



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

ASP ART CHRISTIAN SARAIVA VERAS

SISTEMA DE NAVEGAÇÃO E POSICIONAMENTO: ESTUDO SOBRE A POTENCIALIDADE E DESEMPENHO DO SERVIÇO TRIMBLE XFILL NAS VIATURAS AV-PCC E AV-LMU

**Formosa – GO
2018**



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

ASP ART CHRISTIAN SARAIVA VERAS

SISTEMA DE NAVEGAÇÃO E POSICIONAMENTO: ESTUDO SOBRE A POTENCIALIDADE E DESEMPENHO DO SERVIÇO TRIMBLE XFILL NAS VIATURAS AV-PCC E AV-LMU

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes.

**Formosa – GO
2018**



MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
COMANDO MILITAR DO PLANALTO
CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

DIVISÃO DE DOCTRINA E PESQUISA

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: **Asp Art CHRISTIAN SARAIVA VERAS**

TÍTULO: SISTEMA DE NAVEGAÇÃO E POSICIONAMENTO: ESTUDO SOBRE A POTENCIALIDADE E DESEMPENHO DO SERVIÇO TRIMBLE XFILL NAS VIATURAS AV-PCC E AV-LMU.

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes.

APROVADO EM ____/____/____

CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA

Membro	Menção Atribuída
<hr/> LUIZ FERNANDO SCHIAVINATO - Cap Ch Div Dout Pesq	
<hr/> KILMER DE SOUZA E SILVA – Cap Orientador	

CHRISTIAN SARAIVA VERAS – Asp
Aluno

SISTEMA DE NAVEGAÇÃO E POSICIONAMENTO: ESTUDO SOBRE A POTENCIALIDADE E DESEMPENHO DO SERVIÇO TRIMBLE XFill NAS VIATURAS AV-PCC E AV-LMU.

Christian Saraiva Veras**

RESUMO

O trabalho trata sobre um estudo acerca do serviço Trimble xFill, no que diz respeito a sua potencialidade e desempenho nas viaturas AV-PCC (viatura posto de comando e controle) e AV-LMU (viatura lançadora múltipla universal), como um substituto, em caso de panes, para o sistema de posicionamento do Sistema Astros 2020. Durante as operações militares pode haver a perda de sinal rádio (Responsável por enviar correções de posicionamento às diversas viaturas astros) o que conseqüentemente acarretará em pane no sistema de posicionamento, e assim, levará a alguns problemas que comprometerão o bom cumprimento da missão, como: redução na precisão do tiro, problemas quanto ao fechamento da trama topográfica e na condução técnica do tiro; assim como, problemas relativos ao erro provável circular (Dispersão). Diante disso, foi desenvolvido o estudo em cima dessa possibilidade, tendo em vista que o Trimble xFill é um novo serviço que amplia o posicionamento RTK (real time kinematic) por vários minutos após os sinais de correção RTK ficarem indisponíveis, correções essas, transmitidas via satélite estando disponíveis dentro das áreas de visibilidade de sistemas de navegação por satélite (GNSS).

Palavras-chave: Serviço Trimble xFill, Panes no sistema de posicionamento, Perda de sinal rádio.

ABSTRACT

The work deals with a possible use of the Trimble xFill service, with regard to their potentiality and performance in AV-PCC (car control and control station) and AV-LMU (universal multiple launch vehicle) vehicles, as a substitute, in case of breads, for the positioning system of the Astros Sistem 2020. During military operations there may be loss of radio signal (responsible for sending position corrections to the various star vehicles), which will consequently result in the system of positioning, and thus, will lead to some problems that will compromise the good accomplishment of the mission, as: reduction in shot accuracy, problems in the technical conduction of the shot, as well as problems related to the probable circular error (Dispersal). Therefore, the study was developed on top of this possibility, considering that the Trimble xFill is a new service that enlarges the RTK (real time kinematic) positioning for several minutes after

the RTK correction signals are unavailable, these corrections, transmitted by satellite being available within the areas of visibility of satellite navigation systems (GNSS).

Keywords: Trimble xFill Services, Breaks in the positioning system, Radio signal loss.

1.INTRODUÇÃO

O SISTEMA ASTROS 2020 compõe o projeto estratégico do Exército Brasileiro e hoje é o que proporciona ao Brasil o maior poder de persuasão militar dentro da América do Sul. Ele compreende um sistema complexo e tecnológico para a artilharia de campanha, que possibilita o apoio de fogo de longo alcance.

Hoje temos uma artilharia bem preparada e em condições de cumprir a sua missão. É um passo importante que estamos dando e não para por aí. (Disponível em: <https://www.defesanet.com.br>)

Além disso, o sistema ASTROS já permite ao operador, ao chefe de peça e ao escalão superior fazerem toda a preparação para a realização do tiro, desde o recebimento e análise da missão, o comando e controle, a trajetória de voo e o controle de danos. (Disponível em: <https://www.defesanet.com.br>)

Nesse sentido, as atividades listadas acima, são cumpridas pela interação entre as viaturas do sistema, dentre as quais podemos citar os sistemas de computação, comunicação e diversos periféricos de alta complexidade (como o Módulo Navegador Inercial). Por vezes, eles não possuem funcionamento satisfatório e acabam por apresentar panes, como: problemas no display dos rádios 2 e 3; a transmissão e a recepção ficam distorcidas; HD e DVD do sistema de computação passam a não funcionar; assim como a comunicação entre a AV-PCC e AV-LMU ficam comprometidas. (MU AV-PCC. Jacareí, SP, 2013)

Nessa perspectiva, a falta de redundância por si só já é um grande problema, por exemplo, que pode vir a ocorrer por motivos como a queda de sinal rádio, assim como o mau funcionamento da função RTK. Problema que pode interferir diretamente no objetivo final e principal elemento da artilharia: o tiro.

Em todo sistema que envolva um requisito técnico de alta disponibilidade, ou seja, esse sistema deve estar “UP” (ligado) quase 100% do tempo, necessitará de mecanismos de redundância. E essa falta de redundância – em caso de panes - produzirá variações no menu principal, no status DGPS e na transmissão e recepção de sinais.

1.1 PROBLEMA

A respeito do sistema ASTROS, pode-se destacar o problema de projeto (modelagem do sistema de posicionamento) enfrentado pelo seu usuário (Operador) durante operações militares: algumas vulnerabilidades no sistema de navegação e posicionamento das viaturas AV-PCC e AV-LMU.

Para as operações militares com o ASTROS 2020 o bom funcionamento do sistema de navegação e posicionamento é de suma importância, pois é a partir dele que as viaturas astros vão conseguir ter ciência, por exemplo:

- Se estão no correto fechamento da trama;
- No correto posicionamento das peças;
- Possibilita o fechamento da trama topográfica e a correta busca de norte.

Portanto, pode ser feito o seguinte questionamento:

Como o serviço Trimble XFill pode auxiliar o sistema de posicionamento e navegação em casos de pane?

1.2 OBJETIVOS

Analisar a influência do sistema Trimble XFill nas operações militares como substituto, em caso de falha no sistema de posicionamento, num dos mais modernos meios de guerra adquirido pelo Exército Brasileiro, o Sistema Astros 2020.

Para viabilizar a consecução do objetivo geral de estudo, foram formulados os objetivos específicos, abaixo relacionados, que permitiram o encadeamento lógico apresentado neste estudo:

- a) Levantar informações que caracterizem os sistemas de navegação e posicionamento e o sistema Trimble XFill;
- b) Estudar as vulnerabilidades relacionadas ao sistema de navegação e posicionamento das viaturas AV-LMU e AV-PCC;
- c) Identificar as potencialidades e desempenho do serviço Trimble XFill.

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

A solução para panes no sistema de posicionamento e navegação nas operações militares com o sistema astros 2020 é um evento muito significativo, pois a partir de uma possível solução para ele, também haverá melhorias na execução do tiro e na acurácia (referência), fazendo com que se tenham tiros mais precisos e eficazes (Dois pontos importantíssimos para a artilharia de campanha). No entanto, com panes no sistema de posicionamento não vai ser possível chegar na maior precisão que a técnica de tiro da artilharia de mísseis e foguetes pode conceder, pois para se ter tiros precisos e eficazes, necessita-se:

- Ocupar rapidamente as posições de tiro;
- Conduzir tecnicamente a direção de tiro;
- Determinar prontamente os elementos de tiro;
- Conduzir fogos em missões tipo eficácia¹.

A análise do fato citado acima permitirá entender a necessidade e a importância da adoção de um sistema redundante que seja capaz de substituir com os níveis de aceitação requeridos pelo escalão superior, uma possível pane no seu sinal, durante as operações militares do ASTROS 2020.

Nessa perspectiva, a fabricante do hardware de posicionamento das viaturas, também oferece o serviço Trimble xFill que tem o objetivo de fornecer uma ampliação do uso do RTK aumentando sensivelmente a produtividade em campo. Na ausência de sinais rádio, o Trimble xFill:

- Permite a continuidade das medições por períodos curtos com o mesmo nível de precisão;
- Elimina as perdas de posições.

¹ Informações retiradas do C 6-16 BATERIA DE LANÇADORES MÚLTIPLOS DE FOGUETES.

2.METODOLOGIA

Para obter informações que permitissem formular uma possível solução para o problema, o delineamento desta pesquisa contemplou leitura analítica e fichamento das fontes, questionários, argumentação e discussão de resultados.

O método empregado é o Método **descritivo** pois a partir do conhecimento das características técnicas do serviço TRIMBLE xFILL podemos identificar a potencialidade e desempenho desse serviço no sistema de navegação e posicionamento das viaturas AV-PCC e AV-LMU.

Quanto à forma de abordagem do problema, utilizaram-se, principalmente, os conceitos de pesquisa **qualitativa**, pois há um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em número. Ocorre um estudo sobre a potencialidade e desempenho do serviço TRIMBLE xFILL nas viaturas AV-PCC e AV-LMU.

Para alcançar o objetivo geral, foi empregada a modalidade de pesquisa **exploratória**, tendo em vista o pouco conhecimento disponível, notadamente escrito, acerca do tema, o que exigiu uma familiarização inicial, materializada pela ampla pesquisa realizada em torno do sistema de navegação e posicionamento das duas viaturas do sistema ASTROS citadas anteriormente.

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Iniciamos o delineamento da pesquisa com a definição de termos e conceitos, a fim de viabilizar a solução do problema de pesquisa, sendo baseada em uma revisão de literatura relativa ao sistema de navegação e posição das versões MK3M e MK6. Essa delimitação baseou-se nos manual de utilização da viatura posto de comando e controle de bateria (AV-PCC), manual de utilização da viatura lançadora múltipla universal (AV-LMU), do site TRIMBLE e de artigos científicos.

Tal delimitação é compreendida pelos sistemas de navegação e posicionamento que são responsáveis pela navegação por satélite das viaturas (GNSS) e pelo posicionamento mais preciso possível das viaturas, concedido pelo RTK diferencial, responsável por fornecer o erro diferencial (DGPS) de cada viatura.

O sistema de posicionamento (fig. 1) consiste basicamente em um receptor e uma antena do sistema de posicionamento Global Diferencial (DGPS), que operam em conjunto com o computador tático (AV-CST). (MU AV-PCC, Jacareí, SP, 2013)

O DGPS é um sistema mais preciso que o GPS, pois garante ainda maior exatidão de posicionamento, com base em correções ao sinal GPS, fornecidas por um corretor GPS externo, ou seja, uma fonte externa de sinal GPS. (MU AV-PCC, Jacareí, SP, 2013)

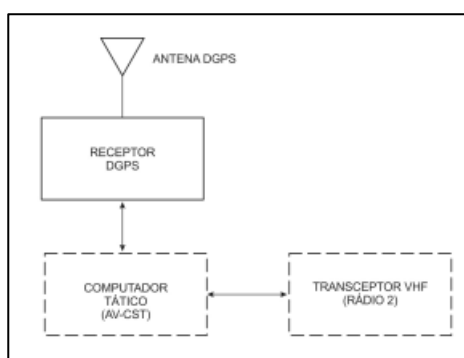


Figura 1 - Sistema de Posicionamento

O sistema de navegação e posicionamento da AV-LMU (fig. 2) consiste em um navegador inercial conectado ao sensor de velocidade da viatura, através do sensor de movimento da viatura (AV-VMS), sendo assistido por um receptor GPS integrado a ele e um console de operações (AV-COP). Adicionalmente a viatura possui, como “backup”, um outro receptor GPS. Desta forma, o sistema de navegação, de uma maneira ou de outra, apresentará dados de posicionamento da viatura com a precisão e confiabilidade desejada, através do software de navegação AV-NAV. (MU-LMU-1524, Jacareí, SP, 2013)

O sistema de navegação e posicionamento possuem os seguintes modos de operação: INERCIAL COMPLETO, INERCIAL GPS, GPS BACKUP, INERCIAL VMS, INERCIAL e DESLIGADO. As trocas entre os modos de operação são executadas automaticamente pelo sistema, sem que haja necessidade de intervenção do operador. O sistema avalia o status de funcionamento de cada equipamento de navegação e determina qual modo de operação de navegação será utilizado. (MO-NAV-1535, Jacareí, SP, 2013)

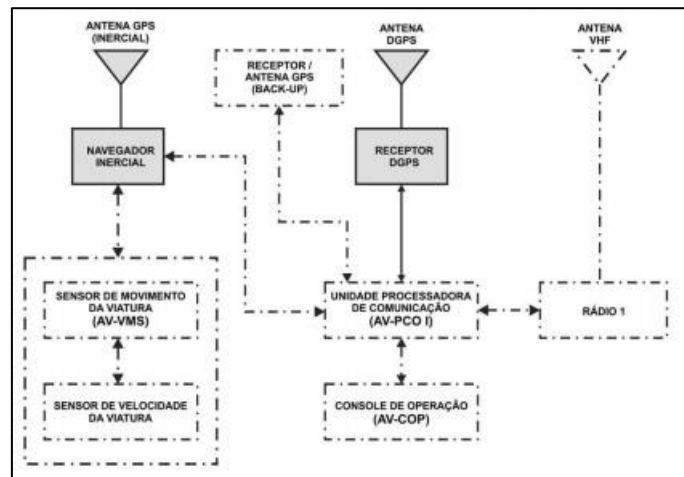


Figura 2 - Sistema de Navegação

Nessa perspectiva, o Trimble xFill (fig. 3) é um novo serviço que amplia o posicionamento RTK por vários minutos após os sinais de correção RTK ficarem indisponíveis. Dessa forma, na ausência de sinais rádio, quando a principal fonte de dados de correção não está disponível para o suporte de uma rede RTK convencional de base única ou com uma Estação de Referência Virtual (VRS), o Trimble xFill oferece a tecnologia que permite a continuidade das medições por períodos curtos com o mesmo nível de precisão. (WHITE PAPER, SERVIÇO DE AMPLIAÇÃO RTK TRIMBLE XFILL, SETEMBRO, 2012. Disponível em: <https://www.trimble.com>.)

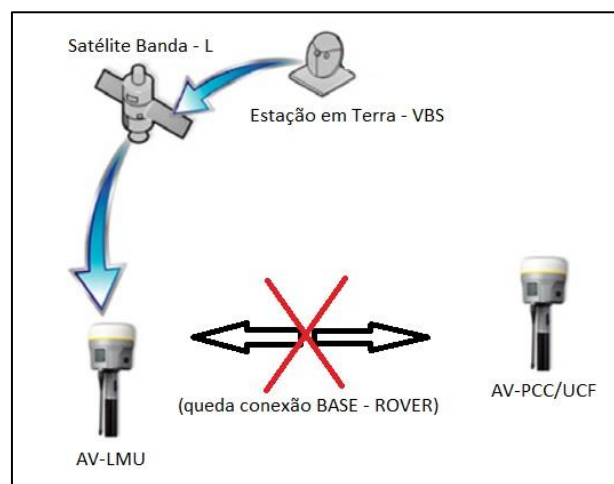


Figura 3 - Serviço TRIMBLE xFILL

Nesse sentido, uma bateria LMF tem que desencadear, em um curto espaço de tempo, uma considerável massa de fogos capaz de saturar uma área, neutralizando ou destruindo alvos inimigos; assim como, deve deslocar-se com rapidez e realizar rápida ajustagem sobre alvos inopinados; além de

entrar e sair rapidamente de posição. (MANUAL DE CAMPANHA C 6-16, 2. Ed. Brasília, DF, 1999)

2.2 COLETA DE DADOS

Na sequência do aprofundamento teórico a respeito do assunto, o delineamento da pesquisa contemplou a coleta de dados pelos seguintes meios: uma pesquisa de cunho exploratório, que vislumbra o detalhamento do tema em questão. Para isso, serão utilizadas fontes secundárias de informações como manuais e questionário.

2.2.1 Entrevistas

Com a finalidade de ampliar o conhecimento teórico e identificar experiências relevantes, foi realizado um questionário exploratório com militares que já operaram as viaturas ASTROS com as seguintes perguntas:

- 1) Durante o percurso o sistema de posicionamento apresentou falhas?
- 2) Quais foram as falhas?
- 3) Com que frequência o sistema de posicionamento apresentou falhas ao longo de uma mesma missão?
- 4) Houve falhas no status DGPS?

2.2.2 Questionário

A amplitude do universo foi estimada a partir do efetivo de militares que trabalham com o material lançador de mísseis e foguetes. O estudo foi limitado aos militares que operam ou já operaram as viaturas lançadoras múltiplas universais.

O espectro amostral para responder aos questionários foi selecionado a partir do conhecimento dos militares operadores do sistema astros, acerca do assunto, objetivando agregar mais informações ao tema.

Por fim, o questionário abrangerá militares operadores do SISTEMA ASTROS 2020 com o objetivo de agregar ideias e explorar soluções e conclusões.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, procurou-se mostrar como que o serviço Trimble xFill pode substituir o sistema de posicionamento, tendo em vista que ele estar sujeito a panes ao longo da operações. Desse modo, as pesquisas sobre as falhas no sistema de posicionamento constituem recursos com os quais se pode analisá-lo e aperfeiçoá-lo, do ponto de vista operacional do SISTEMA ASTROS 2020 ao longo das operações militares. Nessa perspectiva, ficou nítido nas pesquisas, que as falhas são bastante comuns no sistema de posicionamento no decorrer das missões.

No posicionamento absoluto, levantado a partir das informações passadas pelos entrevistados, verificou-se diversas falhas bastante comuns que influenciarão diretamente no sistema de posicionamento; sendo as mais recorrentes:

- Falhas no STATUS DGPS;
- Falhas no navegador inercial,
- Falhas no GPS.

Em contrapartida a isso, o sistema de posicionamento funcionando de maneira correta é a base para uma operação bem sucedida, tendo em vista que ele é fundamental para se ter:

- Uma boa condução técnica da direção de tiro;
- Um excelente nível de precisão de tiro;
- Erro provável circular dentro dos padrões esperados (CEP/Dispersão);
- Viaturas dentro da correta trama topográfica.

Nesse sentido, o instrumento utilizado para verificar as falhas no sistema de posicionamento foi um questionário com profissionais militares que já operaram as viaturas do SISTEMA ASTROS 2020.

O primeiro questionamento foi: “Durante o percurso, o sistema de posicionamento apresentou falhas?”

Respostas dos entrevistados:

- Não, mas as falhas costumam acontecer na posição de tiro, por exemplo, na busca do norte.
- O sistema de posicionamento apresentou falhas em quatro viaturas de um lote de oito, durante o recebimento da missão.
- Durante o percurso não foi percebido falhas no sistema de posicionamento, porém, na posição de tiro foram verificadas falhas.

O segundo questionamento: “Quais foram as falhas?”

Respostas dos entrevistados:

- Não reconhecimento do GPS do navegador inercial e do status do navegador inercial na posição de tiro.
- As falhas foram na ativação do navegador inercial e falhas no DGPS.
- As falhas foram verificadas no navegador inercial e no STATUS DGPS.

No que diz respeito a terceira pergunta: “Com que frequência o sistema de posicionamento apresentou falhas ao longo de uma mesma missão?”

Respostas:

- Cerca de uma ou duas vezes ao longo da mesma missão.
- As falhas foram recorrentes; por vezes, ao longo de toda a missão.
- Não se sabe ao certo, mas foi verificada pelo menos uma falha ao longo da missão.

Sobre o último questionamento: “Houve falhas no STATUS DGPS?”

Respostas:

- Não houve falhas no STATUS DGPS.
- Ocorreram falhas no STATUS DGPS.
- Sim, foram percebidas falhas no STATUS DGPS

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto às questões de estudo e objetivos propostos no início deste trabalho, conclui-se que a presente investigação atendeu ao pretendido, ampliando a compreensão sobre o uso do serviço TRIMBLE XFill no SISTEMA ASTROS 2020.

A revisão de literatura possibilitou concluir sobre a fragilidade do sistema de posicionamento e a importância da implementação de redundâncias a ele. Como abordado no capítulo 2, as funções que as redundâncias do sistema de navegação e o sistema de posicionamento desempenham (com o uso do serviço XFill), fazem referência a boa navegação por satélite das viaturas (GNSS), e ao posicionamento mais preciso delas, concedido através dos trabalhos da função RTK e do GPS²; que a partir dele, se tem a obtenção do erro diferencial (DGPS), em relação ao posicionamento de cada viatura.

Doutrinariamente, o emprego das baterias de mísseis e foguetes tem que saturar uma área num curto espaço de tempo; e assim, neutralizar ou destruir alvos inimigos. Nesse sentido, consultando a bibliografia acerca do assunto (Manual de Utilização da AV-PCC) e comparando com os questionários, pode-se constatar que a ausência de um serviço capaz de substituir o sistema de posicionamento em casos de panes, vai comprometer a eficácia e a precisão dos tiros; seja no que diz respeito a sua dispersão (Erro Provável Circular); como também a condução técnica do tiro; assim como, ao que tange a correta trama topográfica.

Conclui-se, portanto, que é inegável o uso do serviço Trimble xFill como um substituto do sistema de posicionamento em casos de panes, sejam elas provocadas por quedas no sinal rádio ou por mau funcionamento da função RTK. Nesse sentido, esse serviço permitirá que as medições de posições continuem com o mesmo nível de precisão³, fazendo com que as viaturas ao longo das missões tipo eficácia se mantenham no correto fechamento da trama topográfica, e consequentemente, os tiros tenham o Erro Provável

² O erro absoluto dos satélites é recebido da rede OmniStar, pela assinatura ativa. O receptor GNSS SPS 855 é o hardware responsável pelo cálculo do erro relativo das viaturas na posição de tiro.

³ Perde a eficiência em aproximadamente 6 minutos. Informações contidas no site da TRIMBLE: www.trimble.com/positioning-services/Trimble-xFill.aspx

Circular(CEP) esperado, conforme a variação de cada tipo de foguete (SS-30, SS-40 e SS-60).

REFERÊNCIAS

INDÚSTRIA AEROESPACIAL, Avibras. **MU-PCC-MANUAL DE UTILIZAÇÃO DA VIATURA POSTO DE COMANDO E CONTROLE**. Jacareí, SP, 2013.

INDÚSTRIA AEROESPACIAL, Avibras. **MU-VBA-1523-MANUAL DE UTILIZAÇÃO DA VIATURA BÁSICA**. Jacareí, SP, 2013.

BRASIL, Exército. **C 6-16 BATERIA DE LANÇADORES MÚLTIPLOS DE FOGUETES**. 2. ed. Brasília, DF, 1999.

WHITE PAPER, **SERVIÇO DE AMPLIAÇÃO RTK TRIMBLE XFILL**. SETEMBRO, 2012. Disponível em: <https://www.trimble.com>.

INDÚSTRIA AEROESPACIAL, Avibras. **MO-NAV-1535-MANUAL DE OPERAÇÃO DO SOFTWARE DO SISTEMA DE NAVEGAÇÃO**. Jacareí, SP, 2013.

INDÚSTRIA AEROESPACIAL, Avibras. **MU-LMU-1524-MANUAL DE UTILIZAÇÃO DA VIATURA LANÇADORA MÚLTIPLA UNIVERSAL**. Jacareí, SP, 2013.