**: Água para amassamento do concreto. Parte 1: requisitos. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5739**: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7222**: Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2011.

BALBO, J. T. **Britas graduadas tratadas com cimento**: uma avaliação de sua durabilidade sob o enfoque de porosidade, tenacidade e fratura. Este artigo é parte de TRANSPORTES, volume XIV, número 1, junho de 2006.

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica**: Materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BALBO, J. T. **Pavimentação**: Materiais, suas Propriedades e Técnicas Construtivas, no prelo, editora USP, 2002.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE ROLDAGEM. **DNER-EM 036/95**: Cimento Portland – recebimento e aceitação. Rio de Janeiro, 1995.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT – Pavimentação** – sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento – Especificação de serviço, 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 135/2010 – ME**. Pavimentação asfáltica - Misturas asfálticas - Determinação do módulo de resiliência – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 136/2010 – ME**. Pavimentação asfáltica - Misturas asfálticas – Determinação da resistência à tração por compressão diametral – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 165/2013**. Emulsões asfálticas para pavimentação. Rio de Janeiro, 2013.

GONÇALVES, F. P. **O Desempenho dos Pavimentos Flexíveis**. 1999.

MEDINA, J., **Mecânica dos Pavimentos**. 1ª edição, 380 p. Rio de Janeiro-RJ, Editora UFRJ, 1997.

MOTTA, L. M. G., MEDINA, J., SOUSA, A. M. **Características de Fadiga e Resiliência de Concretos Asfálticos Brasileiros**. 16º Encontro de Asfalto, IBP 2402, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Rio de Janeiro, 2002.