



**ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

**CAP ENG ROQUE DARIO MIÑO VILLALBA**

**ESTABILIZAÇÃO DO SOLO NAS OBRAS DE ENGENHARIA MILITAR**

**Rio de Janeiro  
2020**



**ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

**CAP ENG ROQUE DARIO MIÑO VILLALBA**

**ESTABILIZAÇÃO DO SOLO NAS OBRAS DE ENGENHARIA MILITAR**

Trabalho acadêmico apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como requisito para a especialização em Ciências Militares com ênfase em Gestão Operacional.

**Rio de Janeiro  
2020**



MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DECEx - DESMil  
ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS  
(EsAO/1919)

DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: **Cap Eng Roque Darío Miño Villalba**

Título: ESTABILIZAÇÃO DO SOLO NAS OBRAS DE ENGENHARIA MILITAR

Trabalho Acadêmico, apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como requisito parcial para a obtenção da especialização em Ciências Militares, com ênfase em Gestão Operacional, pós-graduação universitária lato sensu.

APROVADO EM \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ CONCEITO: \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

Membro	Menção Atribuída
<u>MARCO RODRIGUEZ FISHER PRADO-Maj</u> Presidente da Comissão	
<u>FRANCISCO GABRIEL MELO SILVA - Cap</u> 1º Membro	
<u>PEDRO AFONSO DOS SANTOS JUNIOR - Cap</u> 2º Membro e Orientador	

ROQUE DARIO **MIÑO** VILLALBA – Cap  
Aluno

# ESTABILIZAÇÃO DO SOLO NAS OBRAS DE ENGENHARIA MILITAR

Roque Darío **Miño** Villalba\*  
Pedro Afonso Dos Santos **Junior**\*\*

## Resumo

Esta pesquisa tem como finalidade responder à questão central sobre a capacidade operacional para a implementação da estabilização química do solo em estradas rurais, em obras de engenharia militar realizadas pelo Batalhão de Engenharia de Combate N° 5, durante o ano de 2020, com base na experiência e nas reflexões realizadas, em que foi observado que para o Paraguai há a importância de se implementar a estabilização química do solo para estradas rurais nas obras de Engenharia Militar e é relevante porque contribuiu para a sociedade e para as Forças Armadas. Em uma análise crítica da situação atual do BE Cmb N° 5, em suas possibilidades de intervenção em obras de engenharia, que, quando implementadas, permitem que o BE Cmb N° 5 esteja operacional em tempos de paz e, ao mesmo tempo, beneficie a população paraguaia. Dessa forma, o objetivo geral foi analisar a capacidade operacional para a implementação da estabilização química do solo em estradas rurais, em obras de engenharia militar realizadas pelo BE Cmb N° 5, no ano de 2020. Nesse sentido, foi elaborado um estudo não experimental, com uma abordagem mista e um nível transversal descritivo. A unidade de análise foi constituída com as seções do Km 140 - Rodovia N° 12 e Km 142 - Rodovia N° 12 e os oficiais e suboficiais da arma de engenharia, que atuam como fontes de informação. A população foram todos os oficiais, suboficiais e sargentos especialistas do BE Cmb N°5 e a amostra foi de censo para as seções e com critérios de inclusão para os sargentos. Para a coleta dos dados, foram aplicadas as técnicas de pesquisa, entrevista e análise documental com seus respectivos instrumentos: questionário, guia de entrevistas e registro documental. Os principais resultados evidenciaram conhecimentos e práticas no processo de estabilização química do solo nas estradas rurais, com experiências positivas na implementação e real viabilidade por parte do BE Cmb No. 5, devido à disponibilidade de recursos e equipamentos humanos existentes.

**Palavras-chave:** Estabilização química do solo; estradas rurais e capacidade operativa.

## Abstract

This research had the problem answering the central question about what is the operational capacity for the implementation of the chemical stabilization of the soil for rural roads, in military engineering works carried out by the BE Cmb N° 5, during the 2019 period, which is justified because based on the experience and reflections made, it is noted that it is important for our country to implement the chemical stabilization of soil for rural roads in works of Military Engineering and it is relevant because it contributes to society and the Armed Forces a critical analysis of the current situation of BE Cmb N°5, in its possibilities for its intervention in engineering works, which, in implementing it makes it possible to the BE Cmb N° 5 to be operational in peacetime and at the same time to benefit the Paraguayan population. Therefore, the overall objective is to analyze the operational capacity for the implementation of chemical soil stabilization for rural roads, in military engineering works carried out by the BE Cmb N°5, in the period 2019. Accordingly, a non-experimental, focus study was designed, mixed and descriptive cross-sectional level. The analysis unit was established with the sections of Km 140-Route No. 12, and Km 142-Route N° 12 and the officers and non-commissioned officers that serve as sources of information. The population was formed with the aforementioned sections and all the officers and non-commissioned officers of the BE Cmb N°5 and the sample was censal for the sections and with inclusion criteria for officers and non-commissioned officers. To collect the data, the techniques of survey, interview and documentary analysis were applied with their respective instruments: questionnaire, interview guide and documentary record. The main findings demonstrate knowledge and practice in the processes of chemical stabilization of soil in rural roads, with positive experiences in implementation and real feasibility by BE Cmb N° 5 for the availability of resources existing human rights and equipment.

**Key-words:** Chemic Soil Stabilization; countrified roads and operative capacity.

\*Capitão da Arma de Engenharia. Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar Mcal. Francisco Solano López (Paraguai) em 2005.

\*\*Capitão da Arma de Engenharia. Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) em 2008. Especializado em Ciências Militares pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) em 2017

# 1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa centra-se sobre as questões apresentadas no Paraguai, pois suas estradas tornam-se intransitáveis sob diferentes condições climáticas.

Isso faz com que haja sérias consequências para os habitantes da região e para a vida produtiva em todo o país, o que poderia ser resolvido com a estabilização química do solo para estradas rurais, com a intervenção de profissionais de Engenharia do Comando do Exército Paraguai.

O Comando de Engenharia possui atualmente na sua organização 4 (quatro) Batalhões de Engenharia de Construção e 1(um) Batalhão de Engenharia de Combate. Na área de responsabilidade do BE Cmb N° 5 existe atualmente uma emergência rodoviária.

Este trabalho foi, portanto, justificada, com base na experiência e reflexões, tendo em vista que, para o nosso país, é importante implementar a estabilização química do solo para estradas rurais em obras de engenharia militar, o que permite que a Organização Militar contribua para o desenvolvimento nacional, com obras civis realizadas.

Além disso, este trabalho é considerado importante porque contribui para a sociedade e as forças armadas, faz uma análise crítica da situação atual da unidade militar, suas possibilidades e limitações para a intervenção em obras de arte, que formarão a base para implementar a estabilização química do solo para estradas rurais, tornando possível que o BE Cmb No. 5 fique em condições operacionais em tempo de paz e, ao mesmo tempo, beneficie a população ocidental ou Chaco.

Embora trabalhos anteriores já existam, foi desenvolvida especificamente esta análise crítica dos benefícios da implementação de estabilização química do solo para estradas rurais nas obras de engenharia militar, através da abertura rápida de uma rede rodoviária comprometida.

Sobre as implicações práticas deste estudo, com a implementação desta técnica se pode melhorar a rede rodoviária existente em menos tempo e menor custo de manutenção.

## 1.1 PROBLEMA

Atualmente nosso país carrega um problema sério em infraestrutura rodoviária, uma situação agravada em comunidades longe da cidade e em condições climáticas adversas, o que gera motivação para o estudo.

As Forças Armadas através do Comando de Engenharia do Exército (COMINGE), deve ter um Batalhão de Engenharia de Combate No. 5 preparado e com os recursos necessários para atuar em situações diversas e complexas, que podem ocorrer em caso de emergência viária.

Neste contexto, dada a dinâmica do problema na transitabilidade em estradas rurais, onde a intervenção pela estabilização química do solo pelo pessoal militar especializado é necessária para atenuar este problema.

Em consideração a essa análise, a preocupação surgiu para propor e responder ao seguinte problema, dando origem a pergunta central para a investigação: qual é a capacidade operacional para executar estabilização química do solo para estradas rurais nas obras de engenharia militar executados Batalhão de Engenharia de Combate No. 5, durante o ano de 2020?

## 1.2 OBJETIVOS

### OBJETIVO GERAL

Analisar a capacidade operacional para a implementação da estabilização química do solo para estradas rurais, em obras de engenharia militares executadas pelo Batalhão de Engenharia de Combate N° 5, no ano de 2020.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para chegar ao objetivo geral será seguida a seguinte metodologia:

a) Especificar o processo da estabilização do solo para estradas em obras de engenharia militar empregadas pelo Batalhão de Engenharia de Combate N° 5.

b) Descrever experiências da capacidade operacional do Batalhão de Engenharia de Combate° 5 nas seções de km 140 e km 142, ambos na Rodovia número 12, com estabilização química.

c) Analisar a viabilidade da implementação de estabilização química do solo com os equipamentos rodoviários atuais do Batalhão de Engenharia de Combate nº 5.

d) Determinar os benefícios da implementação de estabilização química do solo para estradas rurais executadas pelo Batalhão de Engenharia de Combate nº 5.

### 1.3 JUSTIFICATIVAS

Com base na experiência e reflexões, é importante para o nosso país implementar estabilização química do solo para estradas rurais, para que o Batalhão de Engenharia de Combate nº 5 possa contribuir para o desenvolvimento nacional com obras civis realizadas.

Portanto, esta pesquisa traz para a sociedade e as Forças Armadas, uma análise crítica da situação atual da Unidade de Engenharia Militar, suas possibilidades e limitações para a intervenção em obras de arte, que servem como base para a proposta de implementar estabilização química do solo para estradas rurais, permitindo a tropa militar estar operacional em tempo de paz e, ao mesmo tempo beneficiar a população paraguaia.

Através desta técnica, se pode melhorar a rede rodoviária, e, portanto, ter maiores benefícios em questões econômicas, sociais e ambientais devido a participação dos militares da arma da engenharia na estabilização química do solo para estradas rurais. Portanto, ele é considerado relevante desta pesquisa.

Com a implementação desta técnica, a rede viária existente ficará transitável em menor tempo e custo.

Atualmente esta unidade que compõe o Comando de Engenharia do Exército tem um orçamento que não permite a renovação constante de suas máquinas pesadas, o que resulta em uma limitação de recursos físicos, em certos casos, para obras rodoviárias.

A implementação de estabilização química do solo para as estradas é um procedimento caracterizado pela velocidade, durabilidade e facilidade de utilização, e é uma técnica utilizada em casos de emergência após um período prolongado de chuva.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Aproximação

De acordo com a Hernandez et Sampieri diante. (2006)

"A pesquisa quantitativa, a coleta de dados é baseado na quantidade (...) é medir os fenômenos estudados deve ser capaz (...) referem-se ao número (...) e devem ser analisados por métodos estatísticos.". ( p.5-6) coleta de dados de pesquisa qualitativa "usos sem medida numérica para descobrir (...) questões de pesquisa no processo de interpretação. A ação inquérito move dinamicamente em ambos os sentidos, entre os fatos e suas categorias de processamento de interpretação não numéricos "(p. 7)

Com base na fonte, foco ou perspectiva submetido será quantitativa qualitativa, então misturado como os dados serão tratados natureza numérica e categórica.

Procurará para verificar quantidades com linguagem numérica e, assim, ser processados por métodos de estatística descritiva; e também para investigar as contribuições discursivas de oficiais militares profissionais de processamento de dados por meio da análise do discurso, porque eles não terão categorias numéricas e linguagem para um tratamento quantitativo. Por conseguinte, a categorização emergente dos dados recolhidos vai ser aplicado.

### 2.2 Tipo de Investigação

Os "estudos descritivos procuram para especificar as propriedades, características (...) processos, objetos ou qualquer outro fenômeno objeto de análise (...) é detalhar como elas são e manifesta (...) reunir informações de forma independente como dado" (Hernández Sampieri, R. et ao 2006, p92)

De acordo com especialistas, esta pesquisa é do tipo descritiva, já que a sua finalidade é avaliar a capacidade operacional para a implementação de estabilização química do solo para estradas rurais, em obras militares executadas pelo Batalhão de Engenharia de Combate No. 5, o ano de 2019 de modo a ter os dados como dado na realidade investigar suas propriedades e submetidas a análise.

### 2.3 Desenho da Investigação

"A investigação experimental é realizada sem deliberadamente manipular variáveis independentes; é baseada em categorias, variáveis ou quantidades já ocorreram (...) sem a intervenção direta do pesquisador (...) e variáveis / categorias observadas em seu contexto natural "(Hernandez Sampieri, R. et ao, 2006, p. 165)

Como um resultado do acima exposto, o presente estudo corresponde ao desenho não experimental, respeitando a realidade e de dados, tal como apresentado.

### 2.4 Instrumentos:

- a. Análise documental para reunir fundo histórico sobre a implementação do tratamento do solo química de obras de engenharia militar (Instrumento: registro documental)
- b. Levantamento de militares do Batalhão de Engenharia de Combate No. 5, que consistiu em questionários com perguntas fechadas e abertas, a fim de recolher, processar e analisar as respostas.
- c. Entrevistas com especialistas para aprender sobre a visão, análise crítica e propostas especializadas. (Entrevista Guia).

A aplicação é feita através de instrumentos de registro documental, pesquisa e roteiro de entrevista. O mesmo se aplica: a. às obras históricas da COMINGE, b. militares do Batalhão de Engenharia de Combate N° 5 e c. o Oficiais especialistas de engenharia sobre o assunto e será construído com base nas variáveis matriz de análise e categorias.

<b>Unidade de análise</b>	<b>População</b>	<b>Amostra</b>
Seções sobre o Bn E Cmb No.5 implementado estabilização	<ul style="list-style-type: none"><li>• 140 km Rota N ° 12 (300 metros por 8 metros)</li><li>• 142-km Route No. 12 (300 metros por 8 metros)</li></ul>	Ou censo exaustiva: as duas seções

química		
Militares do Bn E Cmb N° 5	1 SSOO Geral, 10 SSOO superior, 20 SSOO subalterna  50 SO de engenharia  Total: 81 militares Bn E Cmb No.5	O tipo de amostra utilizada não foi probabilístico em sua técnica inclinado ou intencional  Os critérios de inclusão:  a. SSOO nomeado b. que eles tenham concluído o serviço c. participar livremente d. estar presente no dia do estudo  Os critérios de exclusão  a. engenharia pessoal, sem nomeação para o serviço b. Que não participou colocado à disposição do FTC.  a quantidade será conhecido no dia da recolha de dados.

**Tabela 1:** População e Amostra

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Marco referencial

Para Noguera Sanabria (2014) em sua tese, "estradas na fronteira com a Bolívia", conclui-se que:

"As estradas são importantes para superar os obstáculos que estão distâncias e fomentar o relacionamento entre os homens, são de importância fundamental para o desenvolvimento económico do país através desta é possível mover todos os tipos de produtos, bens, matérias-primas, produzido.

É necessário sensibilizar a opinião pública sobre a necessidade de trabalhos de manutenção de estradas no país, de modo a cobrir distâncias rapidamente quando necessário mover-se em qualquer situação. " (P.7)

De acordo com Ferreira Ibarra (2016), em sua tese de "Engenharia de Construção " estabeleceu que:

"A Engenharia de Construção é o mais adequado para obras rodoviárias que, com a prática constante e da respectiva autorização, pessoal militar pode melhorar as condições das estradas na área de ação do Bn E Cmb No. 5 e até mesmo toda a área do menor Chaco, bem como permitir a preparação e formação de pessoal técnico do COMINGE "(p.41)

Cardozo Cristaldo (2018) em sua tese, "reestruturação do BE Cmb No. 1 e BE Cmb No. 5 para destacamento militar" definido que:

"O desenvolvimento do trabalho de engenharia militar sempre foi uma multiplicação de plataforma para o progresso, porque estimula o desenvolvimento de serviços gerais relacionados com o material e pessoal mobilizado na mesma. O Paraguai não era estranho a esta relação, isso mostra que a grande maioria da rede rodoviária do país foi desenvolvido pelos batalhões de engenharia militar (COMINGE), a partir do momento de 1950, e o boom econômico dado ao país para a grande engenharia civil em 1970 e 1980. " (P.3)

A importância de manter a rede rodoviária do país transcende todas as áreas de desenvolvimento nacional e, ao mesmo tempo, beneficiando comunidades rurais no sentido mais profundo do desenvolvimento social e progresso.

As Forças Armadas através do COMINGE constitui um ator fundamental para o trabalho com a manutenção técnica das estradas rurais através de estabilização química do solo.

A crise atual em estradas rurais é uma oportunidade para Batalhão de Engenharia de Combate N° 5 intervir rapidamente a um baixo custo e com um método simples que facilita o trabalho técnico na rede rodoviária. Ao mesmo tempo que o Batalhão de Engenharia de Combate N° 5, representando as Forças Armadas do Paraguai, tem uma grande oportunidade para tornar visível para o povo o seu serviço para a sociedade, com trabalhos que atendam às necessidades das pessoas, como ter melhores estradas.

### 3.2 Marco conceitual

#### 3.2.1 Processos de estabilização do solo

Echeverria (1989) afirma: "O tratamento de estabilização do solo é constituído por um produto químico ou mecânico para melhorar ou manter a estabilidade de uma massa de solo ou para melhorar as suas propriedades de engenharia." (P.7)

Pradena (2010) expõe:

"O processo de estabilização química do solo, é a aplicação de aditivos químicos, tais como sais, enzimas, poleros e outros subprodutos de óleo, que são misturados com o solo (pasta) a ser tratado, de acordo com as doses pré-definidas." (P.2)

Para a Argentina Estrada Association (2018), no que diz respeito à estabilização dos solos:

"Estabilização do solo química é uma tecnologia que se baseia na aplicação de um estabilizador químico iónico, genericamente indicado ao qual deve ser misturado intimamente e homogeneamente com o solo a ser tratado de acordo com as especificações próprias de cada produto." (p. 73)

A técnica do processo de estabilização química do solo é uma solução alternativa, através da aplicação de produtos químicos para o solo, que aumenta a sua capacidade de suporte de forma rápida. Usando um método simples de preparação, dosagem e aplicação do produto ao solo a ser tratado, é ideal para uso em casos de emergência rodoviária para estradas rurais.

Assim, a manutenção com esta técnica pode ser estendida mais tempo em comparação com o método tradicional, o que acarreta um custo operacional mais baixo.

### 3.2.2 Experiências

A experiência no uso do processo de estabilização química do solo para a revista Construção da cidade de Santiago-Chile (2010):

"No Chile, a estabilização é construído nas regulamentações de forma mais sistemática a partir de 2000, juntamente com a atualização do Manual de Estradas e quando o programa do governo para melhorar a rede de estradas não pavimentada, "Camino Básico" em 2003, apresenta-se como uma solução técnica de baixo custo para melhorar a condição de que rodam ligantes granulares, proporcionando uma maior durabilidade do

que a obtida com a conservação tradicional. Em resultados de adição em uma redução substancial das emissões de poeiras e uma diminuição da frequência das intervenções de conservação ". (P.3)

A experiência na utilização de processo de estabilização química do solo para o Instituto Mexicano de transporte (2002):

"Hoje foi aplicado a um grande número de produtos químicos para esta finalidade, a maioria deles com resultados satisfatórios. Embora seja raro, estabilização com produtos de ácido está actualmente a adquirir suficiente difusão e experimentação. Dos ácidos que se mostraram eficazes para favoravelmente modificando alguns solos, alguns são economicamente competitivas contra outros produtos comuns; No entanto, como no caso de outros produtos mencionados até agora, você deve ter o aconselhamento de especialistas na área, tanto durante a fase de concepção e construção de estabilização, como neste caso perigos envolvidos para ambos indivíduos e equipes. " (P.11)

Explorando as experiências em diferentes países da região no uso do processo de estabilização química, há um denominador comum de satisfação com o desempenho desta técnica. Então, a partir desta vantagem, está se expandindo o seu uso, principalmente nas estradas rurais, cujo custo operando com o método tradicional seria maior.

Para garantir a dosagem correta, é necessário o aconselhamento especializado nesta área, de modo a reduzir os riscos de erro de cálculo do material.

### 3.2.3 A viabilidade

A viabilidade para a implementação do processo de estabilização química do solo, em um de seus dependentes sob o Manual de estrada orçamentos Paraguai (2011):

"A amostragem e identificação de materiais subterrâneo, envolve técnicas complexas acompanhadas de procedimentos e interpretações diferentes, que são influenciadas pelas condições geológicas e geográficas, para fins de investigação e conhecimento, experiência e formação do Engenheiro. Isto proporciona métodos padrão para a amostragem e investigação de solo e rocha com base em procedimentos normais, através da qual as condições de distribuição pode ser determinado solo, rocha e águas subterrâneas. A procedimentos consistentes e de

pesquisa adequados de solo e rocha, amostragem facilitar a correlação das respectivas propriedades de engenharia de dados de solo como a plasticidade, a permeabilidade, a unidade de peso, de compressibilidade, resistência e graduação; e balançar como resistência, estratigrafia, estrutura e morfologia ". (P.24)

Para a Antioquia Escola de Engenharia (2015), a viabilidade para a implementação do processo de estabilização química do solo é dado pelo seguinte:

"Os métodos de aplicação são divididos em duas famílias, uma é guiado por meio de métodos de estabilização com líquido e o outro é definido pela aplicação de produtos sólidos ou em pó, como são de cimento, a maquinaria / mão primeiro menos complicado e trabalho mais fácil e comum do que o último. Os métodos aqui mencionados são por faixas já descapotadas e em forma, de modo que haverá considerações terraplanagens, escavação ou nivelamento, apenas a estabilização da camada superficial da estrada ou do solo existente sem a necessidade de materiais empréstimo. " (P.30)

A viabilidade para a implementação do processo de estabilização química para estradas rurais é dada por algumas estimativas, como a existência de um laboratório especializado no solo, a fim de determinar corretamente a dosagem do produto.

Portanto, em termos de equipamentos rodoviários, como o movimento do solo é mínimo, não é necessária uma grande quantidade de máquinas. Quanto à necessidade de caixas de empréstimos locais, não é necessário para levantar esses pontos porque o produto químico em contato com o material para o trabalho reduz ao mínimo a necessidade de material extra.

#### 3.2.4 Benefícios

Escola de Engenharia de Antioquia (2015), conclui que o benefício custo de implementação do processo de estabilização química:

"Estabilização química permite uma economia substancial em comparação com métodos tradicionais de estabilização, sujeitos a um certo número de variáveis, como a capacidade de carga da caracterização de tráfego de solo do nível do solo, entre outras variáveis." (P.47)

Para Lopez Giraldo (2010), conclui-se os benefícios da estabilização química do solo:

"Economias significativas em construção por quilômetro de pista. Na secção de 200 ml e, considerando que os rendimentos foram baixos, demonstrou-se que uma economia significativa era um 34,15% menos do que o sistema tradicional. Rápida execução de obras, cerca de 40% de economia de tempo. "(P.88)

Os custos benefícios da estabilização química do solo, para Aguilar Castañeda (2015):

"As faixas ocupam um lugar muito importante na infraestrutura, porque eles contribuem para o crescimento económico do país, tão necessária como engenheiros de implementar novas tecnologias que nos apoiam na construção, neste polímero caso estabilização do solo desempenha um importante papel porque melhora a capacidade de suporte de carga, resistência à tracção e a durabilidade do solo, bem como ser mais leve em comparação com outros materiais e têm uma boa relação custo / benefício ". (P.93)

O processo de estabilização química do solo para estradas rurais tem um benefício de custo que pode ser analisado a partir de perspectivas diferentes: economizar recursos em comparação com o método tradicional, por causa da rapidez deste método, e sua facilidade de utilização. Em relação à manutenção, esta técnica tem vantagens sobre o sistema tradicional e o seu tempo de manutenção é prolongado de forma exponencial. Considerando o impacto ambiental, cuja importância é vital para o nosso tempo, o processo de estabilização química gera menos emissão de poluentes devido ao uso limitado de máquinas.

### 3.3 Marco jurídico

A Constituição Nacional (1992) afirma:

#### "Artigo 173. FORÇAS ARMADAS

As Forças Armadas da Nação é uma instituição que será organizado permanente, profissional, não-deliberativa, sem prejuízo dos poderes do Estado e sujeito às disposições da presente Constituição e as leis. Sua missão é salvaguardar a integridade territorial e defender as autoridades legitimamente constituídas de acordo com a Constituição e as leis (p.19)

Lei 1337/1999 da Defesa Nacional e Segurança Interna, prevê, no artigo 3 inc. "C":

"Integridade territorial entende-se: (...) inc. "C" a inviolabilidade e inalienabilidade do território, as águas territoriais e espaço aéreo da República do Paraguai "(p.3)

Por sua vez, a Lei 216/93 organização das Forças Armadas da Nação, em dois artigos detalhando a missão e tarefas:

"Art. 6 .- A missão das Forças Armadas da Nação é salvaguardar a integridade territorial. Art. 7 ° .- As Forças Armadas da Nação para cumprir a sua obrigação propósito: a-) Manter a inviolabilidade de fronteiras terrestres do rio e do espaço aéreo, b-) Cooperar com a defesa civil (...). "(p.5-6)

Decreto do Poder Executivo n ° 7955 de 24 de Outubro 2000 que "autoriza o Comando de Engenharia do Exército de contrato com empresas públicas ou privadas para realizar obras civis e estrada" (p.10)

Decreto do Poder Executivo n ° 3275 de 12 de Maio 2015, que:

"Altera e prorroga o Decreto nº 8792 de 22 de Maio de 2000 pelo qual as Forças Armadas da Nação é distribuído, que institui a organização do COMINGE da seguinte forma:

-Quartel Geral em Assunção

-Batalhões Engenharia

-Escola de Engenharia

Serviço unidade de apoio "(p.17)

De acordo com o Manual de Organização e Funções do Comando de Engenharia do Exército (2010), a Missão da COMINGE em tempo de paz, são as seguintes:

"-fornecer suporte de engenharia para as operações do Exército e componentes de outras armas.

-Fazer planejamento, gestão e execução de obras relativas à construção, reparação e manutenção de estradas, obras de arte, pontes, aeroportos, pistas, instalações, perfuração e outras actividades logísticas." (P.22)

De acordo com o Manual de Engenharia, EPOE (2016), podemos citar:

"A doutrina de emprego da engenharia militar e arma técnica para a construção de obras civis, como ele é organizado e educado para trabalhos que exigem equipamento técnico e especializado. Uso em missões de combate é considerado uma medida excepcional "(p.3)

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 O processo**

Para alcançar o primeiro objetivo específico: Especificar o processo químico de estabilização do solo para estradas rurais em obras de engenharia militar, empregadas por BE Cmb N °5, as seguintes experiências empíricas foram implementadas:

#### **4.1.1 Entrevista para cinco oficiais especializados**

Através deles, foram obtidos dados relevantes sobre o processo de estabilização do solo para estradas rurais em obras de engenharia militar e, especificamente, importantes contribuições sobre a estabilização química do solo para estradas rurais em obras de engenharia militar, usadas pelo BE Cmb N° 5.

Essa experiência empírica revelou o conhecimento que oficiais especializados têm sobre o processo de estabilização de solos rurais e a capacidade cognitiva que esses oficiais possuem na estabilização química do solo em estradas rurais em obras de engenharia militar, usadas em diferentes casos pelo BE Cmb N° 5.

Também mostrou a capacidade operacional que eles têm para aplicar e colocar em prática o processo, que também colabora indiretamente para alcançar o segundo objetivo específico.

#### 4.1.2 Questionários para Suboficiais

Conhecimento do processo de estabilização química usado por BE Cmb N ° 5	Pesquisados
Sim	18
Não	1
Não sei	1
Total	20

**Tabela 2:** Processo de estabilização química

Aditivo considerado mais adequado para aplicação na área de responsabilidade do BE Cmb N ° 5	Pesquisados
Na água	17
Em cal	2
Em cimento	1
Total	20

**Tabela 3:** Melhor aditivo para o processo de estabilização química

Ao implementar o questionário da pesquisa, o olhar e a interpretação dos sargentos foram coletados com seus próprios conhecimentos de estabilização química do solo em estradas rurais, em obras de Engenharia Militar, usadas em diferentes casos pelo BE Cmb N° 5 já que, com uma esmagadora maioria, declaro conhecer o assunto.

Da mesma forma, dados precisos foram obtidos sobre o aditivo considerado mais eficaz para o processo de estabilização química dos solos, indicando que a mistura com a água é a melhor por uma grande maioria e suas

ópticas profissionais sobre o material que consideram mais adequado para alcançar a estabilização do solo.

Essa segunda experiência empírica foi valiosa para o número de sargentos participantes e para as informações fornecidas com seus conhecimentos teóricos e sua competência em aplicá-las para a estabilização de solos rurais e seu processo de estabilização química, mostrando resultados positivos.

#### 4.1.3 Análise documental

Os relatórios técnicos do departamento técnico de obras do COMINGE, de 24 de abril de 2014, sobre a capacidade de suporte do solo, quando utilizado o processo de estabilização química do solo analisado, forneceram dados concretos sobre a aplicação da estabilização química do solo nas estradas rurais em obras de engenharia militar, usadas em diferentes casos pelo BE Cmb N° 5.

Esta informação é considerada relevante para este primeiro objetivo, pois mostra a literatura de especialistas sobre a implementação da estabilização química do solo pelo BE Cmb N° 5.

O processo de estabilização química do solo da empresa alemã Adinotec (2014), em seu relatório técnico sobre o processo de estabilização química do solo, coincide com o procedimento normal do BE Cmb N° 5 nas etapas de preparação e tratamento do solo, difusão do agente aglutinante, adição do polímero à mistura da água, compactação profunda e proteção contra a secagem.

A empresa Adinotec possui certificação internacional em seus processos de implementação de estabilização química, dessa forma e ao comparar as respostas dos especialistas entrevistados em relação ao processo técnico realizado pelo BE Cmb N° 5, está em conformidade com padrões internacionais.

## 4.2 Experiências

Para poder responder ao segundo objetivo específico: descrever as experiências da capacidade operacional do BE Cmb N° 5 nas seções específicas do Km 140 da rodovia N° 12 e Km 142 da mesma rodovia com estabilização química, as seguintes experiências empíricas foram implementadas:

#### 4.2.1 Entrevista para cinco oficiais especializados

Por meio de entrevistas aplicadas, foram encontrados dados relevantes de oficiais especialistas sobre a identificação de experiências sobre estabilização química do solo em estradas rurais em obras de engenharia militar realizadas pelo BE Cmb N ° 5, no período 2020 e sua caracterização.

Através dessa experiência empírica de coleta de dados, os oficiais especializados evidenciaram antecedentes extensos e precisos na prática de estabilização química do solo em estradas rurais nas seções indicadas.

Considera-se relevante não apenas a identificação clara das experiências profissionais vividas, mas também destaca a caracterização detalhada com a qual as descrevem, fornecendo informações precisas sobre o que foi feito e como foi realizado.

Também é importante que essas experiências sobre a estabilização química de solos possam ser replicadas em outras áreas do nosso país, a fim de enriquecer o banco de dados sobre nossos solos e, assim, otimizar a dosagem do produto químico na aplicação para estradas rurais.

#### 4.2.2 Questionário para Suboficiais

Ao aplicar os questionários para vinte suboficiais do BE Cmb N° 5, foram encontrados dados significativos sobre a participação nas experiências de estabilização química do solo nas estradas rurais em trabalhos de engenharia militar realizados pelo BE Cmb N° 5, no período de 2020 e também dados sobre o julgamento técnico em relação à capacidade operacional do BE Cmb N ° 5 para os referidos processos de estabilização química.

As informações fornecidas pelos vinte oficiais pesquisados têm um impacto direto para responder ao segundo objetivo específico, evidenciando a participação em experiências de estabilização química do solo e podendo pesar tecnicamente a capacidade operacional do BE Cmb N ° 5 para a condução eficaz de processos químicos de estabilização do solo.

Participação em experiências de capacidade operacional do	Pesquisados
---	-------------

BE Cmb N ° 5, com estabilização química de solos	
Sim	18
Não	2
Total	20

**Tabela 4:** Participação em experiências sobre capacidade operacional

Na experiência de Franco A. e Calo M. (2018) com estabilização química em Filadelfia-Chaco, eles trataram com o mesmo tipo de solo no Chaco, assim como a experiência do BE Cmb N ° 5, concluíram que com essa técnica alcançou maior resistência ao carregamento no solo tratado, concordam os pesquisadores, uma vez que o polímero usado nessa técnica cria uma barreira protetora de impermeabilização que evita que a umidade penetre nas camadas do aterro e, portanto, ajuda a aumentar sua capacidade de carga ou resistência de carga.

Os suboficiais, em maioria absoluta, participaram das experiências de estabilização do solo nas seções da Rodovia N° 12.

Essa situação de ter pessoal experiente poderia ser explorada para usá-los como monitores nas instruções técnicas de estabilização química para futuros operadores, para que eles transmitam as lições aprendidas e, dessa forma, capitalizem neles para futuras missões.

Ao relacionar o conhecimento expresso no capítulo anterior com a participação nas experiências, é apoiada a afirmação da equipe competente que compõe os oficiais especialistas.

Essa competência é de extrema importância, pois durante as experiências de estabilização química do solo, foi verificada a necessidade de rapidez na aplicação do produto para atingir sua umidade ideal.

Julgamento do ponto de vista técnico da estrada, das experiências de capacidade operacional do BE Cmb N ° 5 com estabilização química	Pesquisados
---	-------------

Excelente	15
Muito boa	4
Boa	1
Total	20

**Tabela 5:** Julgamento do ponto técnico

O julgamento técnico dos sargentos em relação à qualificação das experiências que o BE Cmb Nº 5 realizou nos trechos da rodovia Nº 12 é considerado relevante, pois ao reconhecê-los principalmente como excelentes, indicam uma operação executada e demonstrada, destacando a importância de as estradas melhoraram e em boas condições (Noguera Sanabria, 2014).

Atualmente, e de acordo com o atual quadro jurídico, experiências atuais com contratos entre o Ministério de Obras Públicas e Comunicações e o COMINGE (2018), a manutenção da rede rodoviária é realizada sem o uso de estabilização química, razão pela qual o trabalho é prolongado, pois com o aterro convencional o progresso é mais lento devido ao maior movimento das máquinas rodoviárias em comparação com a experiência do processo de estabilização química do solo.

Segundo a Universidade Autônoma de Nueva León (2016), em seu relatório técnico em sua experiência de testes com produtos químicos para estabilização química do solo, menciona como resultados positivos o aumento da capacidade de suporte do solo no quarto dia após a aplicação do processo de estabilização química do solo. Essa evidência demonstra a vantagem em relação ao aterro convencional, uma vez que, ao obter um teste de CBR acima de 70%, a necessidade de manutenção de um solo tratado quimicamente pode ser adiada por até 2 anos.

Da mesma forma, tendo investigado oficiais especializados e suboficiais, existem duas fontes de informação para atingir o segundo objetivo específico.

#### 4.2.3 Análise documental

Os documentos analisados forneceram informações concretas sobre a capacidade operacional em experiências de estabilização química de solos em

estradas rurais em obras de engenharia militar, utilizadas nas seções específicas: Km 140 da rodovia N° 12 e Km 142 da mesma rodovia.

Esta informação é considerada relevante para este segundo objetivo pela experiência obtida.

Na análise do relatório laboratorial do departamento técnico de obras do COMINGE, de 12 de maio de 2014, onde detalha as diferentes cápsulas utilizadas para calcular a porcentagem de CBR.

De acordo com os relatórios de laboratório do COMINGE sobre a experiência na melhoria da rodovia N° 12, com o uso de estabilização química pelo BE Cmb N° 5, foi encontrada através do teste CBR (capacidade cujo resultado rendeu uma capacidade de suporte de 92,5%), altamente positiva de acordo com os parâmetros técnicos para a capacidade de suporte do solo.

### 4.3 Viabilidade

Para atingir o terceiro objetivo específico: analisar a viabilidade da implementação da estabilização química do solo com o equipamento rodoviário atual do BE Cmb N° 5, foram implementadas as seguintes experiências empíricas:

#### 4.3.1 Entrevista para cinco oficiais especializados

Por meio dessa técnica, foram coletados dados sobre a viabilidade do BE Cmb N° 5, com o equipamento atual, para a implementação da estabilização química do solo quanto à: viabilidade do trabalho e às condições de trabalho efetivo.

Os oficiais especialistas ofereceram informações concretas e específicas sobre o uso do equipamento disponível ao BE Cmb N° 5 para viabilizar efetivamente o trabalho, fornecendo dados relevantes para a consecução desse terceiro objetivo específico.

Por meio da entrevista, eles tiveram a oportunidade de elaborar detalhes importantes sobre a viabilidade de realizar o trabalho com os equipamentos disponíveis.

O conhecimento e a experiência que os oficiais especializados têm para o treinamento e a participação nas experiências fornecem aos dados um valor significativo para analisar a situação positiva que o BE Cmb N° 5 tem para a implementação da estabilização química do solo.

Da mesma forma, considera-se relevante que os oficiais especialistas julguem que o funcionamento do BE Cmb N° 5 é viável com a realidade que possui em relação às máquinas pesadas disponíveis.

#### 4.3.2 Questionário para Suboficiais

A aplicação da pesquisa através de seus questionários, aos vinte sargentos, disponibilizados para esta investigação, dados sobre: o conhecimento das necessidades em termos de equipamentos rodoviários para a implementação da estabilização química do solo e do nível de operação do BE Cmb N ° 5 referente a equipamentos rodoviários para esse fim.

Essa experiência empírica oferece dados valiosos, específicos e significativos para responder ao terceiro objetivo específico.

Da mesma forma, oferece a oportunidade de cruzar os dados com as respostas dadas pelos oficiais especializados.

Conhecimento das necessidades de equipamentos rodoviários para a implementação da estabilização química do solo	Pesquisados
Sim	17
Não	2
Não sei	1
Total	20

**Tabela 6:** Conhecimento de necessidades.

Quanto ao conhecimento das necessidades em relação às máquinas, para a aplicação da estabilização do solo pelo BE Cmb Nº 5, a grande maioria afirma que sabe o que é necessário em relação aos equipamentos rodoviários.

Esse conhecimento que eles possuem evidencia o treinamento disponível que o BE Cmb Nº 5 possui nos Suboficiais como recursos humanos.

Nível operacional do BE Cmb N ° 5 em termos de equipamento rodoviário para estabilização química	Pesquisados
Alto	5
Médio	10
Operativo	4
Não operacional	1
Total	20

**Tabela 7:** Nível operacional

Com referência ao nível operacional do BE Cmb Nº 5, a maioria dos sargentos o classifica como alto e médio.

Um nível alto e médio de operacionalidade indicou a existência de uma força de trabalho competente, pois eles demonstraram não apenas ter conhecimento, mas também transferi-lo para a realidade e para responder efetivamente às necessidades.

O cruzamento de dados entre o que foi declarado pelos oficiais e os sargentos também mostraram as duas perspectivas coincidentes sobre o mesmo problema, com as quais há informações suficientes para atingir esse terceiro objetivo específico.

### 4.3.3 Análise documental

Os relatórios analisados ofereceram dados específicos quanto à viabilidade do BE Cmb N° 5, com o equipamento atual que possui, para a implementação da estabilização química do solo.

Ao analisar a viabilidade do ponto de vista legal, o Decreto do Poder Executivo nº 7955/2000, autoriza a COMINGE a contratar com empresas públicas e / ou privadas para a realização de obras civis, de modo que é uma estrutura legal para impedir que empresas privadas cataloguem a intervenção do COMINGE como concorrência desleal no mercado.

Nosso sistema jurídico atual permite que o BE Cmb N ° 5 realize suas missões plenamente, embora seja verdade, é necessário padronizar algumas de suas ações, enquadrar-nos de acordo com a lei positiva nacional e, assim, intervir efetivamente nas estradas rurais.

A viabilidade de recursos humanos do BE Cmb N ° 5 para a construção de obras civis, no que se refere ao RH, é necessário o constante treinamento técnico para poder cumprir as missões designadas. Nesse contexto, a Escola de Engenharia é responsável pelo treinamento tanto da SSOO quanto da SO da arma de Engenharia, em termos de estabilização do solo para estradas em obras militares.

Ao analisar a viabilidade em termos de equipamento rodoviário, o BE Cmb N ° 5 atualmente possui o seguinte equipamento rodoviário: 4 (quatro) tratores, 5 (cinco) caminhões de rega, 3 (três) motoniveladoras, 4 (quatro) carregadeiras, 5 (cinco) caminhões basculantes, 3 (três) compactadores. Com essas máquinas básicas de aterro, depois de montadas, conforme necessário, é possível realizar a estabilização química do solo.

## 4.4 Capítulo VI - Benefícios

Para responder ao quarto e último objetivo específico: determinar os benefícios da implementação da estabilização química do solo para estradas rurais realizadas pelo BE Cmb N° 5, foram implementadas as seguintes experiências empíricas:

#### 4.4.1 Entrevista para cinco oficiais especializados

Através da aplicação das entrevistas a cinco oficiais especialistas, foram obtidos dados positivos da gestão militar na implementação da estabilização química do solo para estradas rurais realizada por BE Cmb N° 5 a nível social e no ambiente sócio-produtivo.

A experiência e o conhecimento de oficiais especialistas atribuem valor agregado às suas respostas, pois são baseadas em suas intervenções nos processos de estabilização química do solo.

Da mesma forma, a liberdade de expressão que a técnica da entrevista lhes deu, levou-os a explicar, sem qualquer condição, considerar os benefícios percebidos e verificados por eles.

Em relação aos benefícios produzidos pela estabilização química do solo, segundo os funcionários entrevistados, eles confirmam a obtenção de vantagens significativas, como maior apoio aumento da capacidade do solo, menor custo de manutenção por quilômetro com estabilização química, o menor tempo para viabilizar a estrada, a contribuição social de uma melhor comunicação com os locais, a produção de menos poeira, o aumento da vida útil, a menor deterioração devido às chuvas, a diminuição das intervenções de manutenção e o menor custo geral.

De acordo com o consórcio rodoviário TOCSA (2018), as economias substanciais que serão obtidas com a estabilização química do solo coincidem, uma vez que, em comparação com o aterro convencional, elas devem ser mantidas duas vezes por ano e após cada chuva, com alto custo de 80% do custo do aterro, por outro lado, com a aplicação do produto químico, é necessário apenas mantê-lo a cada dois anos e não há necessidade de mantê-lo após a chuva, devido à camada de impermeabilização que cria a estabilização química dos solos no local de estradas rurais.

#### 4.4.2 Questionário para SO

A aplicação dos questionários correspondentes à pesquisa dos vinte sargentos sobre: conhecimento dos benefícios da implementação da estabilização química do solo e dos fatores que ela acredita serem mais benéficos para a implementação da estabilização química do solo.

Essa experiência empírica alcançou dados específicos e significativos para responder ao quarto objetivo específico, pois, através do conhecimento dos benefícios, eles foram capazes de julgar o fator ou fatores que trazem o maior benefício, escolhendo entre custos, vida útil e recursos humanos.

Da mesma forma, a situação oferece a oportunidade de relacionar os dados com as respostas dadas pelos oficiais especialistas.

O cruzamento de dados também mostra informações de dois pontos de vista sobre o mesmo problema, que podem ou não coincidir.

Conhecimento dos benefícios da implementação da estabilização química do solo	pesquisados
Sim	16
Não	2
Não sei	2
Total	20

**Tabela 8:** Conhecimento dos benefícios da implementação

Os suboficiais pesquisados declaram em maioria absoluta que conhecem os benefícios alcançados com a estabilização química do solo.

Mais uma vez, existem dados sobre o conhecimento disponível nas Forças Militares, pois nesse caso, oficiais e sargentos estão cientes dos benefícios de estabilizar os solos em questão.

Esses benefícios, detalhados, constituem uma oportunidade para a intervenção do BE Cmb Nº 5 na estabilização química do solo para estradas rurais.

Fatores que criam mais benefícios para implementar a estabilização química do solo	Pesquisados
--	-------------

Custo mais baixo	12
Maior vida útil	4
Melhor uso do RH	4
Total	20

**Tabela 9:** Fatores mais benéficos

Os sargentos pesquisados reconheceram a diminuição nos custos devido à menor manutenção como o benefício mais significativo.

No entanto, eles também percebem como relevante a maior vida útil da estrada e o melhor uso de recursos humanos.

Esses benefícios coincidem com o que López Giraldo (2010) e Castañeda (2015) expressaram:

Eles basicamente coincidem com o que os oficiais especializados declararam ao determinar os benefícios.

Para Aguilar Castañeda (2015), ele fala sobre a implementação de novas tecnologias no momento da construção, com a qual concorda que os benefícios da inovação em termos de estabilização química do solo trazem uma estrada rural com menos poeira, podendo ser mantida uma velocidade constante devido à boa plataforma fornecida por esta técnica e com um caminho bem moldado que prolonga sua vida útil.

Atualmente, de acordo com o Decreto nº 7955/00 (2000), permite a contratação de empresas públicas e privadas realizar trabalhos técnicos pelo COMINGE, sendo considerado prudente ter uma lei de construção para obter segurança jurídica dentro de nosso direito social e, dessa maneira, os benefícios para a sociedade continuam com o tempo.

Com o que foi obtido, informações suficientes estão disponíveis para atingir esse quarto objetivo específico; e também relacioná-lo com as informações da terceira técnica aplicada.

#### 4.4.3 Análise documental

Os documentos analisados forneceram dados concretos sobre os benefícios da implementação da estabilização química do solo para estradas rurais realizada pelo BE Cmb N ° 5, entendendo-se contribuições positivas da gestão militar, no nível social e na esfera sócio-produtiva.

Ao analisar o “capítulo 4, que desenvolve a manutenção e o custo das estradas”, na Guia de Engenharia de Estradas Rurais, onde ele menciona os diferentes benefícios da implementação da estabilização química do solo, levando em consideração vários aspectos técnicos da estrada.

A manutenção de estradas rurais com estabilização química cria uma camada protetora com características de impermeabilização, o que significa que, em caso de chuva, a água drena rapidamente e não penetra nas camadas da estrada. Essa técnica reduz o custo de manutenção após cada chuva, em comparação com os terraplenagens convencionais. Também evita o fechamento de estradas após uma forte chuva que tem um impacto social e econômico negativo na sociedade rural.

Além disso, devido à sua alta capacidade de sustentação proporcionada pela estabilização química, o solo tratado se torna um caminho bem preservado e, conseqüentemente, a manutenção de rotina será menor, e os recursos alocados para isso serão menores.

Quanto ao impacto ambiental, é um benefício, pois, diferentemente da manutenção mecânica e física tradicional das estradas rurais, onde o movimento das máquinas rodoviárias é maior que o da estabilização química, portanto, essa técnica reduz as emissões para a atmosfera.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando os resultados obtidos, em relação ao primeiro objetivo específico no processo de estabilização química, Conclui-se que o BE Cmb N° 5 possui capacidade e competência teórica em relação ao processo químico de estabilização do solo, uma vez que possui conhecimento e práticas sobre esse

problema: conhece bem o processo de estabilização química do solo e possui habilidades de aplicação.

Isso confirma que eles conhecem não apenas os processos, mas também como implementá-los, dando uma resposta detalhada para o primeiro objetivo.

Assim, também é necessária a inclusão do processo de estabilização química pelo BE Cmb N° 5, a fim de se qualificar em um sistema internacional de qualidade "ISO", a fim de provar que está em conformidade com as normas vigentes.

É importante atualizar os dados laboratoriais obtidos pelo BE Cmb N° 5 em relação ao processo de estabilização química, a fim de manter um banco de dados que forneça dados confiáveis para serem utilizados na dosagem do produto químico.

Em relação ao treinamento de militares no processo de estabilização química, a escola de engenharia dependente do COMINGE, para melhorar o processo de ensino-aprendizagem, pode coordenar as instruções com o departamento de laboratório do solo.

Em relação ao segundo objetivo específico: nas experiências dos trechos Km 140 - rota 12 e Km 142 - rota 12, conclui-se que o BE Cmb N° 5 tem muita experiência em capacidade operacional nas seções de intervenção em relação ao produto e à mistura com água, apoiado pelo julgamento técnico detalhado de oficiais especializados e sargentos.

Com base nas experiências positivas do BE Cmb N° 5 com o uso do produto químico para estabilização do solo, ele pode ser replicado com os outros batalhões de engenharia do COMINGE, a fim de enriquecer as experiências em todo o território nacional.

É necessário enviar a SSOO como SO para o exterior, para se atualizar sobre os novos produtos químicos no mercado que melhoram com as experiências na estrada, pois com o avanço da tecnologia eles inovam de maneira vertiginosa e, assim, conseguem adquirir produtos químicos de acordo com os tempos modernos.

Conclui-se, então, que a segunda questão secundária foi respondida com as experiências positivas que os militares especializados tiveram nas seções de intervenção.

Com referência ao terceiro objetivo específico referente à viabilidade de equipamentos rodoviários disponíveis na BE Cmb N° 5, conclui-se que a implementação da estabilização química do solo é viável com o equipamento atual disponível no BE Cmb N° 5.

O equipamento de engenharia que intervém na estabilização química dos solos garante que eles permaneçam operacionais e a manutenção esteja pronta, o que contribui para prolongar sua vida útil. Ao mesmo tempo, o uso contínuo das máquinas favorece o treinamento dos operadores e a substituição do SO é obtida nas diferentes máquinas viáveis.

É necessário treinamento constante do operador com as máquinas rodoviárias responsáveis pela estabilização química do solo, uma vez que a velocidade de trabalho é maior em comparação com o tempo de um aterro convencional. Isso ocorre porque o produto químico precisa de umidade ideal para sua correta aplicação.

Da mesma forma, com o conhecimento técnico expresso e as experiências profissionais vividas, é respondida a terceira questão secundária sobre a viabilidade da estabilização química do solo pelo BE Cmb N° 5, com os equipamentos rodoviários à sua disposição.

Os oficiais e suboficiais possuem informações concretas e específicas sobre o uso do equipamento para viabilizar efetivamente o trabalho; portanto, não há dúvidas sobre a viabilidade do que está disponível no BE Cmb No. 5, não apenas em máquinas rodoviárias, mas também em seus Recursos Humanos.

Nesse contexto, conclui-se que existe uma oportunidade de implementação, pois Estão em vigor os contratos de trabalho técnico N ° 178/18 e N ° 192/19, entre o Ministério de Obras Públicas e Comunicações e o COMINGE, para a melhoria viária de áreas críticas no departamento do Alto Paraguai, na Região Oeste ou Chaco e a reabertura de caminhos pré-existentes entre os hitos I e V, com uma extensão de 307 quilômetros nos departamentos de Boquerón e Alto Paraguai.

Com relação ao quarto e último objetivo específico referente aos benefícios que a estabilização química do solo para estradas rurais, conclui-se que existem vários benefícios que a implementação da estabilização química do solo para estradas rurais proporciona, com o menor custo de manutenção por quilômetro com estabilização química isso é alcançado com esse processo.

Conclui-se também que outros benefícios são: comunicação rodoviária e ativação da economia que produz estradas rurais passáveis, aumento da capacidade do solo e velocidade ou menos tempo para ativar o caminho.

Esses benefícios, por sua vez, impactam com uma contribuição social de uma melhor comunicação dos moradores, a produção de menos poeira favorecendo o cuidado com o meio ambiente, o aumento da vida útil da estrada, a menor deterioração devido às chuvas, a redução de intervenções para manutenção e menor custo total.

Em um caminho bem preservado, a manutenção de rotina será menor e os recursos alocados para esse fim serão menores. Deve-se notar, no nível ecológico, que com esta técnica as emissões para a atmosfera são reduzidas. Assim, a quarta e última questão secundária deste estudo, sobre os benefícios da implementação da estabilização química do solo em estradas rurais pelo BE Cmb No. 5.

Como conclusão às conclusões, no que se refere ao objetivo geral da pesquisa sobre a análise da capacidade operacional do BE Cmb N ° 5, conclui-se que o BE Cmb N ° 5 possui alta capacidade operacional para implementar a estabilização química do solo para estradas rurais.

Esta operação é baseada no conhecimento extenso e detalhado e na prática especificada do processo de estabilização química do solo para estradas em obras de engenharia militar usadas pelo BE Cmb N ° 5.

Da mesma forma, a conclusão é baseada nas experiências vividas e informadas da capacidade operacional do BE Cmb N ° 5 nos trechos Km 140 - rota N ° 12 e Km 142 - rota N ° 12 com estabilização química.

A conclusão pode ser apoiada porque a viabilidade da implementação da estabilização química do solo não é dada apenas pelo atual equipamento

rodoviário de propriedade da BE Cmb N ° 5, mas também pelo pessoal especializado e competente de seus recursos humanos.

Finalmente, conclui-se que a alta capacidade operacional do BE Cmb N ° 5 para a implementação da estabilização química do solo promove benefícios econômicos, sociais e produtivos, não exclusivamente no nível local, que já tem um impacto positivo, mas também no nível nacional para a reativação da economia, melhorando a comunicação entre os diferentes departamentos por melhores estradas, dando assim uma resposta sólida à principal questão ou problema central da pesquisa.

A importância e o significado da pesquisa são dados pelo papel constitucional das Forças Armadas da Nação através do COMINGE, de colaborar com o desenvolvimento nacional abrangente, compreendendo assim o bem-estar dos habitantes da área, a esfera social produtiva da região e da economia do país.

O princípio da arma técnica permite que a engenharia militar realize o mesmo trabalho técnico em tempos de paz e, assim, mantenha o pessoal e o equipamento de propriedade da BE Cmb N ° 5 em operação. Nesse sentido, a importância desta pesquisa vai além de analisar o grau de operação da unidade e, assim, poder implementar o processo de estabilização química do solo, promovendo a ação social do COMINGE.

Quanto às limitações, a falta de uma lei que permita ao COMINGE intervir ao longo do tempo com trabalhos militares na infraestrutura rodoviária nacional, uma vez que atualmente é apenas legalmente apoiada por um decreto presidencial.

Esse decreto presidencial, por ser unilateral, pode ser revogado em uma situação política ou econômica, daí a insegurança jurídica que surgir; nesse sentido, a criação de uma lei de construção militar permitiria segurança jurídica e evitaria a ação legal de terceiros no futuro.

Da mesma forma, a falta de balanças do Ministério das Obras Públicas e Comunicações na rota nº 12 constitui uma limitação, uma vez que não há dados técnicos sobre o tráfego predominante na área e, portanto, a dificuldade em projetar a carga para receber na estrutura da estrada.

## REFERÊNCIAS

- Aguilar Castaneda, P. (2015). desenvolvimento de infraestrutura e crescimento econômico (Single ed.). Bogotá: Tese para a Universidade de St. Thomas. Recuperado 8 fevereiro 2020
- Associação Argentina de Estradas (2018). **Estradas manuais**. Buenos Aires: Governo Nacional. Recuperado 8 Fevereiro 2020
- Bisquerra R. (1989). **Classificação dos métodos de pesquisa**. Barcelona: CEAC. Recuperado 11-Fev-2020, de <http://www.dip.una.edu.ve>.
- Solminihac T., H., G. G e Thenoux Echeverria Z., G. (2017). estabilização do solo Química: Aplicações na construção de estruturas de pavimentos. Santiago de Chile: PUC do Chile. Recuperado 10-Fev-2020
- Cardoso Cristaldo, JU (2018). A reestruturação da BE Cmb No. 1 e BE Cmb No. 5. (Individual ed.). Assunção: Tese para EPOE. Recuperado 14-Fev-2020
- Constituição Nacional. (20 de Junho, 1992). Assunção: Diogenes. Recuperado 10-Fev-2020
- Echeverria, G. (1992). **Estabilização da química do solo**. Santiago de Chile: Universidade Católica do Chile. Recuperado 13-Fev-2020
- Escola de Engenharia de Antioquia. (2015). **Normas técnicas de estabilização química**. Bogotá: ICONTEC. Recuperado 14-Fev-2020
- Ferreira Ibarra, VG (2016). Engenharia empresa de construção. (Individual ed.). Assunção: Tese para ePoE. Recuperado 14-Fev-2020
- Forças Armadas (2010). **Manual de Organização e Funções do COMINGE**. Assunção: Forças Armadas. Recuperado 16-Fev-2020
- Forças Armadas (2018). **Manual de arma Basicas**. Trabalho da engenharia, EPOE. Assunção: Forças Armadas. Recuperado 16-Fev-2019
- Hernandez Sampieri, R. Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). **Metodologia de Pesquisa** (Quinta ed.). Cidade do México: McGraw Hill-Interamericana. Recuperados 12 de fevereiro de 2020
- Instituto Mexicano de Transporte. (2002). Relatório Técnico do sistema de comunicações e transporte. Cidade do México: Instituto Mexicano de Transporte. Recuperado 13 de Fevereiro de 2020
- Lei nº 216 da Organização Geral das Forças Armadas da Nação. (29 Junho, 1993). Assunção, Paraguai. Recuperado 11 de fevereiro de 2020
- Lei nº 1.337 de Defesa Nacional e Segurança Interna. (14 de Abril 1999). Assunção, Paraguai. Recuperado 11 de fevereiro de 2020
- Giraldo Lopez, C. (2010). Relatório Técnico da Universidade Livre Seccional Pereira. Belmonte: Universidade Livre Seccional Pereira. Recuperado em 08 março de 2020

- MOPC. (2011). **Manual de estrada Paraguai**. Assunção: Ministério das Obras Públicas e Comunicações. Recuperado 9 Marco de 2020
- MTC E 1109 (2004). Técnica padrão de estabilizadores químicos da Direção Geral de estradas e ferrovias DGC e F-. Lima: MTC E PERU. Recuperado 9 Marco de 2020
- Noguera Sanabria, AR (2014). Estradas na fronteira com a Bolívia. (Individual ed.). Assunção: Tese para EPOE. Recuperados 9 de fevereiro de 2020
- Pradena, M. (2010). **Estabilização do solo em estradas não pavimentadas**. Conceição: Universidad de Concepción. Recuperado 9 Marco de 2020
- Poder Executivo. (2000). Decreto do Poder Executivo n ° 7955/2000. Assunção: A imprensa do PEN. Recuperado em 08 março de 2020
- Poder Executivo (2015), do Decreto Executivo n.º 3275/2015. Assunção. impressão PEN. Recuperado em 08 março de 2020
- Thenoux Z. (2010). Estabilização química do solo. Santiago-Chile: Revisão da construção da cidade de Santiago-Chile. Recuperado 9 Marco 2020