

ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA

VICTOR HUGO NEIPP GUIMARÃES

**A IMPLEMENTAÇÃO DO AIDC (*AUTOMATIC
IDENTIFICATION AND DATA CAPTURE*) PARA
CONTROLE DE MATERIAIS CONTROLADOS NO CORPO
DE FUZILEIROS NAVAIS DO BRASIL:**

Um Estudo do Impacto na Eficiência Operacional.

Artigo apresentado ao Departamento de Estudos da Escola Superior de Guerra como requisito parcial à obtenção do certificado do Curso de Gestão, Logística e Apoio à Decisão.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Kostin / Prof. Dr. Luiz Otávio Gavião

Rio de Janeiro
2025

Este trabalho, nos termos de legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado propriedade da ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA (ESG). É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que sem propósitos comerciais e que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do autor e não expressam qualquer orientação institucional da ESG.

VICTOR HUGO NEIPP GUIMARÃES

A IMPLEMENTAÇÃO DO AIDC (*AUTOMATIC IDENTIFICATION AND DATA CAPTURE*) PARA CONTROLE DE MATERIAIS CONTROLADOS NO CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS DO BRASIL: UM ESTUDO DO IMPACTO NA EFICIÊNCIA OPERACIONAL

VICTOR HUGO NEIPP GUIMARÃES¹

RESUMO

Este estudo analisa a viabilidade e o impacto da implementação de tecnologias de Identificação Automática e Captura de Dados (AIDC), como RFID e IUID, no controle de materiais controlados (armas portáteis) no Corpo de Fuzileiros Navais (CFN) do Brasil. O controle rigoroso de armas e munições, essencial para operações militares e segurança nacional, tem atualmente uma forte dependência de processos manuais e documentação física, conforme detalhado nas normas internas da Marinha, fato que corrobora com a falta de precisão no rastreamento destes itens. A pesquisa propõe uma análise das percepções dos operadores sobre as diferenças e impactos das tecnologias de identificação automática (AIDC) em comparação com os métodos manuais de controle de estoque. O objetivo é otimizar processos logísticos, melhorar a rastreabilidade e modernizar a gestão destes ativos do CFN. Baseando-se em estudos de caso de outras forças armadas (Forças Armadas Norueguesas e USMC), espera-se demonstrar ganhos significativos em eficiência de tempo e controle do inventário, posicionando o CFN na vanguarda da gestão de materiais controlados. A metodologia inclui uma abordagem predominantemente qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, para compreender as percepções dos operadores sobre as diferenças entre os métodos de controle de estoque (manual, RFID e IUID). Conclui-se que a adoção dessas tecnologias pode revolucionar a gestão de inventário no CFN, apesar dos desafios de implementação e da necessidade crítica de alinhamento com regulamentações existentes que ainda exigem documentos físicos e aprovações manuais, o que limita os benefícios potenciais da automação completa.

Palavras-chave: Logística; Gestão de Inventário; AIDC; RFID; IUID; Marinha; CFN

¹ Capitão-Tenente Fuzileiro Naval

ABSTRACT

This study analyzes the feasibility and impact of implementing Automatic Identification and Data Capture (AIDC) technologies, such as RFID and IUID, in the control of restricted materials (portable weapons) within the Brazilian Marine Corps (CFN). The strict management of weapons and ammunition, essential for military operations and national security, currently relies heavily on manual processes and physical documentation, as detailed in the Navy's internal regulations—an approach that contributes to imprecision in tracking these items. The research examines operators' perceptions of the differences and impacts of AIDC technologies compared to manual inventory control methods. The objective is to optimize logistics processes, enhance traceability, and modernize the management of CFN assets. Drawing on case studies from other armed forces (Norwegian Armed Forces and USMC), the study expects to demonstrate significant gains in time efficiency and inventory control, positioning the CFN at the forefront of restricted material management. The methodology is predominantly qualitative, exploratory, and descriptive, aiming to capture operators' perceptions regarding the differences between manual, RFID, and IUID inventory control systems. Findings suggest that adopting these technologies may revolutionize CFN inventory management, despite implementation challenges and the critical need for alignment with existing regulations that still require physical documentation and manual approvals factors that limit the full benefits of automation.

Keywords: Logistics; Inventory Management; AIDC; RFID; IUID; Navy; Brazilian Marine Corps

1 INTRODUÇÃO

O controle rigoroso de materiais controlados, como armas e munições, é de importância crítica para a segurança e eficiência operacional em organizações militares, como o Corpo de Fuzileiros Navais (CFN) do Brasil (Brasil, 2020). Historicamente, esses processos têm sido manuais, o que os torna demorados, intensivos em mão de obra, e suscetíveis a erros (Osman et al., 2024). A ineficiência resultante afeta a capacidade de treinamento, tendo em vista a demora no procedimento, e o controle, no quesito rastreabilidade, por parte do setor de logística (Osman et al., 2024). Adicionalmente, as normas internas da Marinha, como a

DSAMARINST N° 40-02C, estabelecem procedimentos que dependem fortemente de documentos físicos e assinaturas manuais para o registro e controle desses materiais (Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha, 2010).

Nesse cenário, as tecnologias de Identificação Automática e Captura de Dados (AIDC), como a Identificação por Radiofrequência (RFID) e a Identificação Única de Item (IUID), surgem como soluções promissoras (Obellos; Colleran; Lookabill, 2007). Essas tecnologias já revolucionaram as indústrias privadas, elevando drasticamente a eficiência das cadeias de suprimentos globalmente (Heiskanen, 2021). Grandes instituições como o Departamento de Defesa dos EUA (DoD) e grandes varejistas já impulsionaram a adoção e o desenvolvimento dessas tecnologias (Lien, 2011). Contudo, a implementação de novas tecnologias é um processo desafiador, que exige análises criteriosas acerca do potencial de aprimoramento dos processos e quais são seus custos, explorando diversas alternativas antes da tomada de decisão (Simi et al., 2025).

Este trabalho visa investigar a aplicabilidade e o impacto da AIDC, especificamente RFID e IUID, no controle de inventário de armas portáteis no CFN do Brasil. Busca-se aprender com as experiências de outras forças armadas, como as Forças Armadas Norueguesas (NAF) e o Corpo de Fuzileiros Navais dos EUA (USMC), que já exploraram ou implementaram essas tecnologias (Lien, 2011) (Medeiros; Zukowski, 2021) (Harris; Locklar; Wright, 2008).

A pesquisa proposta fará uma análise das percepções dos operadores sobre as diferenças e impactos das tecnologias de identificação automática em comparação com os métodos manuais de controle de estoque. Para isso, será utilizado um questionário como ferramenta principal para coletar dados qualitativos, visando compreender a realidade operacional e identificar a solução mais adequada para o Corpo de Fuzileiros Navais (CFN) do Brasil (Vergara, 2016). O objetivo final é analisar o impacto da implementação de tecnologias AIDC na eficiência do controle de materiais controlados (armas portáteis) no CFN do Brasil, comparando-as com os métodos manuais e propondo uma solução otimizada.

Para atingir este objetivo, o estudo:

Descreverá as tecnologias AIDC (RFID e IUID), seus componentes, princípios de funcionamento, benefícios e desafios, com foco em sua aplicação para

rastreamento de materiais controlados. Essas tecnologias incluem RFID, que utiliza ondas de rádio para identificar objetos sem linha de visada, e IUID, que descreve códigos ópticos (como matrizes 2D) para identificação única.

Analizará os processos e as soluções de controle de inventário de armas e munições utilizados pelas Forças Armadas Norueguesas (NAF) e pelo Corpo de Fuzileiros Navais dos EUA (USMC), conforme detalhado na literatura.

E comparará qualitativamente as opções de implementação de AIDC (Solução RFID e Solução IUID) e o processo manual, considerando critérios como precisão, durabilidade e custos, adaptando a análise ao contexto do CFN do Brasil, com base nas percepções e experiências coletadas dos operadores por meio do questionário. As percepções dos operadores são cruciais para entender como tal tecnologia poderá ser usadas e para identificar ineficiências e gargalos nos processos, principalmente o manual.

A relevância deste estudo para a área de Gestão, Logística e Apoio à Decisão, especialmente no contexto militar e de segurança nacional, é notável. Ele oferece um modelo para que o CFN do Brasil aprimore o controle de seus materiais controlados. A otimização de processos logísticos, a melhoria da rastreabilidade do inventário e a modernização são justificativas cruciais para a adoção dessas tecnologias, posicionando o CFN na vanguarda da gestão de ativos e logística.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, serão explorados os conceitos fundamentais que fundamentam este estudo, incluindo a Identificação Automática e Captura de Dados (AIDC), com foco nas tecnologias RFID e IUID, e sua relevância para a gestão de inventário e logística, especialmente no contexto militar.

2.1 Identificação Automática e Captura de Dados (AIDC)

As Tecnologias de Identificação Automática e Captura de Dados (AIDC) representam sistemas que utilizam ondas de rádio e códigos ópticos para identificar e coletar dados de objetos de forma automática (Stopka; L'upták, 2018). A análise do uso de AIDC em logística tem sido um campo de estudo significativo. Essas tecnologias são apresentadas como uma solução promissora para aprimorar a

eficiência nas cadeias de suprimentos globalmente (Barbosa, 2011).

Entre as principais tecnologias AIDC, destacam-se a Identificação por Radiofrequência (RFID) e a Identificação Única de Item (IUID) (Lien, 2011). A tecnologia RFID é vista como um método adicional de identificação, que pode ser utilizado em aplicações onde o código de barras e outras tecnologias não atendem a todas as necessidades, ou pode ser usada em conjunto com outros métodos (Barbosa, 2011).

A comparação entre RFID e códigos de barras é um ponto central na decisão de adoção tecnológica. Embora os códigos de barras sejam amplamente utilizados, a tecnologia RFID provê melhor rastreabilidade e visibilidade. Diferenças significativas existem entre os sistemas com código de barras e RFID, com a RFID oferecendo vantagens em cenários que exigem rastreamento mais robustos (Barbosa, 2011).

2.2 Identificação por Radiofrequência (RFID)

A Identificação por Radiofrequência (RFID) é uma tecnologia que utiliza ondas de rádio para identificar objetos. Sua operação se baseia na comunicação sem fio entre componentes específicos (Barbosa, 2011).

Os sistemas RFID são compostos por tags (etiquetas), leitores e antenas.

Tags RFID: As etiquetas RFID são elementos fundamentais. Elas podem ser passivas, ativas ou semi-passivas, cada uma com diferentes capacidades de energia e alcance.

Leitores RFID: Os leitores são dispositivos que interagem com as tags, lendo e gravando informações. A estrutura física de um leitor é composta por diversas partes.

Antenas RFID: As antenas são responsáveis pela transmissão e recepção de sinais de rádio.

Espectro e Frequências: A tecnologia RFID opera em diversas faixas de espectro de frequências, com diferentes regulamentações e usos globais (Harris; Locklar; Wright, 2008).

Benefícios e Desafios: A implementação de RFID pode trazer benefícios significativos, como melhoria da rastreabilidade e visibilidade. No contexto de operações de armazém para prontidão de equipamentos militares, a RFID pode ser

crucial. No entanto, sua adoção é um processo desafiador que exige análises criteriosas de melhorias de processo, custos e alternativas (Barbosa, 2011).

Aplicações: A pesquisa sistemática da literatura sobre RFID em logística demonstra que as principais áreas de aplicação são rastreamento (*tracking*), monitoramento (*monitoring*), gestão (*management*) e identificação automática (*automatic identification*) (Casella; Bigliardi; Bottani, 2022).

Estudos de Viabilidade: A análise da viabilidade de aplicação da RFID é crucial. Um estudo de viabilidade técnica pode incluir um *site survey*, escolha do tag, custo de colocação dos tags, análise de interferência ambiental, escolha da frequência e definição do posicionamento de leitores e antenas. Um estudo de viabilidade econômica compara os custos da solução RFID com os benefícios, como a redução de mão de obra (Barbosa, 2011).

Estudos sobre a implementação de RFID em ambientes de combate ou logística militar avançada reconhecem a necessidade de considerar a assinatura eletromagnética (EM) dos dispositivos como um fator de risco:

Um estudo que examina a implementação de RFID para melhorar o controle de inventário nas Operações Avançadas de Base Expedicionária (EABO) do Corpo de Fuzileiros Navais (USMC) analisa os custos e benefícios do uso de RFID, dando "atenção especial à responsabilização e à assinatura eletromagnética (EM)". A análise da assinatura EM é crucial em ambientes operacionais onde a detecção pode comprometer a missão ou a segurança do pessoal (Barca; Elliott, 2023).

2.3 Item Unique Identification (IUID) e Códigos 2D

Para a identificação única de itens, tecnologias como os códigos de barras 2D são amplamente utilizadas. No contexto militar, a Identificação Única de Item (IUID) é uma tecnologia destacada por seu potencial para melhorar o controle sobre os ativos, incluindo armas pequenas (Lien, 2011) (Harris; Locklar; Wright, 2008). A IUID é considerada uma das principais tecnologias de identificação automática (AIT - *Automatic Identification Technology*). Desafios e benefícios associados à IUID são frequentemente discutidos em estudos (Medeiros; Zukowski, 2021).

2.4 Controle de Inventário de Materiais Controlados no Contexto Militar

O controle de inventário de materiais controlados, como armas e munições, é de importância crítica em organizações militares. Historicamente, muitos desses processos são realizados manualmente, o que os torna demorados, intensivos em mão de obra e suscetíveis a erros (Osman et al., 2024).

Normas e Procedimentos da Marinha do Brasil: A DSAMARINST N° 40-02C estabelece normas para o controle de materiais classificados desde o recebimento até o consumo ou baixa.

Documentação: Os documentos referentes a armamento e munições são classificados como permanentes e devem ser arquivados por tempo indeterminado. É fundamental que os documentos que respaldam a incorporação ou saída de estoque sejam elaborados e tramitados em meio físico (papel), além do meio eletrônico.

Tipos de Documentos de Controle: A norma detalha diversos documentos essenciais, como:

1. Lista de Dotação de Armamento (LDA): Especifica o modelo, marca e quantidade de armas, munições e pirotécnicos que devem dotar uma Organização Militar (OM);
2. Relatório de Posição de Estoque por SJ: Informa o inventário físico segregado por lote ou número de série;
3. Relatório de Tiro (RT): Obrigatório sempre que houver consumo de munição, registrando o acompanhamento técnico e consumo no SINGRA; e
4. Rastreamento e Inventário Físico: O rastreamento de armamento é feito por lote de fabricação ou número de série. É obrigatório o inventário físico periódico de todo o armamento, com os documentos gerados sendo encaminhados à DSAM. O extravio ou danos de armamento exigem a instauração de procedimento administrativo.

(Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha, 2010).

Desafios dos Processos Manuais: A persistência de processos manuais, conforme destacado em estudos sobre operações de armazém, gera potencial para erros humanos, resultantes da natureza repetitiva, fisicamente exigente e exaustiva das atividades (Osman et al., 2024).

2.5 Experiências de Outras Forças Armadas

A busca por otimização no controle de inventário e gestão de ativos não é exclusiva de uma única força militar. O intuito é utilizar o conhecimento de implementações e pesquisas anteriores para aprimorar as capacidades do CFN. Outras forças armadas já exploraram ou implementaram tecnologias de identificação automática:

Forças Armadas Norueguesas (NAF): Estudos foram conduzidos para recomendar tecnologias e soluções que melhorem a rastreabilidade e o controle de inventários de armas pequenas e munições, incluindo a avaliação da RFID e da IUID (Lien, 2011).

Corpo de Fuzileiros Navais dos EUA (USMC): Pesquisas foram realizadas sobre a utilização potencial de RFID passiva para melhorar a responsabilidade de ativos (Medeiros; Zukowski, 2021). A IUID também é um foco de estudo para aprimorar a rastreabilidade e controle de materiais. A discussão sobre a aplicação de RFID em armas pequenas é um tema recorrente (Harris; Locklar; Wright, 2008).

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa adotou uma abordagem predominantemente qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, para compreender as percepções dos operadores sobre as diferenças entre os métodos de controle de estoque (manual, RFID e IUID). O estudo de caso, focado na realidade dos operadores de controle de estoque, foi o meio de investigação principal, buscando insights profundos sobre suas experiências e interações com as tecnologias (Vergara, 2016).

3.1 Tipo de Pesquisa

Quanto aos fins, a pesquisa foi exploratória e descritiva (Vergara, 2016). Exploratória por buscar um conhecimento aprofundado sobre um fenômeno complexo e pouco sistematizado sob a ótica dos operadores, permitindo que novas compreensões e talvez hipóteses surjam (Heiskanen, 2021). Descritiva por expor as características das percepções, expectativas e sugestões dos operadores sobre os métodos de controle de estoque, podendo, inclusive, estabelecer correlações entre variáveis percebidas.

Quanto aos meios de investigação, a pesquisa foi de campo, utilizando um

questionário como principal instrumento de coleta de dados diretamente dos operadores no ambiente real de trabalho. Além disso, a investigação pode ser caracterizada como estudo de caso, pois está circunscrita a uma unidade específica.

3.2 Universo e Amostra

O universo da pesquisa é constituído pelos Operadores Especiais envolvidos nas diversas operações e adestramentos do Batalhão de Operações Especiais de Fuzileiros Navais e militares em funções de controle e gestão de inventário de materiais controlados (armas portáteis).

A amostra foi não probabilística, selecionada por acessibilidade, composta por militares que possuam experiência direta com os processos de controle de estoque (manual) e os usuários diretos do sistema, que são os Operadores Especiais.

Esse critério de seleção possibilitou concentrar a análise nos indivíduos que possuem o conhecimento e a experiência mais relevantes para os objetivos da pesquisa.

3.3 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de um questionário. Este foi um instrumento escrito, apresentado aos respondentes de forma digital, contendo uma série de questões. Para capturar as percepções detalhadas dos operadores, o questionário combinou:

1. Questões abertas: para permitir aos respondentes expressar livremente suas ideias, experiências e sugestões em suas próprias palavras, fornecendo descrições ricas; e
2. Questões fechadas: para coletar dados mais estruturados, onde os respondentes farão escolhas ou ponderarão entre alternativas predefinidas.

O questionário abordou os tópicos previamente discutidos na etapa de planejamento, como: as dificuldades e ineficiências dos processos manuais atuais, as expectativas e desafios relacionados à implementação de tecnologias como RFID e IUID, e as diferenças percebidas em termos de precisão, durabilidade e complexidade.

O questionário foi acompanhado de uma apresentação, explicando o objetivo do estudo, garantindo o anonimato dos participantes e fornecendo instruções claras para o preenchimento e devolução.

3.4 Tratamento dos Dados

Os dados coletados por meio do questionário foram submetidos a um tratamento qualitativo, focado na identificação de padrões, temas e significados nas respostas dos participantes. A análise seguiu as seguintes etapas:

1. Familiarização: exame integral das respostas a fim de alcançar uma visão global e aprofundada do conteúdo;
2. Codificação Inicial: Segmentação dos dados em partes menores e atribuição de códigos descritivos que representem ideias, conceitos ou percepções expressas pelos; e
3. Identificação de Temas: Agrupamento dos códigos relacionados para formar temas mais amplos de significado.

A abordagem foi interpretativa, buscando a compreensão dos significados, muitos deles implícitos, nos relatos dos operadores, e interpretando as interações humanas e a cultura organizacional.

3.5 Limitações do Método

Reconhece-se que a aplicação de questionários apresenta limitações inerentes, como o viés das respostas, a subjetividade das percepções individuais e a dificuldade de generalização dos resultados.

Para mitigar esses aspectos, foram adotadas medidas complementares, tais como a observação do contexto organizacional em que se insere a pesquisa e a realização de um pré-teste do instrumento aplicado. Essas estratégias tiveram como objetivo ampliar a confiabilidade dos resultados, reduzir possíveis distorções decorrentes da interpretação dos respondentes e assegurar maior robustez às conclusões do estudo.

Apesar dessas limitações, a metodologia escolhida é considerada a mais adequada para os propósitos da investigação, pois busca uma compreensão profunda e contextualizada das percepções dos operadores, o que é de grande valor para o

estudo proposto.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO

A análise e discussão dos resultados têm por objetivo interpretar as percepções dos operadores quanto ao uso das tecnologias de Identificação Automática e Captura de Dados (AIDC), em especial RFID e IUID, aplicadas ao controle de materiais controlados no Corpo de Fuzileiros Navais. O foco recai sobre os impactos esperados em eficiência, precisão, rastreabilidade e integração logística, à luz da literatura revisada e principalmente do artigo do USMC *Small Arms Weapons Tracking System* (Harris; Locklar; Wright , 2008).

4.1 Perfil e Familiaridade dos Respondentes

A amostra compreende operadores diretamente envolvidos com processos de inventário, armazenagem e controle de armamento do Batalhão de Operações Especiais de Fuzileiros Navais. Observa-se que a maioria apresenta nível médio a alto de familiaridade com tecnologias de AIDC, com notas variando de 3 a 5 em escala de 1 a 5. Isso demonstra uma base técnica adequada e predisposição à adoção de soluções tecnológicas inovadoras no ambiente militar.

Conforme Vergara (2016), a interpretação dos dados qualitativos deve priorizar os significados atribuídos pelos participantes, neste caso, evidencia-se uma consciência crescente sobre as limitações dos métodos manuais e uma expectativa positiva quanto à automação.

4.2 Ineficiências e Gargalos dos Processos Manuais

A análise das respostas revela que os principais fatores que contribuem para erros no processo manual são, conforme listados no Quadro1 e Figura 1:

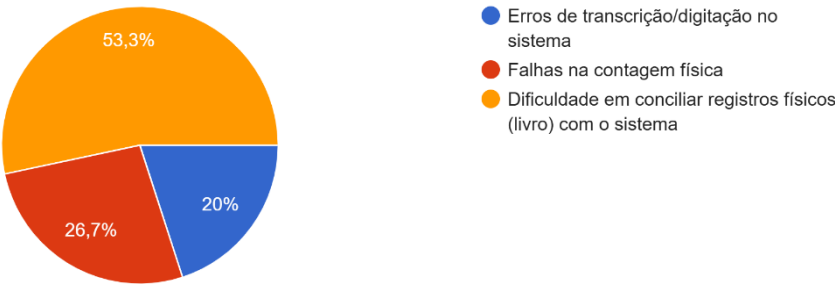
1. Erros de transcrição ou digitação;
2. Dificuldade de conciliar registros físicos e digitais; e
3. Burocracia e retrabalho em conferências.

QUADRO 1 - Principais Gargalos dos Processos Manuais.

Gargalos dos Processos Manuais	Frequência
Erros de transcrição e digitação	Alta
Retrabalho e recontagens	Alta
Burocracia e lentidão no fluxo de aprovação	Média
Falta de integração entre documentos físicos e sistema SINGRA	Alta
Falhas humanas decorrentes de fadiga ou rotina repetitiva	Média

Fonte: O Autor, 2025.

FIGURA 1 - Fatores que contribuem para erros ou imprecisões no registro de dados manuais.



Fonte: Autor, 2025.

Esses achados corroboram estudos de Osman et al. (2024) e a descrição operacional da DSAMARINST nº 40-02C, que destaca a dependência de registros físicos e assinaturas manuais. Os participantes classificaram o processo manual como “altamente estressante e falho”, reforçando o impacto negativo sobre a eficiência operacional e a moral das equipes.

Esses elementos encontram paralelo no estudo do USMC (Harris; Locklar; Wright, 2008), que evidenciou as mesmas deficiências antes da adoção de RFID/IUID no sistema norte-americano de rastreo de armamento, com destaque para a falha de rastreabilidade nas unidades.

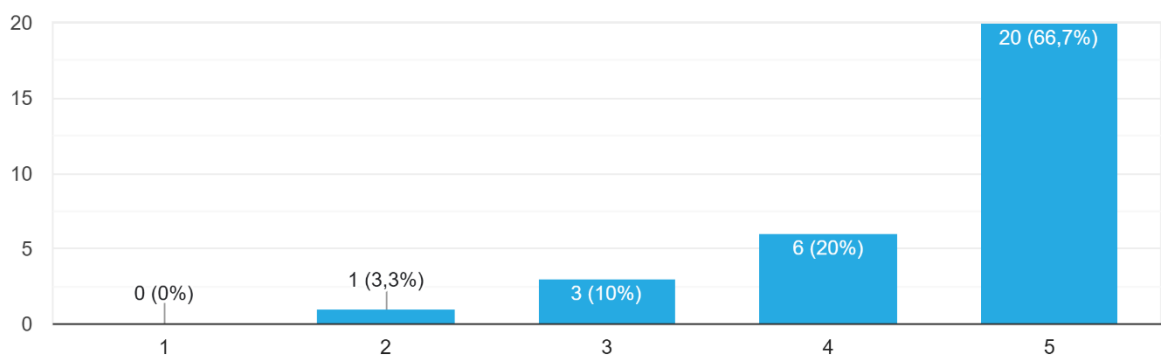
4.3 Expectativas sobre a Adoção do AIDC

Os resultados do questionário indicam altíssima expectativa quanto à capacidade da AIDC de reduzir tempo e esforço humano. Quatro dos cinco respondentes atribuíram nota 5 (máxima) à possibilidade de redução de mão de obra e tempo. Esse dado reforça a percepção de que a modernização tecnológica é vista

como inevitável e necessária. Os participantes destacaram benefícios esperados conforme Figura 2, como:

1. Redução do tempo de retirada e devolução de armamentos;
2. Agilidade no catálogo e conferência de materiais;
3. Maior confiabilidade e rastreabilidade dos registros; e
4. Diminuição de erros de contagem e discrepâncias entre o físico e o digital.

FIGURA 2 - Expectativa sobre a capacidade do AIDC de reduzir a mão de obra e o tempo gasto na contagem do paiol.



Fonte: O Autor, 2025.

Segundo Harris et al. (2008), após a adoção da RFID e IUID no USMC, houve redução de até 60% no tempo de inventário e eliminação quase total de divergências entre registros, um resultado que os respondentes brasileiros parecem antecipar intuitivamente.

4.4 Percepções sobre a Integração com os Sistemas Logísticos

Quanto à integração com sistemas existentes (como o SINGRA), os participantes classificaram o desafio como moderado a elevado (notas 3 e 4). Isso sugere uma preocupação legítima quanto à compatibilidade entre novas tecnologias e a infraestrutura atual.

Esse receio é consistente com o que Vergara (2016) denomina “barreiras contextuais à inovação”, e ecoa o caso norte-americano: o USMC identificou que o principal obstáculo à implantação inicial não era técnico, mas institucional e regulatório, relacionado à padronização de dados e interoperabilidade entre bases logísticas.

4.5 Comparação entre RFID e IUID

Na percepção dos operadores, a combinação entre RFID e IUID oferece o maior potencial de precisão e controle. Quatro respondentes apontaram a solução híbrida como ideal, reconhecendo que a RFID é superior para rastreamento em massa, enquanto a IUID garante identificação individualizada e durável, especialmente relevante para armamento.

Essas conclusões coincidem com os achados do estudo do Harris et al. (2008), que recomenda o uso complementar das tecnologias: RFID para controle em lote e IUID para controle item a item, assegurando rastreabilidade completa.

4.6 Expectativas Estratégicas e Conselhos aos Decisores

De forma unânime, as respostas abertas expressam anseio por modernização e digitalização dos processos de controle. Termos recorrentes incluem “evoluir”, “modernizar” e “adotar RFID/IUID”. O consenso reforça a percepção de que a digitalização não é apenas uma questão de eficiência, mas um imperativo estratégico para garantir prontidão operacional e segurança institucional.

Como observa Vergara (2016), “a análise qualitativa não busca consenso, mas convergência de significados”, e aqui a convergência é clara: os operadores enxergam a tecnologia como instrumento de transformação organizacional, não mera ferramenta técnica.

5 CONCLUSÃO

5.1 Síntese dos Resultados

A análise permitiu constatar que os processos manuais de controle de armamento no CFN apresentam limitações estruturais significativas, impactando diretamente a precisão dos registros, o tempo de execução e a confiabilidade dos inventários. As percepções coletadas reforçam a necessidade de modernização tecnológica, alinhada às experiências internacionais e à transformação digital das forças armadas contemporâneas.

As tecnologias RFID e IUID, estudadas no contexto do USMC (Harris; Locklar; Wright, 2008) e das Forças Armadas Norueguesas (Lien, 2011), mostram-se plenamente aplicáveis ao cenário brasileiro. Os resultados empíricos obtidos confirmam as hipóteses do estudo: a adoção da AIDC tende a reduzir o tempo de inventário, aumentar a precisão dos registros e minimizar erros humanos, otimizando a gestão de materiais controlados no CFN.

5.2 Implicações para o CFN

A implementação da AIDC tem potencial para:

1. Elevar o grau de controle dos armamentos;
2. Reduzir significativamente o tempo de retirada e devolução de material;
3. Diminuir o retrabalho e as discrepâncias entre registros;
4. Integrar dados em tempo real ao sistema SINGRA e outros módulos logísticos; e
5. Posicionar o CFN na vanguarda tecnológica das Forças Armadas latino-americanas.

5.3 Desafios Identificados

Entre os principais desafios, destacam-se:

1. Necessidade de adequação normativa (atualização da DSAMARINST 40-02C);
2. Integração de dados entre sistemas legados e novas plataformas;
3. Capacitação de pessoal técnico e operadores; e
4. Investimento inicial em infraestrutura de leitura RFID/IUID.

5.4 Recomendações

1. Projeto-piloto de RFID/IUID no Batalhão de Operações Especiais de Fuzileiros Navais, para testar a viabilidade técnica e logística;
2. Capacitação e workshops com foco em operadores e gestores logísticos;
3. Criação de um grupo de trabalho interdepartamental (CFN, DSAM, DGMM) para revisão de normas e integração de sistemas;

4. Análise de custo-benefício detalhada, baseada em modelos econométricos de eficiência operacional; e
5. Expansão gradual da AIDC, priorizando materiais de maior criticidade.

5.5 Considerações Finais

A continuidade dos esforços de pesquisa, migrando da fase exploratória para a fase de validação, é o passo crítico seguinte para transformar as expectativas dos operadores em resultados tangíveis e sustentáveis para o Corpo de Fuzileiros Navais.

Conclui-se que a adoção das tecnologias AIDC (RFID e IUID) representa uma oportunidade estratégica para o Corpo de Fuzileiros Navais do Brasil aprimorar o controle de materiais controlados, fortalecer sua governança logística e elevar seus padrões de eficiência. Assim como demonstrado pelo USMC, a modernização tecnológica deve ser vista como um investimento em prontidão e segurança, consolidando o CFN como força moderna, integrada e orientada à inovação.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Marcelo José Pinho. ***Estudo de viabilidade de implantação de RFID no armazém do Depósito de Subsistência da Marinha no Rio de Janeiro***. 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, Rio de Janeiro, 2011.
- BARCA, Briana N.; ELLIOTT, John D. ***Implementation of RFID to improve accountability in distributed maritime operations and EABO***. 2023. 120 f. Thesis (Master of Business Administration) – Naval Postgraduate School, Monterey, 2023.
- BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha. ***DSAMARINST n.º 40-02C: Controle do material símbolo de jurisdição A, D, J e Z***. Rio de Janeiro, 2010.
- BRASIL. Ministério da Defesa. ***Livro Branco de Defesa Nacional***. Brasília: Ministério da Defesa, 2020.
- CASELLA, Giorgia; BIGLIARDI, Barbara; BOTTANI, Eleonora. ***The evolution of RFID technology in the logistics field: a review***. Procedia Computer Science, v. 200, p. 1582-1592, 2022. DOI: 10.1016/j.procs.2022.01.359.
- HARRIS, Rico R.; LOCKLAR, Dale F.; WRIGHT, Luke R. ***Feasibility of radio frequency identification (RFID) and item unique identification (IUID) in the Marine Corps small arms weapons tracking system***. 2008. 119 f. MBA Professional Report – Naval Postgraduate School, Monterey, 2008. Disponível em: <http://www.acquisitionresearch.org>. Acesso em: 12 maio 2025.
- HEISKANEN, Santeri. ***Utilizing RFID to improve spare parts inventory management***. 2021. 89 f. Dissertação (Mestrado em Supply Management) – Lappeenranta-Lahti University of Technology, 2021.
- LIEN, Tord Hjalmar. ***Automatic identification technology: tracking weapons and ammunition for the Norwegian Armed Forces***. 2011. 107 f. Dissertação (Master of Business Administration) – Naval Postgraduate School, Monterey, 2011.
- MEDEIROS, Jeffrey J.; ZUKOWSKI, Joseph A. ***Potential utilization of passive RFID to improve asset accountability in the Marine Corps***. 2021. 73 f. Tese (Master of Science in Information Technology Management) – Naval Postgraduate School, Monterey, 2021. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10945/67779>. Acesso em: 4 jun. 2025.
- OBELLOS, Ernan S.; COLLERAN, Travis P.; LOOKABILL, Ryan D. ***The concurrent implementation of radio frequency identification and unique item identification at Naval Surface Warfare Center, Crane, IN as a model for a Navy supply chain application***. 2007. 121 f. Relatório Profissional de MBA – Naval Postgraduate School, Monterey, 2007. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10945/10219>. Acesso em: 4 jun. 2025.

OSMAN, Mohd Khidir et al. ***Evaluating the importance of radio frequency identification (RFID) in warehouse operations for army supply readiness.*** International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, v. 14, n. 10, p. 1-17, 2024.

SIMIC, N. et al. ***Possibilities of enhancing the quality of resource management in the logistics system of a military organization.*** In: Quality Festival, 2025. p. 156-166. DOI: 10.24874/QF.25.025.

STOPKA, Ondrej; L'UPTÁK, Vladimír. ***Optimization of warehouse management in the specific assembly and distribution company: a case study.*** Nase More, v. 65, n. 4, p. 266–269, 2018.

VERGARA, Sylvia Constant. ***Projetos e relatórios de pesquisa em administração.*** 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

APÊNDICE A
QUESTIONÁRIO APLICADO A MILITARES DO BATALHÃO DE OPERAÇÕES
ESPECIAIS DE FUZILEIROS NAVAIS (BtlOpEspFuzNav)

Prezado,

Este questionário faz parte de uma pesquisa acadêmica como requisito para a conclusão do Curso de Gestão, Logística e Apoio à decisão da Escola Superior de Guerra (ESG). A pesquisa propõe uma análise das percepções dos operadores sobre as diferenças e impactos das tecnologias de identificação automática (AIDC) em comparação com os métodos manuais de controle de estoque.

As respostas são utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos.

O tempo estimado de preenchimento é de 5 minutos.

1. Introdução:

Como uma breve introdução ao assunto, cito como exemplo simples as etiquetas eletrônicas (RFID) usadas em roupas e produtos de lojas. Ao passar por um leitor próximo à saída, o sistema identifica automaticamente o item, confirmando se foi pago e atualizando o estoque em tempo real. Um exemplo bastante comum de código 2D é o QR Code, presente em diversos contextos do dia a dia. Esse tipo de código armazena informações tanto na vertical quanto na horizontal, permitindo um grande volume de dados, facilitando a automação e o rastreamento. Os USMC e outras forças militares no mundo utilizam essas tecnologias no controle de seus paiois de armamentos.



QR code



2. Questionário:

Esta seção foca nas dificuldades e ineficiências dos processos manuais atuais.

- a. Quão familiarizado você está com as tecnologias de Identificação Automática (AIDC), como RFID, IUID/Código 2D? (Escala de 1 a 5, onde 1 = Nenhuma familiaridade e 5 = Muita familiaridade)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

- b. Considerando o processo manual de contagem de materiais controlados, qual é o fator que mais contribui para erros ou imprecisões no registro de dados?

- ☐ Erros de transcrição/digitação no sistema
- ☐ Falhas na contagem física
- ☐ Dificuldade em conciliar registros físicos (livro) com o sistema
- ☐ Outro: _____

- c. Quanto tempo, em média, uma equipe de 6 Operadores demora para retirar TODOS os materiais do paiol (Armamento, capacete, munição, placa...) ao sair para missão?

Sua resposta _____

- d. Em uma escala de 1 a 5, onde 1 é "mínimo" e 5 é "Crítico", como você classificaria o nível de imprecisão (discrepâncias entre o registro e o físico) do inventário de armas portáteis, utilizando o método manual?

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

e. Em sua experiência, o processo de inventário manual (contagem e registro) é:

- ☐ Exigente (seguro)
- ☐ Neutro
- ☐ Pouco exigente
- ☐ Altamente estressante (burocrático) e falho

f. Qual é a frequência de atrasos ou a necessidade de repetição de tarefas (recontagem, reconfirmação de dados, principalmente como conferente) devido a erros identificados nos processos manuais?

- ☐ Rara
- ☐ Ocasional
- ☐ Frequente
- ☐ Quase sempre

3. Expectativas e Desafios Relacionados à Implementação de Tecnologia (RFID e IUID)

Foco nas expectativas de melhoria da eficiência e nos desafios percebidos.

- a. Em uma escala de 1 a 5, onde 1 é "Nenhuma redução" e 5 é "Redução significativa", qual é a sua expectativa sobre a capacidade do AIDC de reduzir a mão de obra e o tempo gasto na contagem do paiol?

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

- b. Em uma escala de 1 a 5, onde 1 é "Nada desafiador" e 5 é "Extremamente desafiador", como você avalia a dificuldade potencial de integração das novas tecnologias (RFID e/ou IUID) com os sistemas de informação logísticos existentes (ex: SINGRA)?

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

- c. Em termos de precisão do inventário, qual tecnologia você acredita que oferece maior potencial para atingir um registro de 99% de acurácia ou mais?

- ☐ Processo Manual Atual
- ☐ IUID (Código 2D, leitura individualizada)
- ☐ RFID (Leitura em massa, sem linha de visada)
- ☐ Combinação de IUID e RFID

- d. Quais são as suas principais expectativas (benefícios que você espera ver) com a adoção de tecnologias de identificação automática (RFID ou IUID) no controle de armas portáteis?

Sua resposta

- e. Se você pudesse dar um conselho aos tomadores de decisão sobre a modernização do controle de estoque, qual seria?

Sua resposta

APÊNDICE B

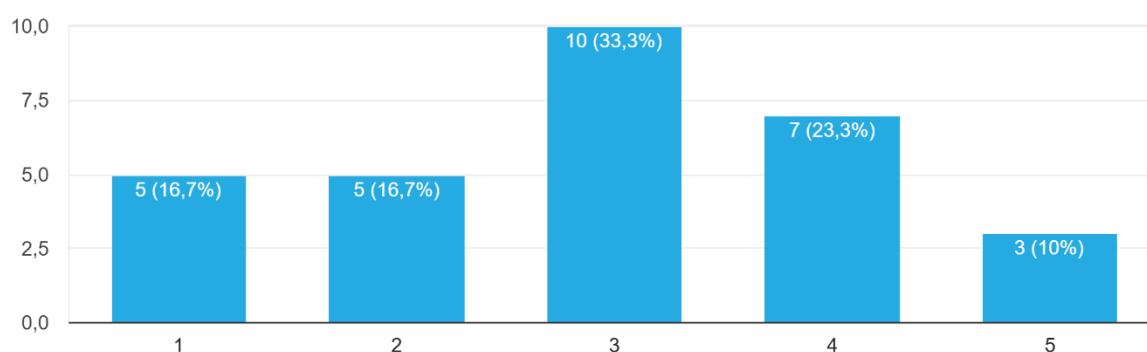
RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS

A pesquisa foi respondida por 30 operadores do Batalhão de Operações Especiais de Fuzileiros Navais.

2.a)

Quão familiarizado você está com as tecnologias de Identificação Automática (AIDC), como RFID, IUID/Código 2D? (Escala de 1 a 5, onde 1 = Nenhuma familiaridade e 5 = Muita familiaridade)

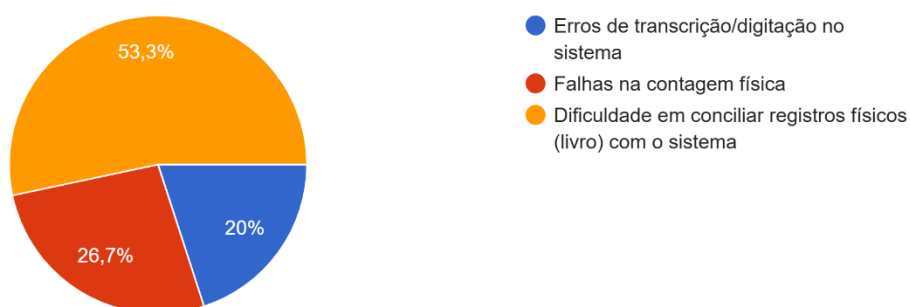
30 respostas



2.b)

Considerando o processo manual de contagem de materiais controlados, qual é o fator que mais contribui para erros ou imprecisões no registro de dados?

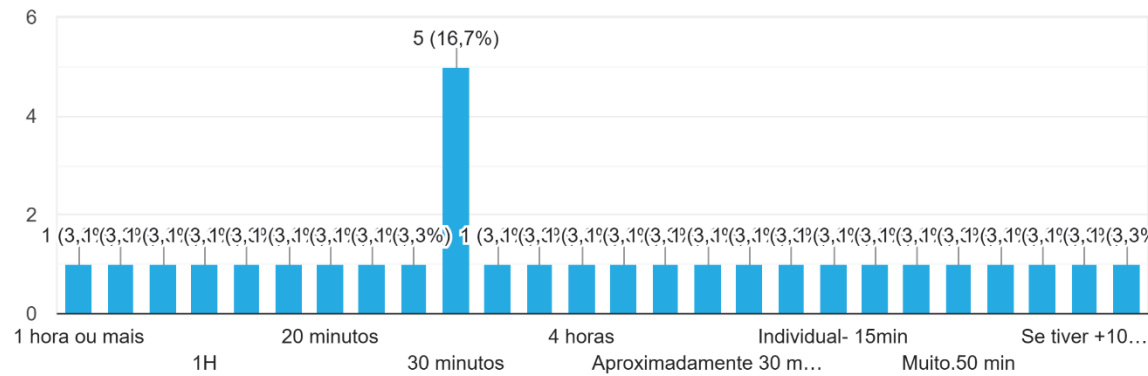
30 respostas



2.c)

Quanto tempo, em média, uma equipe de 6 Operadores demora para retirar TODOS os materiais do paiol (Armamento, capacete, munição, placa...) ao sair para missão?

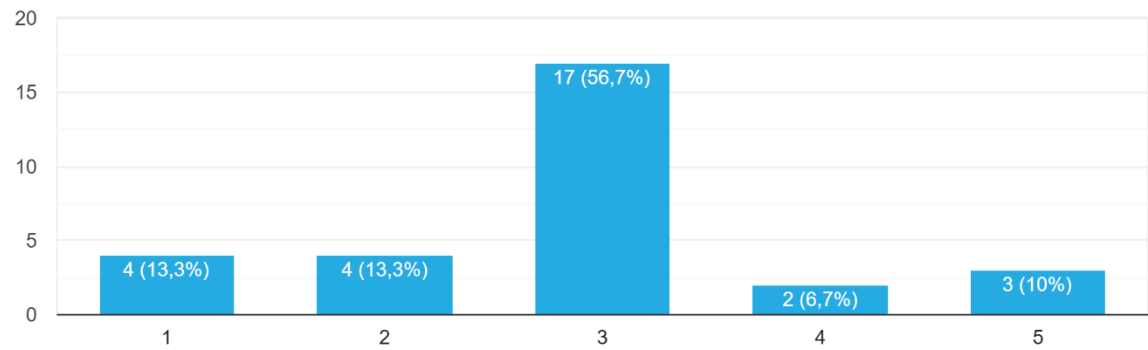
30 respostas



2.d)

Em uma escala de 1 a 5, onde 1 é "mínimo" e 5 é "Crítico", como você classificaria o nível de imprecisão (discrepâncias entre o registro e o ...io de armas portáteis, utilizando o método manual?

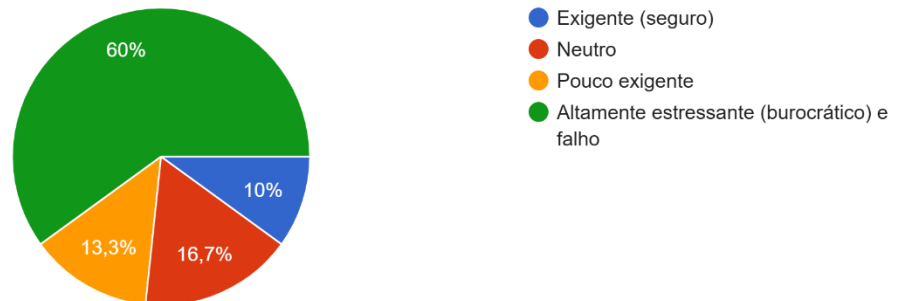
30 respostas



2.e)

Em sua experiência, o processo de inventário manual (contagem e registro) é:

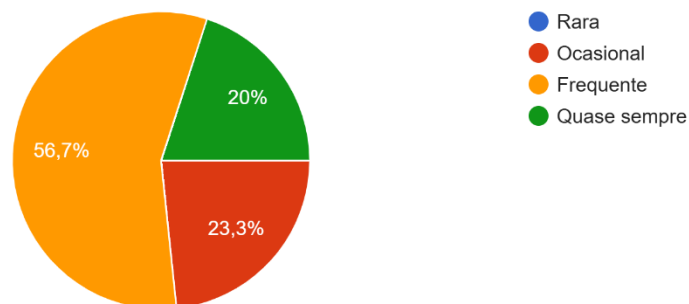
30 respostas



2.f)

Qual é a frequência de atrasos ou a necessidade de repetição de tarefas (recontagem, reconfirmação de dados, principalmente como conf...ido a erros identificados nos processos manuais?

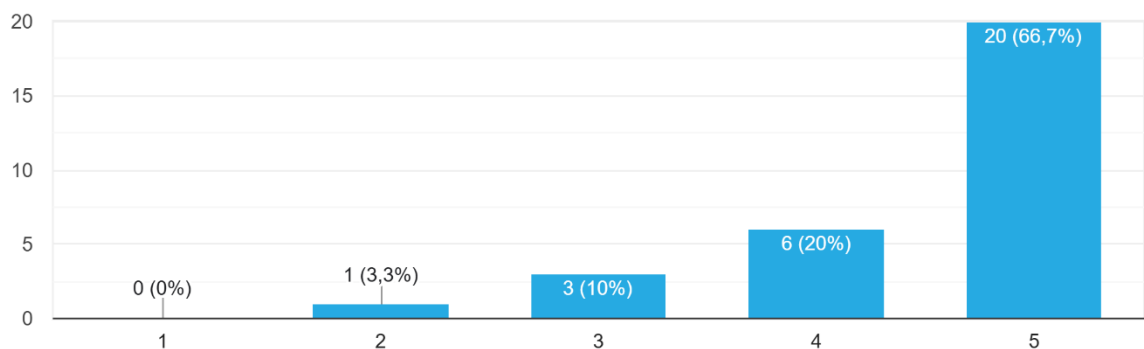
30 respostas



3.a)

Em uma escala de 1 a 5, onde 1 é "Nenhuma redução" e 5 é "Redução significativa", qual é a sua expectativa sobre a capacidade do AIDC de reduzi...ão de obra e o tempo gasto na contagem do paiol?

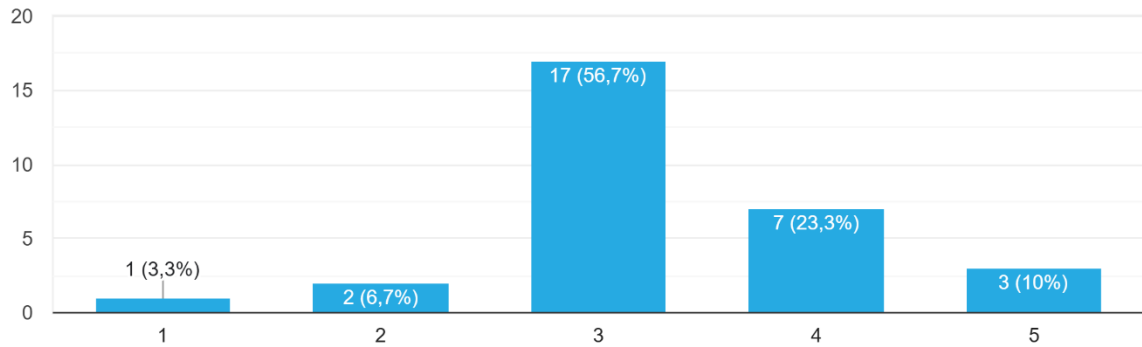
30 respostas



3.b)

Em uma escala de 1 a 5, onde 1 é "Nada desafiador" e 5 é "Extremamente desafiador", como você avalia a dificuldade potencial de integração das no... de informação logística existentes (ex: SINGRA)?

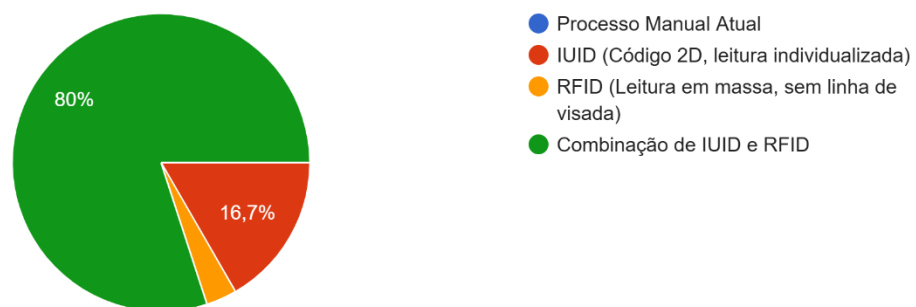
30 respostas



3.c)

Em termos de precisão do inventário, qual tecnologia você acredita que oferece maior potencial para atingir um registro de 99% de acurácia ou mais?

30 respostas



3.d)

Presteza para retirada e devolução dos armamentos para as missões.

Menor tempo para retirada do armamento e menos burocracia.

Agilidade e controle maior do material, evitando negas de dedo

Rapidez e dinâmica tanto para pagar o armazenamento quanto para controle.

Agilidade no processo de entrada e saída de equipamentos controlados do paiol

A praticidade da faina

Mais notória: agilidade

Muito importante: melhora no controle

Importante: fácil auditoria

Diminuição do tempo de retirada dos armamentos do paiol e controle eficiente.

Forma mais rápida e segura para retirada desses equipamentos

Agilidade no processo e maior eficácia no controle.

Minimizar as falhas na contagem e no controle do material.

Facilidade de controle e velocidade.

Agilidade e segurança

Dinamizar o processo para a retirada do material do paiol

Otimização do tempo por ocasião da retirada de material controlado do paiol

Maior agilidade no processo de retirada de material

Otimização do tempo, controle em tempo real efetivo, registros eficazes de uso.

Esses modelos já são utilizados em outros setores, exemplos: rastreabilidade de itens, gestão de inventário, prevenção de perdas e autenticidade de produtos. Um dos mandamentos das operações especiais é a "adaptabilidade" o tempo passa e o novo mundo aparece, mudar os meios é necessário.

Melhora no tempo de resposta para catálogo dos itens em meu nome consequentemente maior rapidez na prontidão da tropa e melhor controle para o Oficial de Serviço/Oficial de Logística quanto a situação e localização de cada armamento.

Maior controle das armas nos paióis, maior velocidade na retirada e entrega de armamento; maior controle na manutenção do armamento.

Maior eficiência para entregar os materiais controlados ao voltar de missão às vezes passam de 3 horas.

Velocidade no processo de entrada e saída.

Reduzir o tempo de retirada de material, conferência rápida do material que está dentro do Paiol e o que saiu

Maior controle e fluidez ao retirar o material do paiol

Diminuição de burocracia , Prontidão mais rápida e inovação tecnológica

Evitaria demoras burocráticas

3.e)

Precisamos evoluir nossa tecnologia para controlar nosso estoque, isso irá beneficiar tanto os operadores quanto os administradores (S4).

Iniciar os testes com um volume de material menor e menos sensível, talvez com rádios inicialmente.

Que essa modernização seria extremamente importante, porém deve-se ter atenção com a segurança física também pois os sistemas são antigos

A tecnologia está mudando o futuro, seria ideal acompanhar

A evolução é inevitável e a tecnologia esta ai para ajudar e não atrapalhar o controle, varias empresas utilizam ela como aliado no seu controle de grandes estoques, não o porque não acompanharmos o desenvolvimento, mas claro com sabedoria.

A atualização da tecnologia é extremamente útil, mas não se pode abrir mão do trabalho manual de forma mais branda para que haja menos demora nas fainas e maior controle.

Usar a tecnologia que temos em nosso favor

Utilizar os recursos IUID e RFID para facilitar o controle desses estoques.

Necessário evoluir nossos processos para ganharmos tempo e precisão.

Ta mais que na hora de abandonarmos os meios arcaicos

O controle no papel parece mais seguro e confiável porém não é. O processo manual é burocrático e estressante, sendo necessário retrabalho e, além disso, atrasa a prontificação das equipes, impactando significativamente na pronta respostas do CFN quando acionado para cumprir o seu dever perante a sociedade

Por mais que o sistema possa trazer melhorias significativas no trâmite administrativo e gerenciamento de material da OM é imprescindível que os militares do setor recebam instruções apropriadas de como operar os sistemas de forma adequada e eficiente. Sem o correto conhecimento de como operá-lo, o militar de serviço pode acabar atrapalhando o controle e gerando transtornos ainda maiores do que o já existente em depósitos.

Modernize

Sim, é muito plausível essa adoção de tecnologia a bem do uso e aprimoramento das Forças Armadas.

Um modelo de controle que facilite o trabalho.

O futuro é inevitável, aceite-o e adapte-se

Processo promissor, todavia vale ressaltar que medidas de contra-inteligência e MAGE São imprescindíveis , visto que a inserção dos meios eletrônicos, causa maior dependência de redes/IA/computadores. Os quais podem ser invadidos por hackers/inimigos, acarretando vazamento de dados ou ataques cibernéticos.

Implementar esse controle ou tecnologia nova em missão, facilitando ao S4 da missão o controle, ou seja, que isso se torne um meio versátil e não somente presente no paiol.

O processo de registro em livros está extremamente ultrapassado. A capacidade operacional não passa apenas pelo investimento em equipamentos de combate, mas também na capacidade de diminuir burocracias, aumentando o tempo de adestramento.

Se existem tecnologias de controle sendo usadas em vários ambientes comerciais porque não usá-las, não faz sentido. Devemos utilizá-las a nosso favor.

Implantação de tecnologias como essa a fim de termos mais eficiência no controle e uso de materiais de modo geral

Qualquer implementação que não aumente a burocracia para atividades operacionais, sempre é bem vinda.