

**ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS
ACADEMIA REAL MILITAR (1811)
CURSO DE CIÊNCIAS MILITARES**

Pedro Henrique de Souza Bernardes

EQUIPAMENTOS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

**Resende
2021**

Pedro Henrique de Souza Bernardes

EQUIPAMENTOS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Orientador: 1º Ten Pedro Samir de Oliveira Lima

Resende
2021

Pedro Henrique de Souza Bernardes

EQUIPAMENTOS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Aprovado em 25 de maio de 2021

Banca examinadora:

Pedro Samir de Oliveira Lima – 1º Tenente

Rafael Viana Andrade - Capitão

André Pereira Sacomani – 1º Tenente

Resende
2021

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus que me guiou, proporcionou-me saúde e força para seguir em frente em busca do meu sonho, tornar-me oficial do Exército Brasileiro e, a meus familiares, namorada e amigos por terem me apoiado e sempre me incentivaram a nunca desistir dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus por ter me abençoado em todos os passos e por permitir a realização de um sonho. Sou totalmente grato por ter me dado essa oportunidade de ter ingressado nessa brilhante carreira e por sempre estar me protegendo.

Agradeço à minha família por todo o apoio prestado nessa jornada, desde antes da Entrada dos Portões da EsPCEEx, na preparação para o concurso, até este exato momento, principalmente aos meus pais, Reginaldo e Luciene, por estarem sempre ao meu lado. Vocês, que lutaram dia após dia para que eu chegasse a esse lugar, são os principais responsáveis por esta vitória.

Agradeço também a minha namorada, Gabriella, por ter vivido comigo toda essa longa caminhada, sempre me apoiou e incentivou em todos os momentos, e por nunca ter desistido por mais difíceis que fossem os desafios.

Por fim agradeço ao meu orientador, Tenente Samir Lima, por ter me aceitado como orientando e por ver esse tema como um desafio a ser cumprido pelo bem da formação.

RESUMO

EQUIPAMENTOS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

AUTOR: Pedro Henrique de Souza Bernardes

ORIENTADOR: Pedro Samir de Oliveira Lima

As rodovias asfálticas é o modal de transporte mais utilizado no Brasil para o escoamento de produtos dos diversos gêneros e fluxo de pessoas. Nesse sentido, a construção de estradas em boas condições é de vital importância para o desenvolvimento nacional. Assim, o emprego da Engenharia do Exército Brasileiro, que possui um histórico de participação exemplar nessas obras de construção, pavimentação e reparação de rodovias, está cada vez maior devido ao seu excepcional trabalho e economia de recursos para a união. Sabendo desse emprego de militares em obras de estradas, verifica-se a importância de possuir equipamentos modernos que permitem maior rendimento, facilidade nos trabalhos, bom custo benefício e menor tempo na conclusão das atividades tendo em vista que a Força Terrestre deve estar sempre se modernizando para bem cumprir sua missão de contribuir para o progresso do país. Portanto, este trabalho visa fazer uma pesquisa sobre os equipamentos mais modernos atualmente no mercado, utilizados na fase de pavimentação asfáltica, demonstrando suas características e benefícios de sua aquisição para o Exército Brasileiro. Nesse intuito foi retratado o trabalho da arma de engenharia, os tipos de pavimentos, enfatizando o asfalto flexível e seus equipamentos na fase de pavimentação, após os trabalhos de terraplanagem. Dessa forma, foi realizada uma pesquisa dos maquinários dentre as principais empresas mundiais e sobre a visão dos cadetes do Curso de Engenharia da AMAN, sobre os equipamentos. Isso, com o intuito de revelar possíveis melhorias para a frota de equipagem dos batalhões de engenharia de construção.

Palavras-chave: equipamentos, Curso de Engenharia da AMAN, rodovias.

ABSTRACT

ASPHALT PAVING EQUIPMENT

AUTHOR: Pedro Henrique de Souza Bernardes

ADVISOR: Pedro Samir de Oliveira Lima

Asphalt highways are the most widely used mode of transport in Brazil for the transportation of products of different types and flow of people. In this sense, the construction of roads in good condition is of vital importance for national development. Thus, the use of Engineering by the Brazilian Army, which has a history of exemplary participation in these road construction, paving and repair works, is increasing due to its exceptional work and economy of resources for the union. Knowing about this use of military personnel in road works, it is possible to verify the importance of having modern equipment that allows greater performance, easier work, good cost benefit and less time in the completion of activities, considering that the Land Force must always be modernizing to fulfill its mission of contributing to the country's progress. Therefore, this work aims to do a research on the most modern equipment currently on the market used in the asphalt paving phase, demonstrating its characteristics and benefits of its acquisition for the Brazilian Army. For this purpose, the work of the engineering weapon, the types of pavements, was portrayed, emphasizing the flexible asphalt and its equipment in the paving phase, after earthworks. Thus, a survey of machinery was carried out among the main world companies and on the view of AMAN Engineering Course cadets on equipment. This, in order to reveal possible improvements to the equipment fleet of the construction engineering battalions.

Keywords: equipment, AMAN Engineering Course, highways.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Resposta mecânica do pavimento flexível.....	16
Figura 2 – Rodovia pavimentada com CAUQ.....	17
Figura 3 – Pavimentadora de asfalto.....	18
Figura 4 – Rolo compactador liso.....	21
Figura 5 – Rolo compactador pneumático.....	23
Figura 6 – Caminhão distribuidor de asfalto.....	25
Figura 7 – fresadora de asfalto.....	27
Figura 8 – Máquina de cortar asfalto.....	29
Figura 9 – Recuperadora de asfalto.....	31
Figura 10 – Solenidade de inauguração do trecho da br-163.....	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultado da 1ª questão.....	36
Gráfico 2 – Resultado da 2ª questão.....	37

LISTA DE ABREVIATURA

AMAN	Academia Militar das Agulhas Negras
EsPCEEx	Escola Preparatória de Cadetes do Exército
BEC	Batalhão de Engenharia de Construção
DEC	Departamento de Engenharia e Construção.
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transito
CAUQ	Concreto Asfáltico Usinado a Quente
EB	Exército Brasileiro
ADP	Asfalto Diluído de Petróleo
CNT	Confederação Nacional de Transportes
KP	Rolo Compactador Pneumático
KL	Rolo Compactador Liso
DA	Caminhão Distribuidor de Asfalto
FS	Fresadora

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 EMPREGO DA ENGENHARIA	13
2.2 TIPOS DE PAVIMENTAÇÃO	14
2.3 EQUIPAMENTOS DE PAVIMENTAÇÃO	17
2.3.1 Pavimentadora de asfalto	17
2.3.2 Rolo compactador	19
2.3.2.1 Rolo compactador liso	20
2.3.2.2 Rolo compactador pneumático	22
2.3.3 Distribuidor de asfalto	24
2.3.4 Fresadora	26
2.3.5 Máquina de cortar asfalto	28
2.3.6 Recuperadora de asfalto	30
3. REFERENCIAL METEDOLÓGICO	32
3.1 TIPO DE PESQUISA	32
3.2 MÉTODOS	33
3.3 CUSTOS	34
4 ANÁLISE DO 2 BEC	35
5 PESQUISA DE OPINIÃO	35
5.1 PERGUNTAS E RESULTADOS.....	36
5.2 ANÁLISE E OBSERVAÇÕES.....	37
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

O Exército Brasileiro tem como missão contribuir para a garantia da soberania nacional, dos poderes constitucionais, da lei e da ordem, salvaguardando os interesses nacionais e cooperando com o desenvolvimento nacional e o bem-estar social. Por isso, na parte que se refere ao desenvolvimento nacional, a arma de Engenharia é de vital importância para o êxito nessa tarefa (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2021).

Por todo território nacional, a Engenharia abre caminhos, lança trilhos, pereniza rios e efetua travessias. Ela é a arma de apoio ao combate que tem como missão principal proporcionar a mobilidade, a contra mobilidade e a proteção, caracterizando-se como um fator multiplicador do poder de combate (ARMA DE ENGENHARIA, 2021).

Assim, entre os diversos trabalhos que a arma de engenharia executa, a mobilidade é o conjunto de trabalhos desenvolvidos para proporcionar as condições necessárias ao movimento contínuo e ininterrupto de uma força amiga. Os engenheiros realizam trabalhos de abertura de passagens em obstáculos, de transposição de cursos de água, de navegação em vias interiores, de conservação e reparação de pistas e estradas, de destruição de posições organizadas do inimigo, proporcionando condições para que a manobra tática obtenha rapidamente vantagens sobre a posição do inimigo.

Atualmente, em tempos de paz, a engenharia militar do Exército está sendo cada vez mais empregada em obras de construção de estradas, ferrovias, aeroportos entre outras de suma importância para o desenvolvimento do Brasil e melhor qualidade de vida da população.

Dentre as modalidades de transporte, o transporte rodoviário ocupa papel de destaque no Brasil, sendo responsável por cerca de 65% da movimentação de cargas. Dessa forma, a malha rodoviária é de extrema importância para o desenvolvimento do país. Então, o Exército Brasileiro tem atuado em conjunto com o DNIT em 13 empreendimentos de construção e manutenção rodoviária. As obras acontecem em 11 estados, totalizando 1.167,4 quilômetros de execução (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2019).

Portanto, é oportuno estudar a questão de adquirir novos equipamentos de pavimentação asfáltica para a Força Terrestre, com intuito de utilizar o que há de mais moderno no mercado,

com maior custo benefício e rendimento para bem cumprir a missão de contribuir com o desenvolvimento nacional.

Dessa forma, esse trabalho irá retratar os tipos de pavimentação asfáltica, focalizando no asfalto flexível, abordando os diversos equipamentos utilizados para pavimentação desse tipo de asfalto com ênfase nos equipamentos mais modernos. O intuito é chegar a uma conclusão sobre as vantagens para o Exército Brasileiro em adquirir esses equipamentos.

Assim, essa monografia se justifica pois as rodovias é o meio principal e mais utilizado pelo Brasil no escoamento de produtos dos diversos tipos, transito de pessoas e veículos. Dessa forma, é de vital importância para o Exército estar cada vez mais preparado, com equipamentos modernos, de maior desempenho, que proporcionem melhor rendimento, facilidade nas operações com um bom custo benefício. Além disso, com a atual conjuntura global cresce de importância a Força Terrestre brasileira estar sempre atualizada com ótimos implementos para realizar com eficácia sua função e garantir a soberania nacional.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Descrever sobre os equipamentos utilizados para a pavimentação de asfalto flexível, bem como avaliar possíveis aquisições de equipamentos modernos para o Exército brasileiro.

1.1.2 Objetivos específicos

Retratar o tipo de pavimentação asfáltica flexível;

Revelar os equipamentos de pavimentação utilizada pela engenharia do Exército Brasileiro;

Analisar os equipamentos mais modernos no mercado e se é vantajoso para a Força adquiri-los.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EMPREGO DA ENGENHARIA

Conforme o manual EB70-MC-10.237 (Engenharia nas Operações, 2018, p. 2-1); a Engenharia é a arma de apoio ao combate que tem como missão principal apoiar as operações conduzidas pela Força Terrestre, por intermédio das atividades de Ap MCP (apoio a mobilidade, contra mobilidade e proteção) e Ap Ge Eng (apoio geral de engenharia).

Com o avanço da globalização, intensificaram-se as relações internacionais entre os Estados. Dessa forma, os países visam projetar seu poder por meio de formas persuasivas e coercitivas para garantir sua soberania e vislumbrar se tornar uma potência no cenário mundial. Assim, cresce de importância para o Exército Brasileiro estar cada vez mais moderno e atualizado frente às inovações.

O poder militar representa diretamente a força a que se refere a dimensão corretiva do poder. Porém, a notória capacidade militar de um estado pode gerar admiração e respeito de tal forma que passa a influenciar os demais também pela sua autoridade. Assim, abre a possibilidade de que um mandante o utilize também de forma indireta, como ferramenta da dimensão persuasiva de poder. Esse potencial de utilização dá origem ao conceito de fungibilidade das forças armadas (NYE JR, 2004 apud ALSINA JR, 2009).

Quanto mais fungível uma força armada, maior a possibilidade de seu emprego indireto produzir resultados úteis aos diversos campos do poder como o econômico, psicossocial e científico-tecnológico. Assim, a política externa, quando corretamente articulada com as forças armadas, tem seu poder de negociação multiplicado, o que implica no aumento do poder de pressão e de sedução do país no cenário internacional (APOSTILA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS, Academia Militar das Agulhas Negras, 2020, p. 144).

Hodiernamente, com o advento do combate moderno, o Exército possui vários objetivos que visam modernizar a força e capacitá-la para os diversos tipos de missões.

A Engenharia atua, em tempos de paz, em obras de construção, pavimentação de estradas, aeroportos, ferrovias, poços artesianos, pontes entre outras tarefas de cooperação pública. A função de combate logística desempenha papel fundamental no sucesso das operações militares. Para tanto, deve ser coerentemente planejada e executada desde o tempo de paz, bem como estar sincronizada com todas as ações planejadas da manobra.

A logística reúne o conjunto de atividades referentes a materiais de engenharia – previsão e provisão de material das classes IV (construção e fortificação) e VI (engenharia e cartografia) – ao planejamento e a produção de água tratada, à gestão ambiental, ao controle dos bens imóveis e à execução de obras e serviços de engenharia, com o objetivo de obter, adequar, manter e reparar a infraestrutura física que atenda às necessidades logísticas da Força Terrestre.

Desde as fases iniciais do planejamento até a execução, devem ser consideradas as disponibilidades de materiais, equipamentos e mão de obra, bem como a possibilidade de máxima utilização da infraestrutura e das instalações existentes, valendo-se da contratação e/ou mobilização de órgãos ou empresas civis especializadas (Manual de Campanha, A ENGENHARIA NAS OPERAÇÕES, 2018, P. 8-1).

O órgão direcional do Exército Brasileiro responsável pelo planejamento, coordenação, controle das obras de engenharia essenciais à operacionalidade e ao apoio à família militar, de cooperar com o desenvolvimento nacional e supervisionar a administração do patrimônio da união jurisdicionado a Força é o Departamento de Engenharia e Construção (DEC).

2.2 TIPOS DE PAVIMENTAÇÃO

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2006), o pavimento de uma rodovia consiste de uma superestrutura formada por um sistema de camadas de espessura finita, construída após a terraplenagem, destinada a resistir e distribuir os esforços verticais oriundos dos veículos, a melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança, e a resistir aos esforços horizontais, tornando mais durável a superfície de rolamento. Essas camadas são divididas em revestimento, base, sub-base, reforço de subleito e subleito.

Os pavimentos são estruturas de múltiplas camadas, sendo o revestimento a camada que se destina a receber a carga dos veículos e mais diretamente a ação climática. Portanto, essa camada deve ser tanto quanto possível impermeável e resistente aos esforços de contato pneu-pavimento em movimento, que são variados conforme a carga e a velocidade dos veículos. Na maioria dos pavimentos brasileiros usa-se como revestimento uma mistura de agregados minerais, de vários tamanhos, podendo também variar quanto à fonte, com ligantes asfálticos que, de forma adequadamente proporcionada e processada, garanta ao serviço executado os 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 (BERNUCCI, Liedi Bariani,...et al, 2010, p. 157).

Os pavimentos podem ser divididos em dois tipos – flexível e rígido. Os pavimentos flexíveis são aqueles compostos por revestimento asfáltico (CAUQ). Já os pavimentos rígidos são aqueles em que o revestimento é constituído por placas de concreto de cimento Portland segundo Bernucci et al, 2010.

O asfalto utilizado em pavimentação é um ligante betuminoso que provém da destilação do petróleo e que tem a propriedade de ser um adesivo termoviscoelástico, impermeável à água e pouco reativo (SOARES, Jorge Barbosa ... et al, 2010, p. 26).

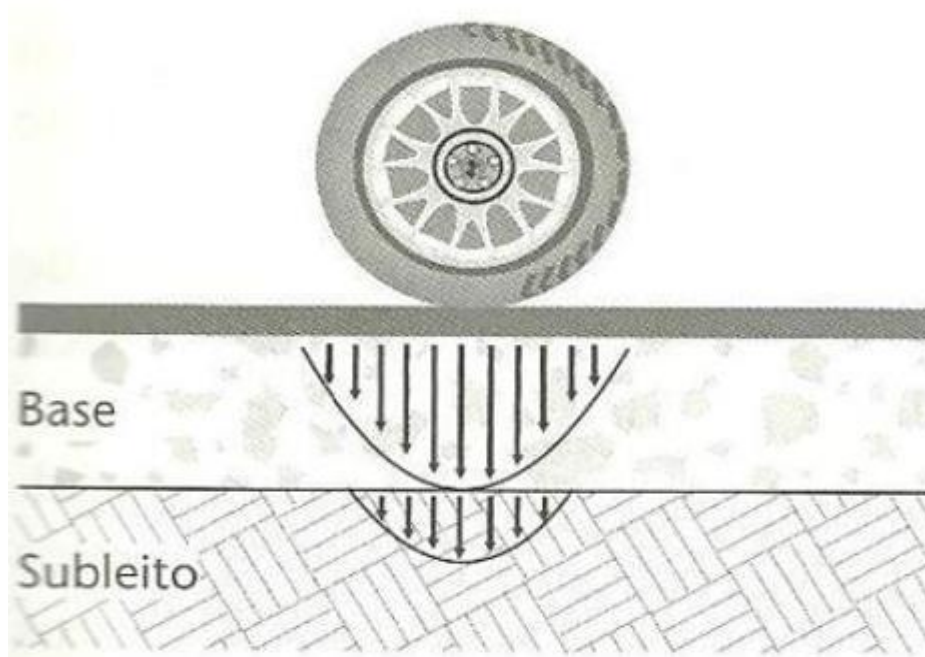
Dentro da engenharia rodoviária, cada tipo de asfalto se destina a um fim. Por exemplo: o ADP é utilizado para a imprimação (impermeabilização) da base dos pavimentos. Por outro lado, o CAP e as emulsões asfálticas são constituintes das camadas de rolamento das rodovias, de maneira que o CAP entra como constituinte dos revestimentos asfálticos de alto padrão como o CBUQ - Concreto Betuminoso Usinado a Quente - ao passo que as emulsões asfálticas são constituintes dos revestimentos de médio e baixo padrão, como os pré-misturados a frio e a quente (PMF e PMQ) e os tratamentos superficiais, as lamas asfálticas e microasfalto (BERNUCCI, Liedi Bariani,...et al, 2010).

Segundo pesquisa da Confederação Nacional de Transporte (CNT), 48,3% das rodovias brasileiras apresentam algum tipo de problema no pavimento, sendo avaliada como regular, ruim ou péssima no que diz respeito à condição da superfície do pavimento, onde os problemas estruturais e funcionais aparecem precocemente, em média, sete meses após a entrega da obra rodoviária (CNT, 2017).

Nota-se então, a relevância de conhecer melhor o tipo de pavimento usado em nossas vias, saber as vantagens e desvantagens de cada processo de execução do pavimento, analisando sua viabilidade técnica e econômica, e com isso considerar os meios mais favoráveis para a sua construção.

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), os pavimentos flexíveis são aqueles compostos por uma camada superficial asfáltica – revestimento, apoiadas em camadas de base, sub-base e de reforço do subleito, constituídas por materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem adição de agentes cimentantes, e que sob carregamento sofre deformação elástica em todas as camadas, ou seja, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes e com pressões concentradas (Figura 1).

Figura 1: Resposta mecânica do pavimento flexível



Fonte: Baldo, 2007

Com relação aos materiais utilizados nos pavimentos flexíveis, os agregados correspondem entre 90% e 95% do revestimento, sendo responsável por suportar e transmitir as cargas aplicadas pelos veículos e resistir ao desgaste sofrido pelas solicitações. Já o material betuminoso – asfalto, corresponde entre 5% e 10% do revestimento, tendo função aglutinante e ação impermeabilizante (BERNUCCI et al., 2010).

Dentre os tipos de revestimento dos pavimentos flexíveis, existem as misturas usinadas. Para Bernucci et al. (2010), essa mistura de agregados e ligante é feita em uma usina estacionária, e posteriormente transportada para o local de utilização.

Ainda segundo Bernucci et al. (2010), um dos tipos mais utilizados no Brasil é o concreto asfáltico usinado a quente – CAUQ (Figura 2).

Figura 2: Rodovia pavimentada com CAUQ



Fonte: Rodocon, 2017

2.3 EQUIPAMENTOS DE PAVIMENTAÇÃO

Antes da pavimentação asfáltica propriamente dita, são feitos trabalhos de terraplanagem na preparação do terreno, preparando a sub-base e a base para receber o asfalto. Nessa etapa, são empregados diversos equipamentos. Contudo, essa pesquisa irá focar nos equipamentos da fase de pavimentação e lançamento do asfalto até sua conclusão.

Será retratado a pavimentadora, rolo pneumático, rolo compactador liso, distribuidor de asfalto, fresadora, máquina de cortar e recuperar asfalto. Dentre esses equipamentos, irá ser detalhado suas capacidades, características específicas, funcionalidade e emprego.

2.3.1 Pavimentadora de asfalto

A pavimentadora é um veículo essencial para pavimentação de vias, ela que executa os trabalhos de lançamento da mistura asfáltica. Seu sistema garante extrema eficiência para a qualidade final do pavimento graças a sua capacidade de nivelar, aplicar e pré-compactar o

concreto asfáltico nas rodovias, aperfeiçoando assim o alinhamento do solo, o que deixa a pista reta e sem deformidades. Essa máquina, funciona em diferentes etapas. A primeira é quando a massa asfáltica é despejada no veículo. O material é transportado por largas travessas metálicas até os distribuidores elíquedais, que são responsáveis por proporcionar o fluxo uniforme da massa. Com isso, sensores de alimentação automática garantem uma pavimentação constante e uniforme sobre toda a largura da mesa. Por fim, todo o material distribuído é pré-compactado e alimentado pela mesa (PAVIMENTADORA, ..., 2018).

Após esse processo, o sistema rodagem e a tração dos pneus são capazes de empurrar a máquina seguindo então todo o percurso, até o final da aplicação da massa asfáltica.

Há no mercado diversos tipos de máquinas. Cada uma oferece diferentes componentes para realizar o trajeto, como esteiras de borracha, pneus e esteiras de aço. As pavimentadoras com esteira de borracha e rodas oferecem alta mobilidade em projetos que exigem muita movimentação, conseguindo grande rendimento em obras urbanas. Já as com esteiras de aço têm ótima performance em pisos com baixa aderência e se adaptam facilmente em terrenos irregulares (PAVIMENTADORA, ..., 2018).

Figura 3: Pavimentadora de asfalto



O modelo de Pavimentadora AP555F da Caterpillar é um dos mais novos disponível no mercado. Segundo a empresa, ela possui:

- Faixa de pavimentação de 2,55 a 5 m;
- Velocidade de pavimentação de 25 m/min;
- Velocidade Máxima de percurso de 11 km/h;
- Velocidade de pavimentação com pesa vibratória de 64 m/min;
- Capacidade produtiva de 1168 tonnes/hora;
- Largura máxima de pavimentação de 7,5 m;
- Potência de 106 kw;
- Peso de 13800 kg, e,
- Capacidade do tanque de combustível de 179 litros.

Tendo em vista as características apresentadas, pode-se concluir que é um equipamento com grande capacidade de pavimentação e rendimento, pois é possível pavimentar trechos de até 7,5 m de largura com apenas um sentido de rodagem. Isso, proporciona grande economia de tempo de trabalho e, conseqüentemente, menor tempo para a conclusão da obra.

Além disso, é um bem durável e de extrema importância para execução das obras. Seu preço na Caterpillar está em torno de 500 mil reais. Então, é viável para o Exército Brasileiro adquirir tal implemento.

2.3.2 Rolo compactador

A fase de compactação de solos e asfaltos são fases importantes no processo de construção de rodovias. As falhas ao compactar o subleito de uma rodovia podem comprometer todas as camadas acima. Neste trabalho, abordaremos com mais detalhe os rolos utilizados na fase da compactação asfáltica, entretanto é importante conhecer o rolo corrugado, utilizado nos trabalhos de terraplanagem.

Os rolos compactadores, são equipamentos destinados à etapa de compactação de algum tipo de material, normalmente de uma rua ou rodovia que acabou de ser asfaltada. Em trabalhos de terraplanagem, o objetivo é compactar a terra para preencher vazios no solo, aumentando a capacidade de suporte do mesmo. Já na compactação asfáltica, o rolo compacta os outros materiais como brita ou asfalto para garantir principalmente a durabilidade desse asfalto. Além disso, também sela a superfície para que a água não penetre em sua estrutura (ROLO COMPACTADOR ..., 2018).

2.3.2.1 Rolo compactador liso

O KL, como é abreviado nos BEC, é destinado à compactação de base, normalmente para trabalhos terraplanagem ou asfalto. O equipamento atua com um peso excêntrico que fica localizado no eixo central do cilindro. Ao acionar o movimento rotativo, o cilindro vibra subindo em uma pequena altura, chamada amplitude, e golpeando o solo várias vezes por segundo. Isso faz com que a força aplicada seja potencializada e dessa maneira, as ondas de choque são geradas para todas as direções, o que provoca vibrações que reduzem o atrito entre as partículas e facilita a compactação (ROLO COMPACTADOR ..., 2018).

Segundo Guimarães (2001), são os rolos nos quais a parte que entra em contato com o material a ser comprimido, responsável pela operação e componente da parte rodante, é constituída por rodas metálicas onde o peso do equipamento é transferido ao material.

Para os rolos lisos vibratórios, seu uso depende da frequência e amplitude. Geralmente a frequência mantém-se fixa entre 45 e 50 Hz, podendo ajustar-se a amplitude, que oscila em geral entre 0,40 e 0,85 milímetros. A força centrífuga varia entre 40 kN, em amplitude baixa com os modelos pequenos, e 190 kN em máquinas maiores com amplitude alta. (FERNANDEZ, 2006).

Figura 4: Rolo compactador liso



Fonte: Caterpillar, 2021

O modelo CS68B da Caterpillar possui:

- Peso de 14,3 toneladas;
- Largura de compactação de 2,1 m;
- Velocidade de percurso de 11,4 km/h;
- Raio de giro de 3,6 m;
- Potência de 117 kw;
- Amplitude nominal de 2,1 mm;
- Força centrífuga de 301 kN;
- Capacidade do tanque de combustível de 242 l.

Segundo a Caterpillar, o rolo compactador de solo vibratório combina produtividade com conforto para o operador ao mesmo tempo que continua o legado de durabilidade, confiabilidade e facilidade de manutenção.

Tendo em vista as capacidades apresentadas, pode-se concluir que o modelo CS68B é um equipamento que possui grande potência e durabilidade nos trabalhos devido a sua ampla capacidade do reservatório de combustível.

O rolo compactador liso da Caterpillar está custando atualmente no mercado por volta de 300 mil reais.

2.3.2.2 Rolo pneumático

O KP, é uma máquina de compactação e terraplanagem, dotada de rolos estáticos pneumáticos e tem maior utilização em áreas onde o terreno não pode sofrer vibrações, como aquelas próximas a edifícios e pontes. É empregado em operações de pequeno a médio porte, principalmente em materiais de base granular. Os rolos pneumáticos não são recomendados para atividades de alta produção, em projetos de aterro com grossas camadas de material solto (DICIONÁRIO DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2020).

Para selar e dar o acabamento final na camada asfáltica, usamos os rolos compactadores pneumáticos. Seus pneus de eixo dianteiro ficam posicionados entre os espaços dos pneus do eixo traseiro. Isso garante uma largura total de rolagem. Por se tratar de um rolo estático que não gera as ondas de choque que os cilindros vibratórios produzem, utiliza-se esse tipo de rolo para compactar pontes, viadutos e demais locais onde a compactação vibratória não é permitida.

Assim que a máquina pavimentadora distribui a massa asfáltica, o KP vem compactando-a, ainda quente, através da mudança de pressão dos pneus, conforme as necessidades da obra no momento.

Figura 5: Rolo compactador pneumático



Fonte: Caterpillar, 2021

O modelo CW34 da Caterpillar possui:

- Peso de 10 toneladas;
- Largura de compactação de 2 m;
- Raio de gira de 6 m;
- Velocidade de percurso de 19 km/h;
- Possui 8 rodas;
- Potência do motor de 96.5 kw;
- Capacidade do tanque de combustível de 270 l;
- Capacidade do reservatório de borrifo de água de 380 l.

Segundo a empresa, o CW34 é um rolo compactador de 8 rodas que conta com um sistema de lastro modular e peso operacional flexível, atingindo de 10 a 27 ton. Oferece excelente visibilidade, opera em modo econômico, compacta uniformemente a superfície e excelência em variedades de materiais, devido ao flexível recurso air-on-the-run.

O rolo compactador pneumático está custando por volta de 250 mil reais.

2.3.3 Distribuidor de Asfalto

O distribuidor de asfalto, basicamente, é um caminhão adaptado com um tanque contendo no seu interior uma serpentina para aquecer o líquido betuminoso. Seu objetivo é espalhar a emulsão asfáltica sobre o local a ser pavimentado.

Conforme retrata o portal Indústria Hoje:

O espargidor de asfalto é uma máquina que detém em seu tanque emulsões asfálticas de aquecimento e bombeamento para pavimentar o solo de rodovias e vias públicas. As pinturas recebem impermeabilizantes e ligas que realizam a aspersão do piche, ou seja, este equipamento é responsável por imprimir a pista na área construída. Com o processo de tecnologia avançado, há modelos de espargidor que não necessitam de operadores para controlar a barra ou *caneta espargidora* localizadas na parte de trás do caminhão, são automatizados por meio de GPS.

O motor hidráulico, bomba de fluxo variável e um painel lógico programado, estando alinhados oferecem maior exatidão, assim a faixa de aplicação do material decorrerá normalmente sem apresentar deformidades. No mercado existem diferentes tecnologias para a barra espargidora, há modelos equipados com controle eletrônico, pneumáticos, tapa-buraco, entre outros, cada equipamento oferece uma maneira distinta no momento de aplicar à emulsão asfáltica a base de petróleo.

Figura 6: Caminhão distribuidor de asfalto



Fonte: Marini Latin America Fayat Group, 2021

O Espargidor de asfalto HE da Bomag Marini possui:

- Potência de 9,5 cv a 1800 rpm;
- Capacidade do tanque de betume asfáltico de 6000l;
- Vazão por bico de 12 l/h;
- Pressão de 120 psi;
- Largura de 2370 mm;
- Peso de 2000 kg;
- Barra espargidora de 3600 mm;
- Caneta espargidora com alcance de 8000 mm.

O Distribuidor de Asfalto He, da Bomag Marini Latin America, empresa do Grupo FAYAT, que produz equipamentos para construção de estradas, retrata que é um equipamento

usado na distribuição de betume asfáltico em obras de pavimentos rodoviários, indicado para operar emulsões asfálticas e asfaltos diluídos (AECWEB, 2020).

O DA está custando no mercado cerca de 50 a 240 mil, depende do modelo da máquina de transporte. É um equipamento simples no que diz respeito às suas funcionalidades.

2.3.4 Fresadora

É utilizada em trabalhos de nivelamento, acabamento, reparo, texturização da camada superficial do pavimento. O acúmulo dessas camadas superpostas é um problema que afeta grande parte das estradas antigas por todo Brasil. Conforme vai se adicionando camadas, para aumentar a vida útil do pavimento, os meios-fios e esgotos são tapados, gerando problemas de drenagem. O aplainamento a frio é um método econômico para resolver esse problema.

A FS de asfalto é um tipo de equipamento que destrói a camada mais externa do asfalto, permitindo que ele seja recapeado de forma muito mais simples e barata. Esse processo de fresa e recapeamento foi à primeira forma de reciclagem do asfaltamento a ser feita. O fresamento do asfalto pode ajudar, assim, a evitar que as pequenas fissuras, ainda na camada mais externa da cobertura, se tornem um problema maior e mais complicado, economizando muito no valor da renovação do asfalto, ideal para grandes estradas e ruas, ou mesmo para empresas que precisam criar grandes estacionamentos e similares (MAQUINAS E EQUIPAMENTOS, 2018).

Outro trabalho que a fresadora de asfalto é capaz de fazer é a microfresagem, que faz com que o asfalto ganhe pequenos frisos, que vão aumentar a aderência dos pneus dos veículos mesmo em situações desfavoráveis, como em caso de chuva, além de evitar o empoçamento de água que pode danificar o asfalto ainda mais em médio e longo prazo.

Figura 7: Fresadora de asfalto



Fonte: Caterpillar, 2021

A aplainadora a frio modelo PM310 da Caterpillar possui:

- Largura de fresagem de 1000 mm;
- Profundidade de fresagem de 330 mm;
- 91 brocas;
- Potência de 246 kw;
- Velocidade de percurso de 5.5 km/h;
- Velocidade de fresagem de 33 m/min;
- Peso de 21780 kg;
- Tanque de combustível com capacidade de 600 l;
- Tanque do sistema de borrifo de água com capacidade de 1260 l.

Segundo a Caterpillar:

As Aplainadoras a Frio Cat® colocam as toneladas nos caminhões hora após hora, turno após turno. A produção não está somente relacionada à potência. Também tem a ver como a aplainadora a frio envia a potência para o rotor. Os sistemas de comando do rotor Cat são os mais eficientes e melhores produzidos na indústria. O controle de carga Cat oferece o sistema mais responsivo, mantendo a rotação do motor próximo ao torque de pico sempre quando o corte fica difícil. Os cantos do cortador Cat duram mais tempo para aumentar o tempo de atividade e também a produção. Superfícies fresadas limpas são deixadas para trás devido ao controle preciso de pressão da lâmina. A opção Cat Grade and Slope está disponível para todos os requisitos da aplicação.

O modelo PM310 é um equipamento eficiente e altamente manobrável, executa remoção controlada e de profundidade total de pavimentos de asfalto e concreto em uma única passada. A máquina está custando atualmente cerca de 600 mil reais.

2.3.5 Máquina de cortar asfalto

É um equipamento extremamente versátil, leve e de fácil manuseio. Ela é utilizada para cortar asfalto e concreto, possui um disco móvel regulável. Esta máquina é empregada bastante em operações de “tapa-buraco” e na retirada das bordas para fazer as emendas na pavimentação.

Conforme retrata a empresa CSM o modelo AP 125, é uma máquina de alta eficiência e rendimento, baseada em um conceito mecânico simples e versátil, que gera uma máquina com excelente custo-benefício e alta velocidade de corte. A serra possui sistema de rosca com manivela superior para a regulagem da altura do disco de corte e está equipada com proteção de polias, dispersor de água que proporciona segurança e ótima refrigeração do disco, além de um tanque de água de fácil remoção.

Figura 8: Máquina de cortar asfalto



Fonte: CSM máquinas e equipamentos, 2021

A máquina de cortar asfalto da empresa CMS modelo 125 possui:

- Diâmetro do disco de 450/25,4 mm;
- Rotação máxima de 2700 rpm;
- Profundidade de corte de 160 mm;
- Potência do motor de 13 hp;
- Capacidade do tanque de combustível de 6,5 l;
- Capacidade do tanque de água de 30 l;
- Peso de 125 kg.

O modelo CSM 125 é um equipamento extremamente leve e de fácil manuseio. Atualmente, a máquina está sendo avaliada entre 6 a 10 mil reais.

2.3.6 Recuperadora de asfalto

A construção de uma rodovia necessita de muitos insumos para a fabricação do pavimento asfáltico, além de grande quantidade de mão de obra, equipamentos, custos para a união e tempo para sua conclusão, o que atrasa o desenvolvimento do país, devido ao não escoamento de produtos e pessoas.

Os pavimentos rodoviários sofrem deterioração devido a ação do tráfego ao longo do seu uso e das intempéries, surgindo a necessidade de recupera-lo ou reabilitá-lo.

A reciclagem de pavimento tem conquistado os órgãos governamentais e ambientais, por ser uma opção economicamente viável e diplomaticamente correta, por viabilizar o reaproveitamento parcialmente integral dos elementos, possibilitando menor extração de recursos naturais, diminuição dos gastos de energia e minimizando os impactos ambientais. (BRUGNOLI et al, 2018)

O asfalto original é raspado e triturado pela recicladora, e então aditivado para que se torne novamente aplicável. Todo o processo é bastante rápido e pode ser feito faixa a faixa, não precisando de um bloqueio total da via a ser asfaltada, permitindo assim, o tráfego de veículos durante os trabalhos. Todo o processo é feito quase que simultaneamente. A recicladora passa raspando o asfalto, que é depositado em um caminhão de carga que precisa vir logo atrás da recicladora, recolhendo o substrato para que ele possa ser aditivado e reaplicado. (GRUPO APC, 2018).

Todo esse processo é extremamente eficiente, simples e faz com que o recapeamento feito tenha muito mais resistência, qualidade, e esteja pronto em muito menos tempo, para então ser fresado ou apenas entregue para o uso.

Figura 9: Recuperadora de asfalto



Fonte: Caterpillar, 2021

O modelo RM500B da Caterpillar possui:

- Peso de 28400 kg;
- Largura de corte de 2,4 m;
- Velocidade de operação de 3,2 km/h;
- Profundidade máxima de corte de 508 mm;
- Velocidade de percurso de 10 km/h;
- Potência de 403 kw;
- Capacidade do tanque de combustível de 1056 l.

As recuperadoras de rodovias pulverizam a camada de asfalto e a misturam com a base subjacente para estabilizar rodovias deterioradas. Essas máquinas podem acrescentar emulsões asfálticas ou outros agentes de ligação durante pulverização ou durante uma passada de mistura separada. Implementações e versatilidade proporcionam a este poderoso e durável produto um valor excepcional. Elevada produção e excelente qualidade são aspectos relevantes a este equipamento, além do seu baixo custo de operação e de manutenção (Caterpillar, 2020).

O modelo RM500B da Caterpillar está avaliado em cerca de 680 mil reais.

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE PESQUISA

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica a respeito dos diversos equipamentos utilizados na pavimentação asfáltica. Foi abordado o emprego da arma de engenharia baseada nos manuais de campanha do Exército Brasileiro. Além disso, foi retratado os tipos de pavimentos, com intuito de proporcionar base teórica para compreender os tipos de equipametos utilizados. Para concluir foi feito uma análise dos equipamentos mais moderno do mercado, enfatizando as vantagens para a Força Terrestre em adquirir tais implementos para contribuir, de maneira mais eficiente, para o desenvolvimento nacional.

Antes da pavimentação asfáltica propriamente dita, são feitos trabalhos de terraplanagem na preparação do terreno, preparando a sub-base e a base para receber o asfalto. Nessa etapa, são empregados diversos equipamentos. Contudo, neste trabalho foram abordados os equipamentos na fase de pavimentação e lançamento do asfalto até sua conclusão.

Dessa forma, foi retratado a pavimentadora, o rolo compactador pneumático, rolo compactador liso, distribuidor de asfalto, fresadora, máquina de cortar asfalto e máquina recuperadora de asfalto. Dentre esses equipamentos, foi demonstrado suas capacidades, características específicas, funcionalidade e emprego.

Os equipamentos de estudo foram avaliados de acordo com o atual emprego do 2º BEC, situado na cidade de Teresina, estado do Piauí, na região nordeste do território brasileiro.

3.2 MÉTODOS

Primeiramente, foram demonstrados as características, funcionalidades e emprego dos equipamentos de maneira geral. Depois, foi detalhado especificamente o equipamento mais moderno das melhores empresas no mercado mundial, mostrando suas características diferenciais detalhadas. Com intuito de concluir as vantagens para o EB de renovar sua frota de maquinários voltado para área de construção de rodovias.

Os equipamentos demonstrados foram de acordo com o que há de mais moderno no mercado. Para isso, as pesquisas foram feitas em empresas multinacionais conceituadas no mercado no que se refere a equipamentos de pavimentação.

A Caterpillar (CAT) é uma empresa de origem estadunidense que fabrica máquinas, motores e veículos pesados, voltados principalmente para a construção civil e mineração. Possui mais de 90 anos de história, presente no Brasil desde 1954 é líder no setor de vendas, sendo a principal exportadoras de equipamentos pesados tais como motoniveladoras, tratores de esteira, carregadeiras de rodas, retroescavadeiras, compactadores, escavadeiras hidráulicas e grupos geradores. Todos estes produtos são vendidos para mais de 120 países (CATERPILLAR, 2020).

Foi utilizado também dados da multinacional Bomag Marini que produz equipamentos para construção de rodovias altamente modernos. Essa empresa iniciou a fabricação da primeira usina de asfalto no Brasil em 1958. A partir dessa data, expandiram sua comercialização para toda América Latina. A indústria é referência em qualidade dos equipamentos por todo globo.

A Bomag Marini Latin América pertence à divisão Road Equipment do Grupo Fayat, fornecedor da maior gama de equipamentos para construção de estradas a nível mundial. Além disso, o grupo conta com um centenário de marcas como a Marini (Itália) e Ermont (França), oferecendo a mais alta tecnologia em usinas de asfalto, bem como da Bomag (Alemanha), líder mundial em compactação. Todos os equipamentos usam tecnologias avançadas e atendem aos mais exigentes critérios em termos de confiabilidade, segurança, lucratividade e proteção ambiental (BOMAG MARINI, 2020).

Além disso, para nacionalizar as pesquisas, foi abordado a empresa CSM máquinas e equipamentos. Ela foi fundada em 1979, destaca-se na fabricação de máquinas, equipamentos e sistemas para construção civil e movimentação de materiais. Está constantemente investindo

na melhoria e desenvolvimento de novos implementos para manter-se entre as empresas de nível de qualidade mundial.

A empresa fabrica e comercializa principalmente maquinários leves em comparação com as outras firmas abordadas na pesquisa, tais como a máquina de cortar asfalto, alisadoras de concreto, argamassadeiras, betoneiras, compactadores de percussão, cortadores de blocos, grupos geradores, guinchos de coluna, moto bombas, motores de acionamento, motores estacionários a combustão, placas vibratórias, serras para cortar piso e asfalto, talhas manuais, vibradores de imersão, carros-guincho, monovias, transtainers, talhas elétricas de cabo de aço, pontes e pórticos rolantes, pórticos sobre pneus, fôrmas metálicas para pré-moldadores e construtoras, centrais de concreto, misturadores de agregados, silos para cimento, máquinas para fabricação de tubos de concreto, entre outros sistemas construtivos (CSM MAQUINAS E EQUIPAMENTOS, 2020).

3.3 CUSTOS

Os investimentos do governo em construção, ampliação e restauração de rodovias está crescente. Diversas licitações são realizadas com intuito de contratar empresas para realizar tal empreendimento. O Exército Brasileiro é o principal requisitado para essa atividade, pois economizam recursos públicos, visto que na maioria das obras, feitas pela engenharia do Exército, foram concluídas sem usar todo dinheiro disponível para construção, devolvendo assim, saldo positivo para união, podendo ser empregados em outros setores como saúde e educação.

O ministro da Infraestrutura, Tarcísio, revelou que foram investidos 3,5 bilhões na realização de obras por todo país ao longo do primeiro semestre de 2020, e já estão previstos 4,5 bilhões para serem empregados no segundo semestre em infraestrutura (ECONOMIA,2020).

Dessa forma, percebe-se que a modernização e construção de novas rodovias é de vital importância para o desenvolvimento do país. Segundo o guia de preços Habitissimo, os custos médios para a pavimentação de 1 km de rodovia é 1,5 milhões de reais. Apesar de serem investimentos na casa de bilhões, as estradas são muito importantes para o escoamento de produtos e tráfego de pessoas.

4 ANÁLISE DO 2º BEC

O 2º Batalhão de Engenharia de Construção (2º BEC), com sede em Teresina-PI, foi fundado em 30 de dezembro de 1957 e instalado no dia 13 de maio de 1958, ano de uma das maiores secas que já assolou o Nordeste. O Batalhão iniciou seus trabalhos com obras ferroviárias e, após 1965, passou a atuar também em obras rodoviárias em face da necessidade da implantação e construção da BR 316-MA – Rodovia Pedro Teixeira. Dentre suas diversas obras realizadas, destacam-se a ferrovia Teresina-Piripiri, com 160 Km e a rodovia PI-5, Floriano-Canto do Buriti, com mais de 100 Km (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2021).

Assim, percebe-se a importância que um BEC é para a Nação, desde sua criação, o batalhão vem contribuindo para a redenção do Meio Norte do Brasil com obras de alcance sócio-econômico-militar em prol do desenvolvimento e maior integração do Brasil, apresentando um invejável acervo de realizações na área da infraestrutura.

O Batalhão Heróis do Jenipapo, possui uma das maiores frotas de equipamentos do Exército Brasileiro. Atualmente, a unidade está trabalhando no melhoramento e pavimentação da rodovia estadual MA-034, em São João dos Patos, estado do Maranhão. Além disso, realizando a manutenção da rodovia BR-222, entre as cidades de Piripi/PI e São João do Arraial/PI com extensão de mais de 100 km (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2021).

Desta forma, nota-se que o BEC está constantemente sendo empregado em mais de uma obra, enfatizando para Força Terrestre a necessidade de possuir maquinários modernos para bem cumprir seus trabalhos.

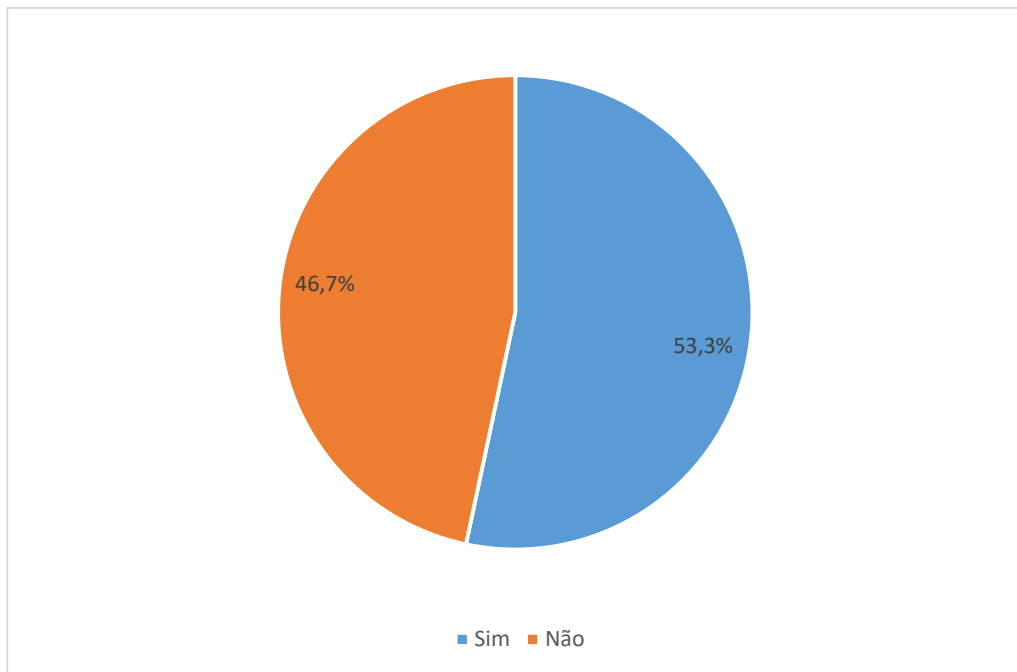
5 PESQUISA DE OPINIÃO

Foi realizada uma pesquisa de opinião (APÊNDICE A) com os cadetes do 4º, 3º e 2º ano do Curso de Engenharia da AMAN, relacionada aos equipamentos de pavimentação asfáltica contemporaneamente. A pesquisa foi feita no dia 05 de novembro de 2020 e teve como objetivo conhecer o ponto de vista de cada Cadete, futuro Aspirante a Oficial do Exército Brasileiro, a respeito dos maquinários de engenharia, enfatizando a viabilidade da força possuir equipamentos cada vez mais modernos para melhor contribuir com o desenvolvimento social.

5.1 PERGUNTAS E RESULTADOS

A primeira questão tem por intenção verificar, na concepção dos futuros oficiais, se a arma de engenharia do Exército Brasileiro possui equipamentos modernos para realizar os trabalhos de pavimentação. A pergunta faz referência direta ao ponto de vista do militar. Sendo assim, verificou-se que 53,3% dos cadetes optaram por “Sim”, e 46,7% optaram por “Não”.

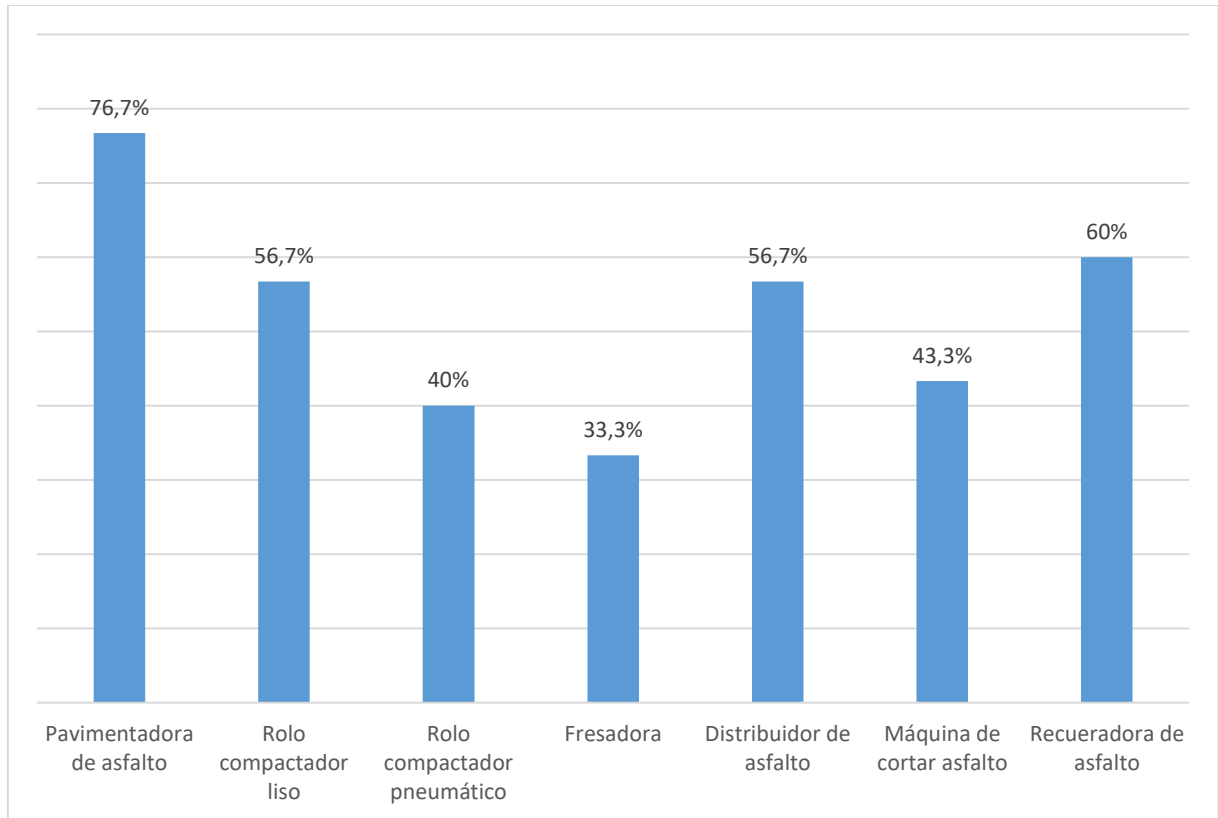
Gráfico 1 – Resultado da 1ª questão



Fonte: AUTOR (2020)

A segunda questão faz referência aos equipamentos de pavimentação asfáltica retratados por essa pesquisa, selecionando quais o Exército Brasileiro deveria dar ênfase em sua aquisição, com intuito de manter a frota atualizada, com os melhores equipamentos, frente as inovações tecnológicas. Verificou-se que 76,7% dos cadetes optaram pela modernização da pavimentadora, 56,7% pelo rolo compactador liso, 40% pelo rolo compactador pneumático, 33,3% pela fresadora, 56,7% pelo distribuidor de asfalto, 43,3% pela máquina de cortar asfalto e 60% pela recuperadora de asfalto.

Gráfico 2 – Resultados da 2ª questão



Fonte: AUTOR (2020)

5.2 ANÁLISE E OBSERVAÇÕES

A primeira pergunta aborda se a Força Terrestre possui equipamentos modernos. Com as respostas, podemos concluir que houve uma grande divisão na concepção dos futuros oficiais, pois a porcentagem foi bastante ampla para as duas ideias. Foi verificado que 53,3% das opiniões observaram que a engenharia do Exército Brasileiro possui uma frota de equipamentos modernos para realizar os trabalhos nas obras de construção de rodovias no Brasil. Por oposição, 46,7% dos Cadetes acreditam que os maquinários estão obsoletos.

Dessa forma, pelos dados apresentados, percebe-se ambiguidade nas ideias, pois não há uma resposta massificada pela maioria dos militares. Então, podemos concluir que a engenharia possui equipamentos modernos, mas precisa estar sempre se inovando para melhor cumprir seu objetivo, melhorando o modal rodoviário de grande peso no Brasil.

Na segunda questão foi verificado quais equipamentos o Exército deve procurar modernizar dentre os detalhados por esse trabalho (pavimentadora, rolo compactador liso, rolo compactador pneumático, fresadora, máquina de cortar asfalto, distribuidor de asfalto e recuperadora de asfalto).

Pelos dados do gráfico, conclui-se que a pavimentadora de asfalto é a que mais precisa ser modernizada devido ao seu excepcional trabalho, seguida da máquina recuperadora de asfalto, com 76,7% e 60% respectivamente. O Rolo compactador liso e o caminhão distribuidor de asfalto ocupam a 3ª colocação nas prioridades escolhidas pelos Cadetes com 56,7%. O Rolo compactador pneumático, máquina de cortar asfalto e a Fresadora foram os três últimos no ranking de prioridade de aquisição de equipamentos modernos pelos Batalhão de Engenharia de Construção.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A infraestrutura do Brasil avança atrelada a economia, ou seja, se um país é economicamente forte, necessita possuir uma infraestrutura semelhante. Apesar do governo estar investindo em outros modais de escoamento de produtos, como o ferroviário e hidroviário, o transporte rodoviário ainda é o principal meio para o deslocamento de cargas dentro do país.

Segundo pesquisa da CNT, quando uma rodovia é concluída, espera-se que o asfalto tenha uma vida útil de 8 a 12 anos. Entretanto, no Brasil a pavimentação começa a apresentar buracos, abaulamentos e rachaduras com cerca de 7 meses após a conclusão da obra. Isso, é devido ao intenso fluxo de veículos, principalmente os que transportam carga pesada. Assim, faz-se necessário o contínuo reparo da camada asfáltica para garantir a trafegabilidade e uma maior diversificação entre os modais de transporte para reduzir o intenso fluxo nas rodovias brasileiras.

O Brasil, a cada ano que passa está investindo fortemente em infraestrutura, diversas obras estão em andamento, outras sendo concluídas, como também varias para ainda serem feitas. Muitas concessões são realizadas entre as diversas empresas construtoras, são investimentos na casa de bilhões para proporcionar maior desenvolvimento a nação. Muitas obras ficam paralisadas por falta de recursos para sua conclusão, várias não conseguem iniciar por falta de empresas privadas, que não querem realizar o serviço devido a suas complicações para construção, local de difícil acesso ou por não compensar financeiramente. Além disso,

muitos são os casos em que, infelizmente, ocorrem corrupção de dinheiro público em superfaturamento de determinada obra.

Dessa forma, percebe-se que a construção de uma obra rodoviária não é uma tarefa fácil, existem diversos problemas, leva tempo e grandes gastos públicos. Por isso, no que se refere constitucionalmente em contribuir com o desenvolvimento nacional, as Forças Armadas, em principal, o Exército Brasileiro está em vigor em trabalhos de melhoria social, com maior vulto nas obras rodoviárias pelo Brasil.

Os Batalhões de engenharia de construção são responsáveis por grande parte das obras em diversos estados brasileiros. O governo está preferindo que o EB realize os trabalhos, pois evita a corrupção que ocorre entre as empreiteiras privadas, o serviço dos militares são de extrema qualidade, trabalham incessantemente até a conclusão do serviço e ainda reduz os gastos públicos, visto que em muitas construções o trabalho é feito sem usar todo o dinheiro disponível para aquele empreendimento.

Assim, é de vital importância que os BEC estejam equipados da melhor forma possível, que receba investimentos para aquisição de equipamentos modernos e eficazes para realizar os trabalhos necessários para o desenvolvimento do Brasil.

Figura 10: Solenidade de inauguração do trecho da Br-163



Fonte: Agência Brasil, 2021

REFERÊNCIA

AECWEB. **Espargidor de asfalto HE.** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/prod/e/espargidor-de-asfalto-he_9427_35138>. Acesso em 10 nov. 2020.

APOSTILA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS. **Política externa e poder militar no Brasil.** Academia Militar das Agulhas Negras. Resende. 2020. 144 p.

AGÊNCIA BRASIL. **Solenidade de inauguração do trecho da br-163.** Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/en/foto/2020-02/solenidade-de-inauguracao-do-trecho-de-pavimentacao-da-br-163-1581788223>>. Acesso em 26 jan. 2020.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: Materiais, projetos e restauração.** São Paulo, Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI L. B.; MOTTA L. M. G.; CERATTI J A. P.; SOARES J. B. **Pavimentação asfáltica:** formação básica para engenheiros. 3. Ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008, 157 p.

BERNUCCI L. B.; MOTTA L. M. G.; CERATTI J A. P.; SOARES J. B. **Pavimentação asfáltica:** formação básica para engenheiros. 3. Ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008, 9 p.

BERNUCCI L. B.; MOTTA L. M. G.; CERATTI J A. P.; SOARES J. B. **Pavimentação asfáltica:** formação básica para engenheiros. 3. Ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008, 26 p.

BERNUCCI L. B.; MOTTA L. M. G.; CERATTI J A. P.; SOARES J. B. **Pavimentação asfáltica:** formação básica para engenheiros. 3. Ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008, 172 p.

BERNUCCI L. B.; MOTTA L. M. G.; CERATTI J A. P.; SOARES J. B. **Pavimentação asfáltica:** formação básica para engenheiros. 3. Ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008, 158 p.

BERNUCCI L. B.; MOTTA L. M. G.; CERATTI J A. P.; SOARES J. B. **Pavimentação asfáltica:** formação básica para engenheiros. 3. Ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

BOMAG MARINI LATIN AMERICAN. **Apresentação.** Disponível em: <<http://bomagmarini.com.br/sobre/>>. Acesso em 11 nov. 2020.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil, 1988.** Brasília: Das forças armadas, Centro Gráfico, 1988. Art. 142.

BRASIL. **Portaria n° 517.** Disponível em: <http://www.esao.eb.mil.br/images/Arquivos/spg/legislacao/downloads/PORT_517_CMT_EB.pdf>. 26 set. 2020. Acesso em: 05 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **EB70-MC-10.237**: manual de campanha. A engenharia nas operações. 1 ed. 2018. 2-1 p.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **EB70-MC-10.237**: manual de campanha. A engenharia nas operações. 1 ed. 2018. 8-1 p.

BRUGNOLI, A. M, NASCIMENTO, J. G. M., MARQUES, C. S. A, SILVA, G. RODRIGUES, ORTIS, C. F. FUKUYAMA. **Análise de custo benefício na reciclagem de asfalto**. Faculdade integrada de Santa Fé do Sul, SP, 2018, 1 p.

CATERPILLAR, **Histórico**. Disponível em:<
<https://www.caterpillar.com/pt/company/history.html>>. Acesso em: 07 Jul. 2020.

CATERPILLAR. **Recuperadoras de rodovias**. 2020. Disponível em:
<https://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment/road-reclaimers.html>. Acesso em 04 nov. 2020.

CATERPILLAR. **Recuperadora de rodovias RM500B**. Disponível em:<
https://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment/road-reclaimers/road-reclaimer/1000001120.html>. Acesso em 23 nov. 2020.

CATERPILLAR. **Compactadores vibratórios de solo**. Disponível em: <
https://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment/compactors/vibratory-soil-compactors/101980.html>. Acesso em 05 nov. 2020.

CATERPILLAR. **Roletes pneumático CW34**. Disponível em:
https://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment/compactors/pneumatic-rollers/18359786.html>. Acesso em 06 nov. 2020.

CATERPILLAR. **Recuperadoras de rodovias**. Disponível em:<
https://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment/road-reclaimers.html>. Acesso em 15 nov. 2020.

CATERPILLAR. **Pavimentadora de asfalto AP555F**. Disponível em:<
https://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment/asphalt-pavers/track-asphalt-pavers/1000012261.html>. Acesso em 29 nov. 2020.

CATERPILLAR. **Compactador vibratório de solo CS68B**. Disponível em:<
https://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment/compactors/vibratory-soil-compactors/101980.html>. Acesso em 29 nov. 2020.

CATERPILLAR. **Aplainadora a frio PM310**. Disponível em:<
https://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment/cold-planers/cold-planer/2837326784997309.html>. Acesso em 29 nov. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT indica piora da qualidade das rodovias**. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/pesquisa-cnt-indica-piora-qualidade-rodovias>>. Acessado em 19 Mai. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa da CNT revela que asfalto das estradas dura em média sete meses**. Disponível em: <encurtador.com.br/yQ239>. Acesso em 26 jan. 2021.

CSM MÁQUINAS E EQUIAMENTOS PARA CONSTRUÇÃO. **Serra para cortar piso e asfalto SP 125**. Disponível em: <<https://www.csm.ind.br/maquinas/produto/serra-para-cortar-piso-e-asfalto-sp-125/>>. Acesso em 04 nov. 2020.

CSM MÁQUINAS E EQUIAMENTOS. **Sobre nós**. Disponível em: <encurtador.com.br/csGKQ>. Acesso em 23 nov. 2020.

DAY, D. A. **Construction Equipment Guide**. 2 ed. USA: John Wiley and Sons Inc, 1989.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSITO. **DNIT e Exército Brasileiro atuam em conjunto em 13 empreendimentos**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/noticias/dnit-e-exercito-brasileiro-atuam-em-conjunto-em-13-empresendimentos>>. Acesso em 15 Mai. 2020.

DICIONÁRIO DA CNSTRUÇÃO CIVIL. **Rolo compactador pneumático**. Disponível em: <<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-rolo-compactador-pneumatico.html>>. Acesso em 03 out. 2020.

DNIT. **Manual de pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2018. 95 p.

ECONOMIA. **Governo promete investir 4,5 bilhões de reais em obras de infraestrutura**. Disponível em: <<https://economia.ig.com.br/2020-07-02/governo-promete-investir-r-45-bilhoes-em-obras-de-infraestrutura.html>>. Acesso em 06 jan. 2020.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Arma de engenharia**. Disponível em: <http://www.eb.mil.br/armas-quadros-e-servicos/-/asset_publisher/W4kQIILo3SEa/content/arma-de-engenharia>. Acesso em 21 Mai. 2020.

EXÉRCITO BRASILEIRO. 9º Batalhão de Engenharia de Construção. **Arma de engenharia**. Disponível em: <<https://www.9becmb.eb.mil.br/index.php/engenharia>>. Acesso em 04 abr. 2021.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Apresentação**. Disponível em: <http://www.2bec.eb.mil.br/index.php?option=com_content&view=article&id=308&Itemid=280>. Acesso em 13 jan. 2021.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Missão e visão de futuro**. Disponível em: <encurtador.com.br/klowG>. Acesso em 04 abr. 2021.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Obras em andamento**. Disponível em: <http://www.2bec.eb.mil.br/index.php?option=com_content&view=category&id=76&Itemid=293>. Acesso em 13 jan. 2021.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Departamento de Engenharia e Construção** Disponível em: <<http://www.eb.mil.br/engenharia-e-construcao>>. Acesso em: 18 Mai. 2020.

FERNÁNDEZ J. A. **Maquinaria de Fabricación, Extensión y Compactación de Mezclas Bituminosas en Caliente**. ASEFMA, 2006. Disponível em: <<https://www.asefma.es/doc/20050608/CONF%204%20Maquinaria%20de%20fabricacion.p>>. Acesso em: 21 Mai. 2020.

GRUPO APC. **Fresadora de asfalto: aprenda quais são suas aplicações.** 14 jan. 2018. Disponível em: <<https://grupoapc.com.br/fresadora-de-asfalto-aprenda-quais-sao-as-suas-aplicacoes/>>. Acesso em 04 nov. 2020.

GRUPO APC. **Por que usar uma recicladora de asfalto na minha obra.** 21 jan. 2018. Disponível em: <<https://grupoapc.com.br/por-que-usar-uma-recicladora-de-asfalto-na-minha-obra/>>. Acesso em 04 nov. 2020.

GUIMARÃES, N. **Equipamentos de Construção e Conservação.** Paraná: UFPR, 2001.

HABITISSIMO. **Asfaltar: preços e orçamentos.** Disponível em: <encurtador.com.br/irIO0>. Acesso em 06 jan 2021.

INDÚSTRIA HOJE. **O que é um espargidor de asfalto.** Disponível em: <<https://industria hoje.com.br/o-que-e-um-espargidor-de-asfalto>>. Acesso em 04 out 2020.

ITR SOUTH AMERICA. **Como escolher lâmina para motoniveladora.** 2019. Disponível em: <<http://www.itrsa.com.br/site/blog/>>. Acesso em 07 Jul. 2020.

MASON EQUIPE. **Pavimentadora: como funciona essa máquina de asfalto.** Disponível em: <<https://www.masonequipamentos.com.br/blog/pavimentadora-maquina-de-asfalto/>>. Acesso em 24 out 2020.

MARINE LATIN AMERICA FAYAT GROUP. **Distribuidor de asfalto.** Disponível em: <http://marinilatinamerica.com.br/en/asphalt-spreader-he-c-6000l/img_8128w-2/>. Acesso em 29 nov. 2020.

MERCADO E TECNOLOGIA. **Lançamentos.** 2019. Disponível em: <<http://www.revistamt.com.br/Noticias/Exibir/jcb-do-brasil-investe-no-pais-e-lanca-tres-modelos-de-rolos-compactadores>>. Acesso em 07 Jul. 2020.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Rodovias federais.** Disponível em: <<https://www.infraestrutura.gov.br/rodovias-brasileiras.html>>. Acesso em: 19 Mai. 2020.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **DNIT e Exército Brasileiro atuam em conjunto em 13 empreendimentos.** Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/dnit-e-exercito-brasileiro-atuam-em-conjunto-em-13-empresendimentos>>. Acesso em 05 jun. 2020.

NYE JR. Joseph S. **Soft power: the means to success in world politics.** New York: Public Affairs, 2004 apud ALSINA JR.

RODOCON. **Rodovias.** Disponível em: <<https://gruporodocon.com.br/rodovias/>>. Acesso em: 05 Jul. 2020.

SUPERBID. **Rolo compactador: quais os tipos e suas funções.** Disponível em: <<https://blog.superbid.net/quais-os-tipos-de-rolos-compactadores-e-suas-funcoes/>>. Acesso em 01 nov. 2020.