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

Rafael Resende Lacerda

ADMINISTRAÇÃO DE SERVIÇOS ATRAVÉS DE CONTÊINERES EM EXERCÍCIOS NO TERRENO

Resende
2022

	APÊNDICE II AO ANEXO B (NITCC) ÀS DIRETRIZES PARA A GOVERNANÇA DA PESQUISA ACADÊMICA NA AMAN **TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DIREITOS AUTORAIS DE NATUREZA PROFISSIONAL**	**AMAN 2022**

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DIREITOS AUTORAIS DE NATUREZA PROFISSIONAL

TÍTULO DO TRABALHO: ADMINISTRAÇÃO DE SERVIÇOS ATRAVÉS DE CONTÊINERES EM EXERCÍCIOS NO TERRENO
AUTOR: RAFAEL RESENDE LACERDA

Este trabalho, nos termos dalegislação queresguarda os direitos autorais, é considerado de minha propriedade.

Autorizo a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução da Força Terrestre, bem como a divulgá-lo por publicação em revista técnica da Escola ou outro veículo de comunicação do Exército.

A AMAN poderá fornecer cópia do trabalho mediante ressarcimento das despesasde postagem e reprodução. Caso seja de natureza sigilosa, a cópia somente será fornecida se o pedido for encaminhado por meio de uma organização militar, fazendo-se a necessária anotação do destino no Livro de Registro existente na Biblioteca.

É permitida a transcrição parcial de trechos do trabalho para comentários e citações desde que sejam transcritos os dados bibliográficos dos mesmos, de acordo com a legislação sobre direitos autorais.

A divulgação do trabalho, em outros meios não pertencentes ao Exército, somente pode ser feita com a autorização do autor ou da Direção de Ensino da Academia Militar das Agulhas Negras.

Resende, 22 de AGOSTO de 2022

Cad Rafael Resende Lacerda

Dados internacionais de catalogação na fonte

L131a LACERDA, Rafael Resende
Administração de serviços através de contêineres em exercícios no terreno. / Rafael Resende Lacerda – Resende; 2022. 27 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Miquelângelo Souza Dias
TCC (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2022.

1.Docker 2.Contêiner 3.Máquina Virtual 4.Servidores 5.Exército 6.Campanha I. Título.

CDD: 355

Ficha catalográfica elaborada por Jurandi de Souza CRB-5/001879

Rafael Resende Lacerda

ADMINISTRAÇÃO DE SERVIÇOS ATRAVÉS DE CONTÊINERES EM EXERCÍCIOS NO TERRENO

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: Miquelângelo de Souza Dias – Cap

Resende, RJ
2022

Rafael Resende Lacerda

ADMINISTRAÇÃO DE SERVIÇOS ATRAVÉS DE CONTÊINERES EM EXERCÍCIOS NO TERRENO

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 1 de JUNHO de 2022

Banca examinadora:

NO IMPEDIMENTO
Miquelângelo de Souza Dias - Cap

Rôber YAMASHITA
Idt. 013150274-2 MD/EB
Major do Exército

Allanderson Rodrigues Teixeira - TC

Antônio Fernando Pires **Patury** Júnior - TC

Resende, RJ
2022

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me apoiaram nas decisões que tomei durante minha vida e de tudo fizeram para que hoje eu pudesse realizar o sonho de me formar um Oficial do Exército Brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, por desde o início da formação estarem me acompanhando, prestando apoio e incentivo independente da situação.

Ao meu orientador, pela grande paciência empreendida ao abdicar de seu tempo para me orientar na execução deste trabalho.

Aos meus companheiros de turma que ombrearam comigo nesta longa jornada, compartilhando todos os desafios e experiências ímpares e indeléveis que encontramos durante a nossa formação.

E finalmente à Academia Militar Das Agulhas Negras, pelas valiosas lições que aprendi nesta casa, que sempre me provou que nós, Cadetes de Caxias, somos capazes de muito mais do que acreditamos.

RESUMO

ADMINISTRAÇÃO DE SERVIÇOS ATRAVÉS DE CONTÊINERES EM EXERCÍCIOS NO TERRENO

AUTOR: Rafael Resende Lacerda
ORIENTADOR: Miquelângelo de Souza Dias

A crescente demanda pelo uso das comunicações em rede aliada com a evolução das aplicações relacionadas, aumenta a necessidade de uma infraestrutura de TIC cada vez mais eficiente a fim de suportar um maior tráfego de dados com mais velocidade. Não diferente disso, a arma de Comunicações do Exército Brasileiro, nos exercícios no terreno e por consequência nas operações terrestres, afim de multiplicar o poder de combate através do comando e controle, disponibiliza para os centros de operações, diversos serviços de TIC, tais como servidores de e-mail, ferramentas de geolocalização em tempo real, videoconferência, dentre vários outros de acordo com a finalidade. A medida que a demanda por estes serviços cresce e novas tecnologias passam a ser empregadas neste contexto, cresce de importância que os meios de comunicação acompanhem esta evolução a fim de garantir a disponibilidade e continuidade dos serviços durante as operações. O objetivo desse trabalho consiste em apresentar a virtualização através de contêineres em exercícios no terreno da AMAN, com o intuito de aumentar a eficiência dos serviços fornecidos pelos centros de comunicações em campanha. Uma das contribuições da pesquisa foi a observação da economia de meios empregados ao utilizar o método proposto, principalmente no que se refere aos recursos computacionais, bem como as melhorias de portabilidade que poderá facilitar a instalação dos mesmos serviços em exercícios e operações subsequentes.

ABSTRACT

SERVICES MANAGEMENT THROUGH CONTAINERS IN FIELD EXERCISES

AUTHOR: Rafael Resende Lacerda
ADVISOR: Miquelângelo de Souza Dias

The growing demand for the use of network-based communications combined with the evolution of the available related applications, increases the need for an efficient ICT infrastructure in order to support more data traffic at higher speed. To multiply the combat power through command and control, the Brazilian Army's Signal Corps, in field exercises and, consequently, in land operations, makes available to the operations center several ICT services, such as e-mail servers, real time geolocation tools, live videoconferences, among several others, depending on the purpose. As the demand for these services grows and new technologies are being employed in this context, it is important that the means of communication keep up with this evolution to ensure the availability and continuity of those services during operations. The objective of this paper is to present the virtualization through containers in field exercises at AMAN to increase the efficiency of the services provided by the communications center in campaign. One of this research contributions was the observation of the employed assets saving when using the proposed method, especially regarding computing resources, as well as the improvements in portability that may facilitate the implementation of the same services in subsequent exercises and operations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Espaço ocupado por serviços em servidores sem virtualização..... 12
Figura 2 – Espaço ocupado por serviços em servidores com virtualização 12
Figura 3 – Diagrama de máquinas virtuais dentro de um sistema 13
Figura 4 – Diagrama de conteinerização em um sistema.....13
Figura 5 – Comparação de um contêiner Docker com um contêiner tradicional 14
Figura 6 – Repositório Docker utilizado. 18
Figura 7 – Servidor Zimbra levantado. 19

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparação de desempenho de CPU entre uma VM e um contêiner Docker 14
Gráfico 2: Comparação de velocidade de RAM entre uma VM e um contêiner Docker 15
Gráfico 3: Comparação de desempenho de Disco entre uma VM e um contêiner Docker 16
Gráfico 4: Comparação de velocidade de carregamento entre uma VM e um contêiner Docker 16
Gráfico 5: Comparação de velocidade de operação entre uma VM e um contêiner Docker 17

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EB	Exército Brasileiro
SISTAC	Sistema Tático de Comunicações
C^2	Comando e Controle
CCS	Centro de Controle de Sistemas
TIC	Tecnologia da iformação e comunicação
TI	Tecnologia da informação
API	*Application Programming Interface*
VM	*Virtual Machine*
CPU	*Central Processing Unit*
RAM	*Random Access Memory*
SMP	*Symmetric Multiprocessing*
AMAN	Academia Militar das Agulhas Negras
CCOM	Centro de Comunicações
COp	Centro de Operações

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
1.1 OBJETIVOS 9
1.1.1 Objetivo Geral 9
1.1.2 Objetivos específicos 9
2 REFERENCIAL TEÓRICO 11
2.1 VIRTUALIZAÇÃO 11
2.1.1 Sistema de virtualização em máquinas virtuais 11
2.1.2 Sistema de virtualização em contêineres 12
2.2 A PLATAFORMA DOCKER 12
2.2.2 Funcionamento do contêiner Docker 12
2.3 COMPARAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENTRE CONTÊINERES E MÁQUINAS VIRTUAIS 13
2.3.1 Comparação de performance de CPU 13
2.3.2 Comparação de uso de memória RAM 13
2.3.3 Comparação de performance de disco 14
2.3.4 Comparação de velocidade de carregamento 15
2.3.5 Comparação de velocidade de operação 15
3 REFERENCIAL METODOLÓGICO 17
3.1 TIPO DE PESQUISA 16
3.2 MÉTODOS 17
3.2.1 Operação do sistema 17
3.3 ETAPAS DA PESQUISA 18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 18
4.1 RESULTADOS 18
4.1.1 Melhor desempenho 18
4.1.2 Baixo consumo computacional 18
4.1.3 Portabilidade 18
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS 18
4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 19
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 20
REFERÊNCIAS 21

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias da informação mantêm-se em constante evolução e a todo momento novos conceitos e aplicabilidades da área surgem e revolucionam a forma com que os sistemas são desenvolvidos e operados. Isto exige que as organizações que empregam estas tecnologias estejam sempre atualizadas com os novos processos concebidos, de forma que seja garantida a melhor eficiência possível dentro de sua esfera de atuação.

Não diferente, o Exército Brasileiro vivencia também transformações recentes no campo tecnológico. Bancos de dados informatizados, geolocalização em tempo real e videoconferências tratadas como reuniões oficiais são algumas novidades que foram recentemente implementadas no contexto das operações. Entretanto, estas mudanças são uma necessidade da força, pois a evolução das tecnologias da informação fez com que fosse imprescindível o seu uso para a execução de determinados procedimentos do emprego militar (NETO, 2019).

O Sistema Tático de Comunicações (SISTAC) compreende o conjunto de pessoal e meios de comunicações orgânicos de determinados escalões, desdobrados para apoiar em comando e controle as tropas em operações (YAMASHITA, 2019).

De acordo com o manual de campanha C11-1, Emprego das Comunicações (BRASIL, 1997), um dos princípios que o Sistema Tático de Comunicações deve empregar é o de economia de meios, que consiste na utilização com parcimônia dos meios, usando apenas equipamentos suficientes para a missão. Inserido neste contexto, o Centro de Controle de Sistemas (CCS) é responsável por receber e gerenciar diversos meios tais como gerência de redes, gerência de serviços, gerência de informações visuais, proteção cibernética, instalação, interface, integração e comunicações (BRASIL, 2015).

Segundo Seo (2009), a evolução dos sistemas de *hardware* aliada à necessidade crescente de se fazer mais tarefas computacionais ao mesmo tempo com um custo computacional cada vez menor, fez com que a virtualização aparecesse em maior escala nos últimos anos. Por isso a virtualização é amplamente empregada para a administração de serviços em operações no terreno.

Por sua vez, a administração de serviços através de contêineres, por conta da agilidade e do menor consumo de capacidade computacional, acaba sendo muito mais econômica. Afinal, eles não exigem um sistema operacional completo exclusivamente dedicado a cada um dos serviços. Vale ressaltar também a redução de custos com infraestrutura física, com menor necessidade de computadores reais alocados para determinadas tarefas (IPSENSE, 2019).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar a utilização de virtualizações em contêiner como meio de administração de serviços de tecnologias da informação em Exercícios no Terreno, de forma a comprovar os possíveis benefícios para as futuras operações do Exército Brasileiro.

1.1.2 Objetivos específicos

Apresentar o software Docker como meio de administração de serviços através de contêineres para emprego no terreno.

Comparar o atual método de administração de serviços em máquinas virtuais utilizado em Exercícios no Terreno com o método de conteinerização.

Levantar um servidor de e-mail com a ferramenta Zimbra para teste do método de virtualização proposto.

Apresentar dados que confirmem a melhor eficiência da conteinerização em relação às máquinas virtuais em Exercícios no Terreno.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

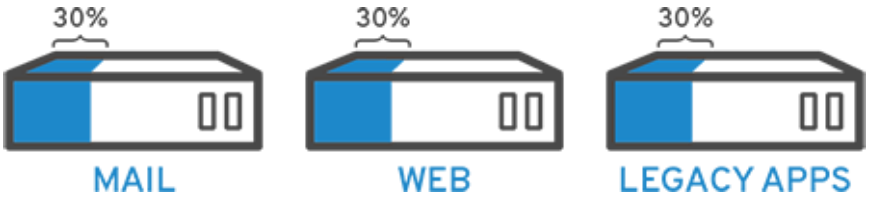
2.1 VIRTUALIZAÇÃO

A virtualização surgiu nos anos 60, quando existiam os grandes mainframes que ocupavam bastante espaço físico e energia. Para otimizar esses custos, a IBM propôs a criação de ambientes virtuais para simular diversos computadores dentro de outro (IPSENSE, 2019). Assim surgiu a ideia de particionar uma grande capacidade em pequenos conjuntos. Ao utilizar uma virtualização, os recursos computacionais podem ser partilhados por vários utilizadores, e suas tecnologias permitem que múltiplas máquinas lógicas, com sistemas operativos heterogêneos, corram em simultâneo de forma isolada, na mesma máquina física (CAMPBELL; JERONIMO, 2006).

A virtualização foi uma das grande revoluções da área de TI nos últimos anos, basta ver o crescimento do volume de investimento das empresas nesse sentido e o crescimento das empresas que oferecem soluções de virtualização, tanto comercialmente como em softwares livres (CARISSIMI, 2008).

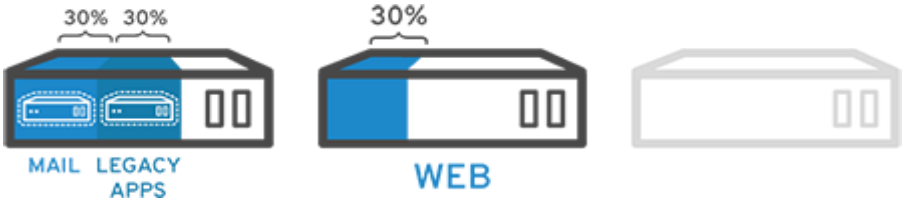
Como demonstrado nas figuras 1 e 2, virtualização permite que as capacidades de um *hardware* sejam empregadas com maior aproveitamento, por consequência, gerando uma economia de meios significativa quando em laga escala.

Figura 1 – Espaço ocupado por serviços em servidores sem virtualização



Fonte:Red Hat (2018)

Figura 2 – Espaço ocupado por serviços em servidores com virtualização

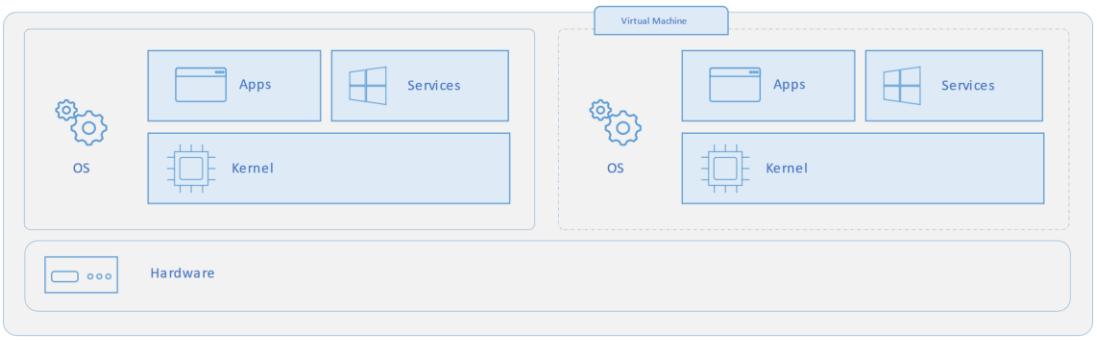


Fonte: Red Hat (2018)

2.1.1 Sistema de virtualização em máquinas virtuais

A virtualização através de máquinas virtuais é a técnica que permite particionar um único sistema computacional em várias outras máquinas lógicas. Cada máquina virtual oferece um ambiente completo, muito similar a uma máquina física e isolada da máquina hospedeira. Com isso, cada máquina virtual pode ter seu próprio sistema operacional (CARISSIMI, 2008).

Figura 3 – Diagrama de máquinas virtuais dentro de um sistema

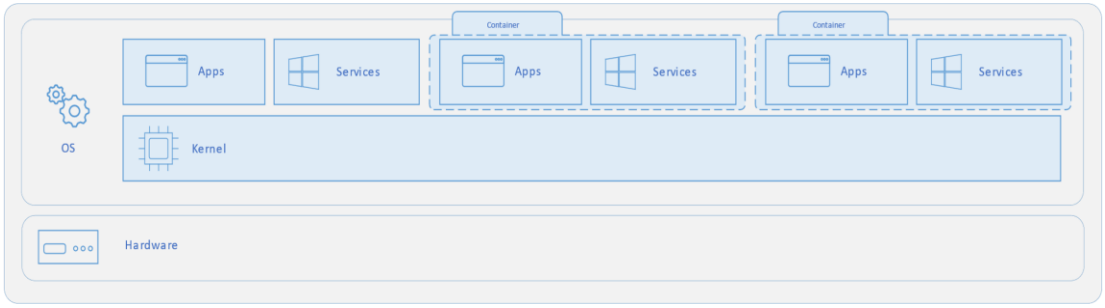


Fonte: Microsoft Docs (2019)

2.1.2 Sistema de virtualização em contêineres

Um contêiner diferentemente de uma máquina virtual, é um silo leve e isolado para executar um aplicativo no sistema operacional do host. Os contêineres se baseiam no kernel do sistema operacional do host, sem a necessidade de um sistema operacional dedicado completo e contém apenas aplicativos, algumas APIs e serviços leves do sistema operacional que são executados no modo de usuário, conforme mostrado no diagrama acima (MICROSOFT DOCS, 2019).

Figura 4 - Diagrama de conteinerização em um sistema



Fonte: Microsoft Docs (2019)

2.2 A PLATAFORMA DOCKER

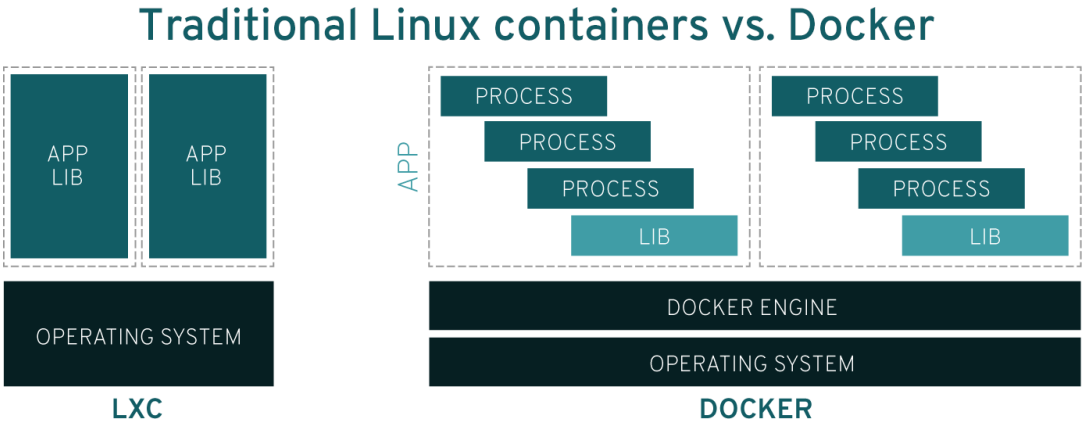
Docker é uma plataforma aberta criada com objetivo de facilitar o desenvolvimento, implantação e execução de aplicações em ambientes isolados. Ela foi desenhada especialmente para disponibilizar sua aplicação da forma mais rápida possível. A tecnologia disponibiliza também uma nuvem pública para compartilhamento dos ambientes prontos, que podem ser utilizados para viabilizar configurações específicas para situações pessoais, ou seja, é possível obter um ambiente pronto de um servidor web e configurar os módulos específicos que precisam dele e assim criar seu próprio ambiente padronizado com poucas linhas de configuração (GOMES, 2015).

2.2.2 Funcionamento do contêiner Docker

Os contêineres são isolados em nível de disco, memória, processamento e rede. Essa separação fornece mais flexibilidade, onde mais de um ambiente distinto pode coexistir no

mesmo host, sem causar qualquer problema. Como vantagem, nesse processo, cada contêiner normalmente carrega apenas um processo, que é aquele responsável pela entrega do serviço desejado, em todo caso esse contêiner também contém todos os arquivos necessários (configuração, biblioteca e afins) para sua execução completamente isolada (GOMES, 2015).

Figura 5 – Comparação de um contêiner Docker com um contêiner Linux tradicional



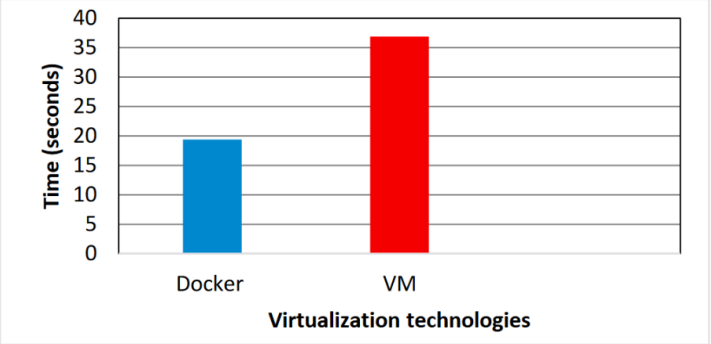
Fonte: Red Hat (2018)

2.3 COMPARAÇÃO DE EFICIÊNCIAENTRE CONTÊINERES E MÁQUINAS VIRTUAIS

2.3.1 Comparação de performance de CPU

A performance de CPU pode ser medida pelo número de operações que o sistema executou dentro de um determinado tempo ou pelo tempo de conclusão de uma determinada tarefa. O teste de comparação de desempenho do CPU foi feito através da ferramenta Sysbench. A partir do Gráfico 1, observa-se que o contêiner Docker leva muito menos tempo para executar a operação quando comparado com uma máquina virtual. Isso se deve às presenças do hipervisor na máquina virtual. Portanto, leva mais tempo para a execução (POTDAR, 2020, p. 1423, tradução nossa).

Gráfico 1: Comparação de desempenho de CPU entre uma VM e um contêiner Docker

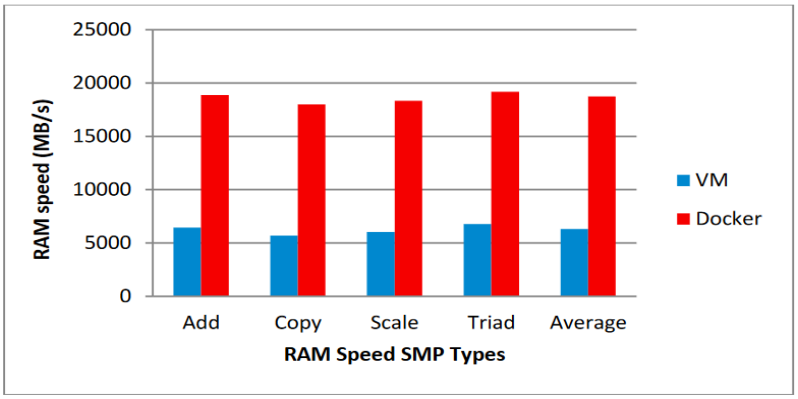


Fonte: (POTDAR, 2020, p. 1424).

2.3.2 Comparação de uso de memória RAM

O RAM speed/SMP (Symmetric Multiprocessing) é uma ferramenta de benchmarking de cache e memória usada para a medição da velocidade da memória RAM para tecnologias de virtualização, ou seja, docker e máquina virtual. A Fig. 6. Representa comparações de velocidade de RAM entre as duas tecnologias de virtualização. O teste consiste em quatro subtestes (*Copy*, *Scale*, *Add*, *Triad*) para medir diferentes aspectos de performance. A transferência de dados de uma posição de memória para outra é feita pelo comando de *Copy*, ou seja, ($X = Y$). A modificação dos dados antes da escrita ser multiplicada por um determinado valor constante é feita pelo comando de *Scale*, ou seja, ($X = n * Y$). Os dados são lidos do primeiro local de memória e depois do segundo com a utilização do comando *Add*. Então os dados resultantes são colocados em um terceiro lugar ($X = Y + Z$). Triad é uma combinação de Add e Scale. Os dados são lidos do primeiro local de memória com *Scale* e, em seguida, adicionado do segundo lugar para escrevê-lo no terceiro lugar ($X = n*Y + Z$) (POTDAR, 2020, p. 1424, tradução nossa).

Gráfico 2: Comparação de velocidade de RAM entre uma VM e um contêiner Docker

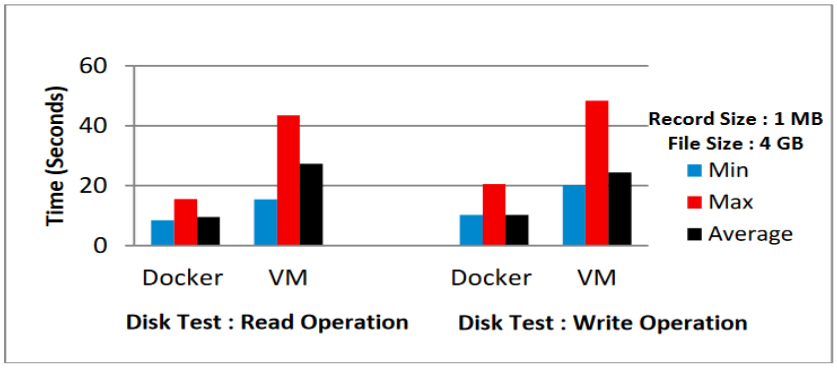


Fonte: (POTDAR, 2020, p. 1425).

2.3.3 Comparação de performance de disco

Para testar o desempenho do disco rígido, a ferramenta de benchmark IOzone foi usada para a análise de desempenho. No teste foram utilizadas operações como escrita e leitura do sistema, com registros de 1MB de tamanho e arquivos de 4GB. Pode-se inferir do Gráfico 3 que o desempenho do Docker é muito melhor quando comparado com a máquina virtual. As operações de leitura e escrita de uma máquina virtual são reduzidas em mais da metade em relação ao contêiner Docker (aproximadamente 54%) (POTDAR, 2020, p. 1425, tradução nossa).

Gráfico 3: Comparação de desempenho de Disco entre uma VM e um contêiner Docker

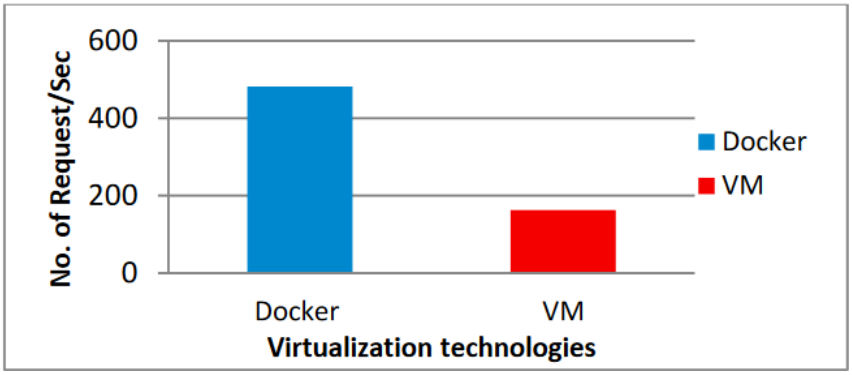


Fonte: (POTDAR, 2020, p. 1425).

2.3.4 Comparação de velocidade de carregamento

Para a comparação de desempenho do teste de carregamento foi usada a ferramenta Apache Benchmark, na qual mede o número de solicitações por segundo que um determinado sistema pode tolerar. Um programa python foi executado para testar o carregamento usando o Apache. O Gráfico 4 mostra que a taxa de tranferência na máquina virtual é muito menor em comparação com a do Docker. Isso ocorre devido à maior latência de rede na máquina virtual do que no Docker (POTDAR, 2020, p. 1425, tradução nossa).

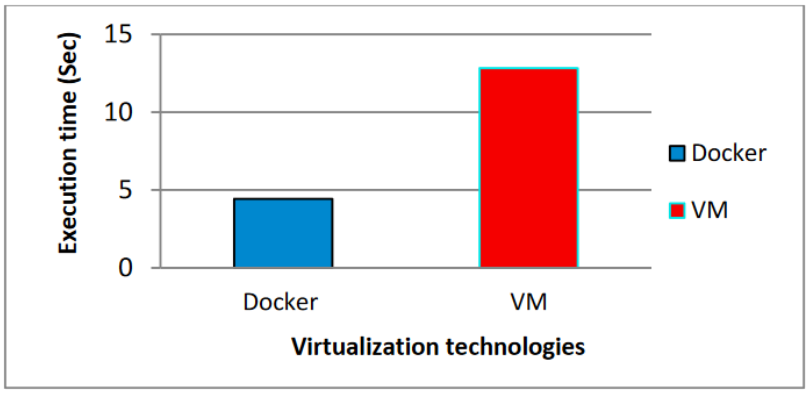
Gráfico 4: Comparação de velocidade de carregamento entre uma VM e um contêiner Docker
Fonte: (POTDAR, 2020, p. 1426, tradução nossa).



2.3.5 Comparação de velocidade de operação

Para testar o desempenho computacional foi usado o *Eight Queens Test*, programa escrito em Phyton que consiste em colocar oito rainhas em um tabuleiro de xadrez 8×8 de modo que nenhuma delas ataque uma à outra. O teste mede quanto tempo leva para resolver o problema. O Gráfico 5 mostra o desempenho computacional do docker e da máquina virtual. Com base no tempo de execução, o contêiner docker demora considerávelmente menos para resolver o problema (POTDAR, 2020, p. 1426, tradução nossa).

Gráfico 5: Comparação de velocidade de operação entre uma VM e um contêiner Docker
Fonte: (POTDAR, 2020, p. 1426).



3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE PESQUISA

O tipo de pesquisa utilizado no presente estudo é de cunho qualitativo, pois a pesquisa examina evidências relacionadas ao objeto. Foram analisados e interpretados os dados referentes ao método de virtualização através de contêineres, buscando comparar sua aplicação dentro do contexto de exercícios militares no terreno em comparação com o método que utiliza máquinas virtuais.

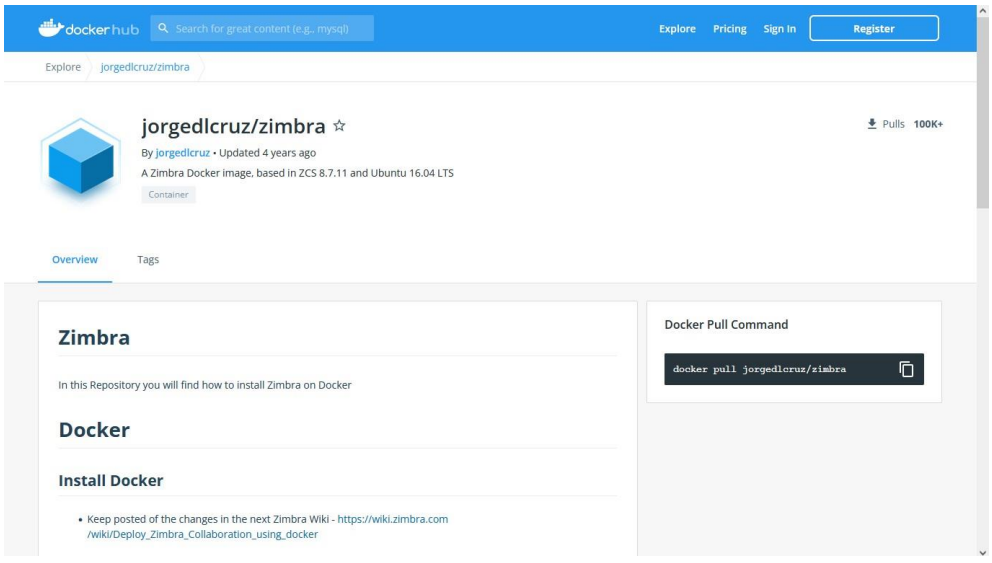
3.2 MÉTODOS

O método de pesquisa utilizado foi o experimental, pois a forma de virtualização proposta foi testada em ambiente controlado a fim de analisar os principais benefícios provenientes de sua implementação. Ou seja, foram realizados testes a partir dos quais foi possível comprovar a melhor eficiência do método proposto quando operado nos centros de comunicações durante os exercícios no terreno.

3.2.1 Operação do sistema

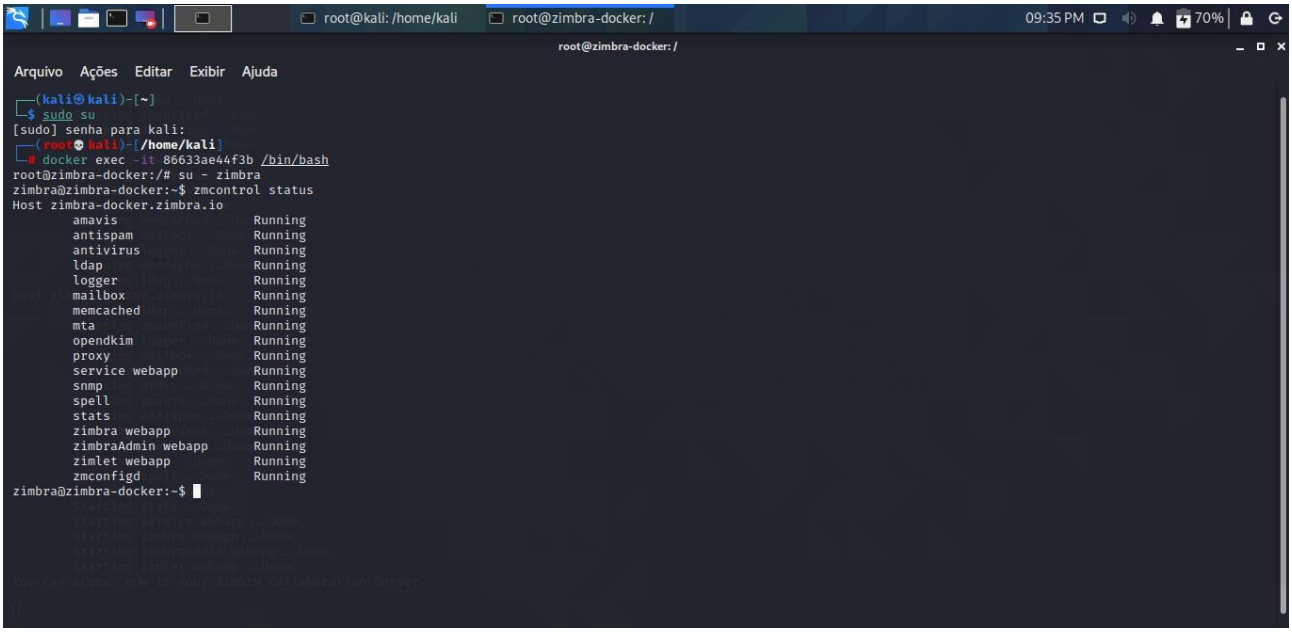
Foi instalado em um Sistema Operacional Kali Linux um servidor de e-mail Zimbra em um contêiner através de uma imagem Docker disponível no repositório Docker HUB.

Figura 6: Repositório Docker utilizado



Fonte: AUTOR (2022)

Figura 7: Servidor Zimbra levantado



Fonte: AUTOR (2022)

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi constituída das seguintes etapas: Inicialmente, o tema foi escolhido baseado em sua relevância no cenário das tecnologias da informação e delimitado levando em consideração sua fácil aplicabilidade no contexto dos exercícios no terreno da AMAN.

Foram lidos artigos científicos e manuais sobre a temática a fim de aumentar o conhecimento sobre a operação das ferramentas utilizadas. Na sequência foram estabelecidos os objetivos específicos que balizam o alcance do objetivo geral deste trabalho.

Em seguida, foram conceituados os conteúdos importantes para o entendimento da pesquisa, bem como a revisão das principais diferenças entre os métodos de virtualização citados neste trabalho.

Na experimentação da pesquisa foi testado o método de conteinerização com o servidor de e-mail Zimbra, utilizado amplamente em execícios no terreno da Arma de Comunicações da AMAN. Dessa forma, o desenvolvimento pautou-se em levantar as principais melhorias que o método de contêinerização traria em sua aplicação prática.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A problematização dada por este trabalho relaciona diretamente a área de cibernética com o emprego da arma de comunicações nos exercícios no terreno e nas operações militares, áreas de concentração que, integradas, proporcionam a multiplicação do poder de combate do Exército Brasileiro.

4.1 RESULTADOS

Serão apresentados os principais benefícios levantados sobre a utilização de contêineres para administração de serviços em exercícios no terreno.

4.1.1 Melhor desempenho

Por eliminarem os recursos desnecessários para cada contêiner, os serviços apresentam desempenho superior, assim como evidenciado na seção 2.3.

4.1.2 Baixo consumo computacional

Segundo Joy (2015), como os contêiners Docker não utilizam *hypervisor*, os recursos disponíveis podem ser utilizados de forma mais eficiente. Isto significa que pode haver mais contêineres numa única máquina do que máquinas virtuais simultâneas. Dessa forma consumindo menos espaço e exigindo menos processamento.

4.1.3 Portabilidade

O Docker utiliza o modelo de container para compactar uma aplicação, que após ser transformada em uma imagem docker, poderá ser reproduzida em qualquer porte de plataforma, ou seja, caso sua aplicação funcione sem falhas em seu notebook, ela funcionará também no servidor ou no mainframe. (GOMES, 2015).

4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os benefícios levantados na seção 4.1 são de extrema valia no contexto dos exercícios no terreno e tem reflexos imediatos sobre a execução das atividades em campanha.

O melhor desempenho gerado pela utilização dos contêiners ocasionam na melhor eficiência de todo o sistema de comando e controle, uma vez que permite maior tráfego de dados com menor latência, o que influencia principalmete nos serviços que exigem atualizações em tempo real tal como georeferenciamento e videoconferências.

O baixo custo computacional consumido pelos contêiners alia-se a necessidade de economia de meios preconizado nos princípios de comando e controle, permitindo uma melhor redistribuição dos recursos de comunicações sem afetar o desempenho final

E por fim a portabilidade permite não somente a rápida implementação em exercícios subsequentes, como também o compartilhamento das melhorias implementadas, além de evitar problemas de compatibilidades, pois cada contêiner carrega consigo seu conjunto de bibliotecas e recursos necessários para seu funcionamento.

4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

> A eficácia do Sistema C^2 será maior ou menor à medida que o Sistema de Comunicações e de Computadores, suporte daquele, igualmente o seja. Tal consideração inclui, naturalmente, a necessária eficiência dos recursos humanos (treinamento e operacionalidade) e materiais empregados (especificações e estruturação sistêmica) (BRASIL, 1997, p. 3-1).

Com isso ressalta-se a importância de atualizar os métodos e processos de emprego dos meios de comunicações disponíveis, tanto material quanto procedimenal, a fim de acompanhar a evolução das tecnologias da informação e manter o a eficácia do sistema de comando e controle.

De acordo com o manual C 11-1 – Emprego das comunicações (BRASIL, 1997), O sistema de comunicações deve proporcionar rapidez às ligações. Isto significa que as ligações necessitam oportunidade, isto é, devem ser estabelecidas em tempo útil para surtir os efeitos desejados.

Isso aumenta a relevância da portabilidade agregada aos contêiners Docker, pois atravez do sistema de arquivos *dockerfile* que geram imagens prontas e compatíveis com qualquer sistema, o tempo de implementação é drasticamente reduzido em comparação às maquinas virtuais atualmente empregadas nos exercícios no terreno.

Apresentados os benefícios da utilização de contêineres como método de administração de serviços em exercícios no terreno, fica claro o impacto positivo que a adoção deste médoto irá causar na eficiência do centro de comunicações durante os exercícios no terreno e consequentemente em futuras operações terrestres do Exército Brasileiro

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluindo esse trabalho, associando a área de cibernética com o emprego das comunicações em campanha, conclui-se que é de fundamental importância a atualização dos processos tecnológicos utilizados no âmbito das operações terrestres de forma a acompanhar a evolução das tenologias da informação no mundo. O Exército, embora seja empregado de forma progressiva nas crises e na guerra, deve ser constituído por meios modernos e por efetivos muito bem adestrados. A Força deverá manter-se em permanente processo de transformação, buscando, desde logo, evoluir da era industrial para a era do conhecimento. (BRASIL, 2020).

Neste contexto, o presente trabalho buscou estudar os benefícios da implementação dos serviços utilizados em um COp através de contêineres Docker. Assim, reduzindo drasticamente o custo computacional de todo o sistema de C^2 no âmbito dos exercícios no terreno e operações terrestres, além de facilitar a portabilidade e flexibilidade de implantação em diferentes exercícios e operações.

Agregando a esses fatores, recomenda-se como continuação dessa linha de pesquisa, estudos sobre a utilização das ferramentas de compartilhamento de arquivos de imagens Docker, tais como o GitHub e DockerHub no âmbito das forças armadas, a fim de compartilhar as melhorias implementadas e padronizar as configurações dos meios empregados nos centros de operações de toda a Força.

Por fim, destaca-se a importância de mater a mentalidade no meio acadêmico militar de sempre buscar a aplicabilidade de novas ferramentas no contexto operacional de forma a nunca deixar que os meios de comando e controle do Exército Brasileiro se tornem obsoletos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 11-1: Emprego das Comunicações**. 2. ed. Rio de Janeiro EGGCF, 1997.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **Manual de Campanha EB20-MC-10.205: Comando em Controle**. 1. Ed. Brasília EGGCF, 2015.

COMO os cloud contêineres podem ajudar a sua empresa?. **Ipsense**, 2019. Disponível em: <https://www.ipsense.com.br/blog/como-os-cloud-contêineres-podem-ajudar-a-sua-empresa/>. Acesso em: 07, jul. de 2021

Campbell, S. & Jeronimo, M. (2006). **Applied Virtualization Technology: Usage Models for IT Professionals and Software Developers**. Intel Press, US, 2006

Carissimi, A. (2008) "**Virtualização:** da teoria a soluções". In: Simpósio brasileiro de redes de computadores e sistemas distribuídos, 2008, Rio de Janeiro. Livro texto dos minicursos. Rio de Janeiro: SBC, 2008. p. 174-199.

DOCUMENTAÇÃO de contêineres no Windows: Contêineres vs. máquinas virtuais. **Microsoft Docs**, 2019. Disponível em: https://docs.microsoft.com/pt-br/virtualization/windowscontêineres/about/contêineres-vs-vm. Acesso em: 20 jul. 2021.

GOMES, Rafael. Entendendo o Docker parte 1: O que é Docker?. **Medium**, 2015. Disponível em: https://medium.com/@gomex/entendendo-o-docker-parte-1-8eeb85faf1fa. Acesso em: 20 jul. 2021.

NETO, Samuel Bombassaro. O Emprego de medidas de defesa cibernética nos meios de tecnologia da informação do sistema de comunicações da brigada. **Revista Giro do Horizonte**, Rio de Janeiro, v. 3 n. 1, p. 23-38, Jun. 2019.

SEO, C. E. Virtualização – Problemas e desafios. **IBM Linux Technology Center**, v. 1, n. 008278, p. 1–19, 2009.

YAMASHITA, Rôber. **O Sistema Tático de Comunicações nas Operações Complementares**. Orientador: Glauber Juarez Sasaki Acácio. 2019. 73 p. TCC (Pós- graduação lato sensu) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2019.

POTDAR, Amit M. et al. Performance evaluation of docker contêiner and virtual machine. **Procedia Computer Science**, v. 171, p. 1419-1428, 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa Nacional. Estratégia nacional de defesa. Brasília: Ministério da Defesa Nacional, 2020.

O QUE é virtualização?. **Red Hat** 2018. Disponível em: https://www.redhat.com/pt-br/topics/virtualization/what-is-virtualization. Acesso em: 25 out.