



Centro Tecnológico do Exército (CTEx)



Programa Radares de Defesa

Possibilidades e limitações de detecção e acompanhamento radar de sarp com os meios hoje disponíveis no exército brasileiro

01 JUL 2021



Objetivos



- **Identificar os radares militares desenvolvidos e em desenvolvimento pelo Exército Brasileiro**
- **Apresentar uma sondagem das possibilidades de aproveitamento desses radares para detecção de SARP**
- **Identificar o potencial para futuros desenvolvimentos dado o estágio atual do domínio da tecnologia**



Sumário



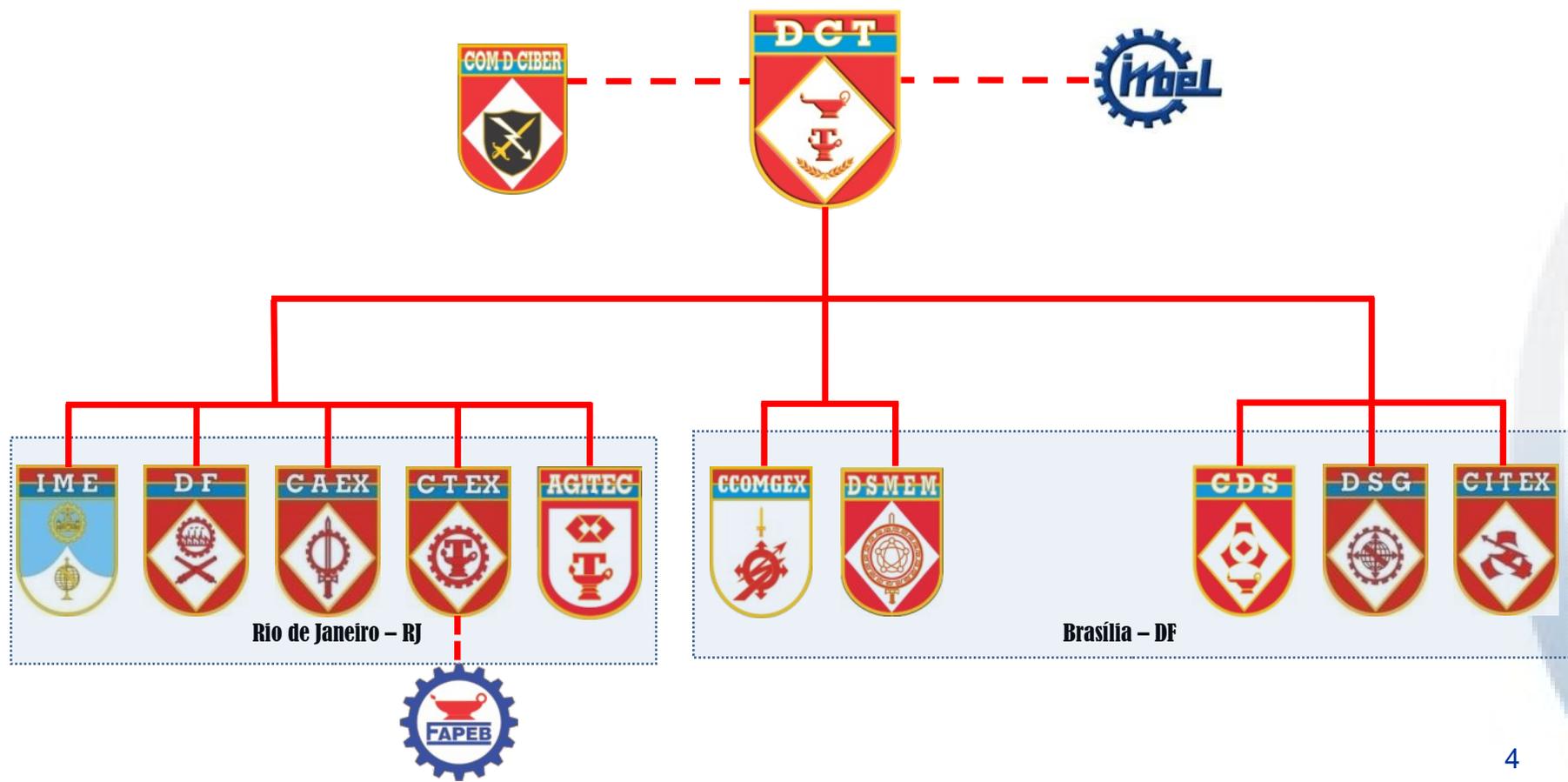
- **Introdução**
 - O Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército (SCTIEx)
 - Centro Tecnológico do Exército (CTEx)
 - Grupo de Projeto Especial Radar
- **Programa Radares de Defesa do CTEx**
 - Radar SABER M60 + COAAe
 - Radar SABER M200 Multimissão
 - Radar de Vigilância SABER M200 VIGILANTE
 - Radar de Vigilância Terrestre SENTIR M20
 - Infraestrutura de Ensaios de Radar
 - O Programa em Números
 - Radar Multifunção
- **Conclusão**



O Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército (SCTIEx)



FINALIDADE DO SCTIEx
Viabilizar soluções e produzir resultados científicos e tecnológicos inovadores, necessários à operacionalidade do EB





Centro Tecnológico do Exército (CTEx)



MISSÃO:

- ❑ Desenvolver **Produtos de Defesa** de interesse do Exército
- ❑ Realizar **Pesquisa Aplicada**, buscando acompanhar o desenvolvimento científico e tecnológico que possua emprego militar
- ❑ Executar os **Serviços Tecnológicos** (normalização, metrologia e estudos de engenharia) solicitados pelo Exército

Visão de Futuro:

Ser reconhecido, no Brasil e no exterior, como um centro de excelência na pesquisa e desenvolvimento de Produtos de Defesa para a Força Terrestre e contribuir para o domínio de tecnologias de interesse da Defesa Nacional, de forma a ampliar o poder dissuasório do País.



ÁREAS DE COMPETÊNCIA

- 1) Armamento e Munição
- 2) Mísseis e Foguetes
- 3) Blindados e Veículos Militares
- 4) Sistemas Remotamente Pilotados
- 5) Optrônicos
- 6) Materiais de Carbono
- 7) Radares
- 8) Comunicações Aplicadas à Defesa (RDS)
- 9) Guerra Eletrônica
- 10) Simuladores
- 11) Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear



Grupo de Projeto Especial Radar



Objetivo: Pesquisar e desenvolver radares primários e secundários, para benefício do Exército, com tecnologia inovadora, e que sejam viáveis para fabricação e comercialização.

PREMISSAS:

- **Modelo de Codesenvolvimento: Empresa – IES – ICT – Cliente**
 - **Participação efetiva no desenvolvimento**
 - **Membros da equipe trabalhando na empresa contratada**
- **Propriedade Intelectual 100% do Exército**
- **Colaboração de uma fundação de apoio (FAPEB)**
- **Diversas fontes de recursos: Exército / MD / CENSIPAM / FINEP / BNDES**



Grupo de Projeto Especial Radar



PRÁTICAS ADOTADAS

- Engenharia de Sistemas → qualidade e menos retrabalho
- Tríplice Hélice (Academia + Governo + Empresas)
- Agências de Fomento + Fundações → menor custo para o EB e agilidade/flexibilidade
- Emprego Dual → maior mercado para o produto



Grupo de Projeto Especial Radar



Portfólio

| Emprego | Alcance | | | |
|------------------------|--|--|--|--|
| | Curto (< 20km) | Médio (20km – 100km) | Longo (>100km) | |
| Alvos Aéreos |  SABER M60 |  SABER S200 |  SABER M200 Multimissão |  SABER M200 VIGILANTE |
| Alvos de Superfície |  SENTIR M20 | | |  |

COAAe Elt Seg

* Aguardando Reunião Decisória: P&D de Radar Multifunção

Radar SABER M60

Histórico



- 2 protótipos
- Apresentado na LAAD 2007
- Participação no PAN 2007

- 22 radares entregues ao EB
- 1 radar entregue ao SIPAM
- 4 radares entregues à Força Aérea
- 2 radares entregues aos FN.
- Utilização na Copa do Mundo

Utilização nos Jogos Olímpicos e Paralímpicos

Linha de montagem



Características

- Sistema de defesa antiaérea de baixa altura;
- Tecnologia nacional;
- Tecnologia digital e definido por software;
- Pode ser utilizado tanto na Defesa Antiaérea quanto no controle de tráfego aéreo;
- Radar primário 3D com alcance de detecção de 60 km;
- Radar secundário com 80 km de alcance;
- Base do conhecimento para o desenvolvimento de outros radares.



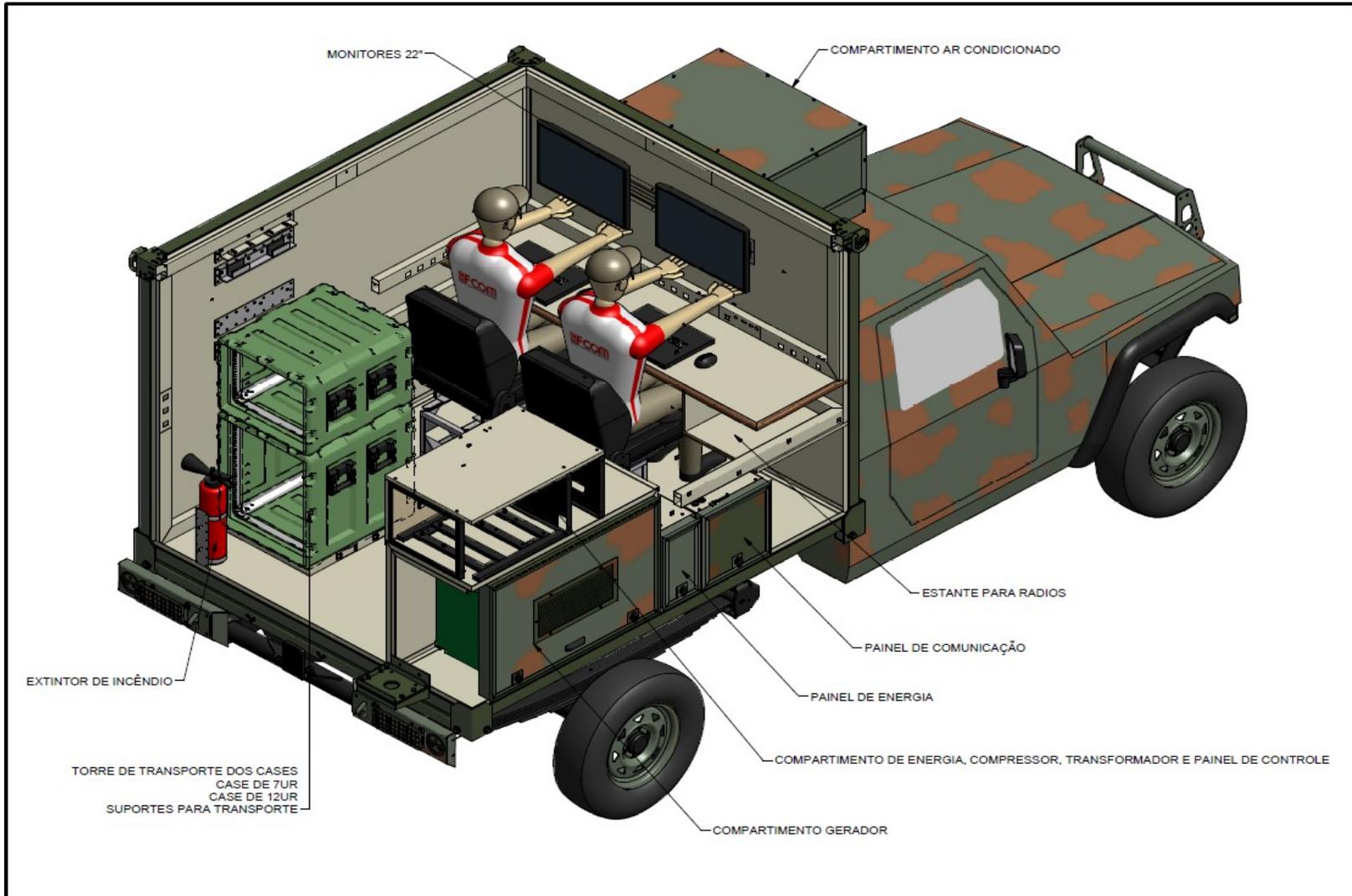
CONSIDERAÇÕES ACERCA DE DETECÇÃO DE SARP

- Não havia requisitos de detecção de SARP
- Não foi desenvolvido para essa finalidade
- Faixa de frequência (Banda L) e resolução do radar não são adequados à detecção de SARP de pequeno porte
- Com base nas características do equipamento, acredita-se possa detectar SARP de categoria 2 ou superior
- Não houve testes de detecção de SARP pela equipe do CTEEx até o momento





Centro de Operações Antiaéreas (COAAe)

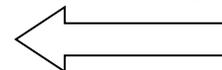




Centro de Operações Antiaéreas (COAAe)



Alvos detectados

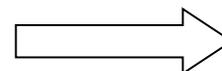


Radar SABER M60 (sensor)



Centro de Operações Antiaéreas (COAAe)

Designação



Unidade de Tiro



Radar SABER M200 Multimissão



1º Etapa (Dez08-Jun11)

- FINEP: R\$ 9,3 mi
- P&D do S200;
- Simulador;
- Projeto mecânico;



2º Etapa (Dez10-Dez15)

- FINEP: R\$ 32,4 mi
- P&D do painel reduzido;
- Revisão de projeto;
- Projeto do painel completo;
- Aquisição de parte dos insumos do painel completo;
- Atualização do simulador.



3º Etapa (Dez13-Dez17)

- FINEP: R\$ 24,9 mi
- Construção do 2º painel;
- Funcionalidade de Vigilância;
- Integração do 1º painel;
- Aquisição de insumos.

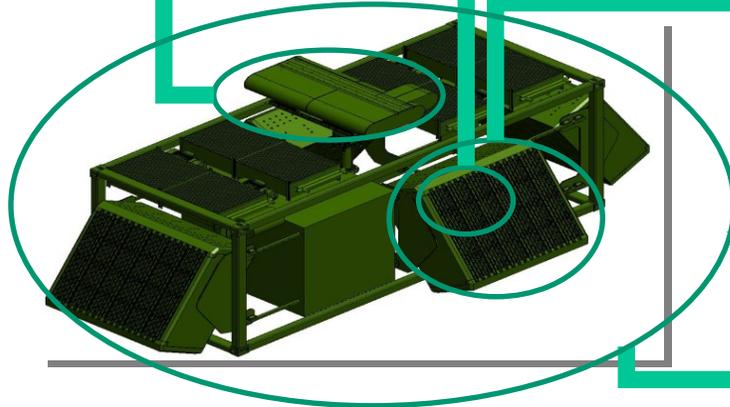
4º Etapa (Dez15-Out21')

Não reembolsável / CTEEx

- BNDES: R\$ 52,8 mi
- Construção dos 3º e 4º painéis;
- Aquisição de insumos;
- Funcionalidade de radar de tiro;
- Certificação.

Reembolsável / Embraer

- BNDES: até R\$ 13,3 mi
- Funcionalidade de controle de múltiplos modos;
- Simulador de treinamento;
- Emulador de interface e protocolo de comunicação;
- Linha de produção P200.





Radars SABER M200 Multimissão



1º Protótipo Operacional

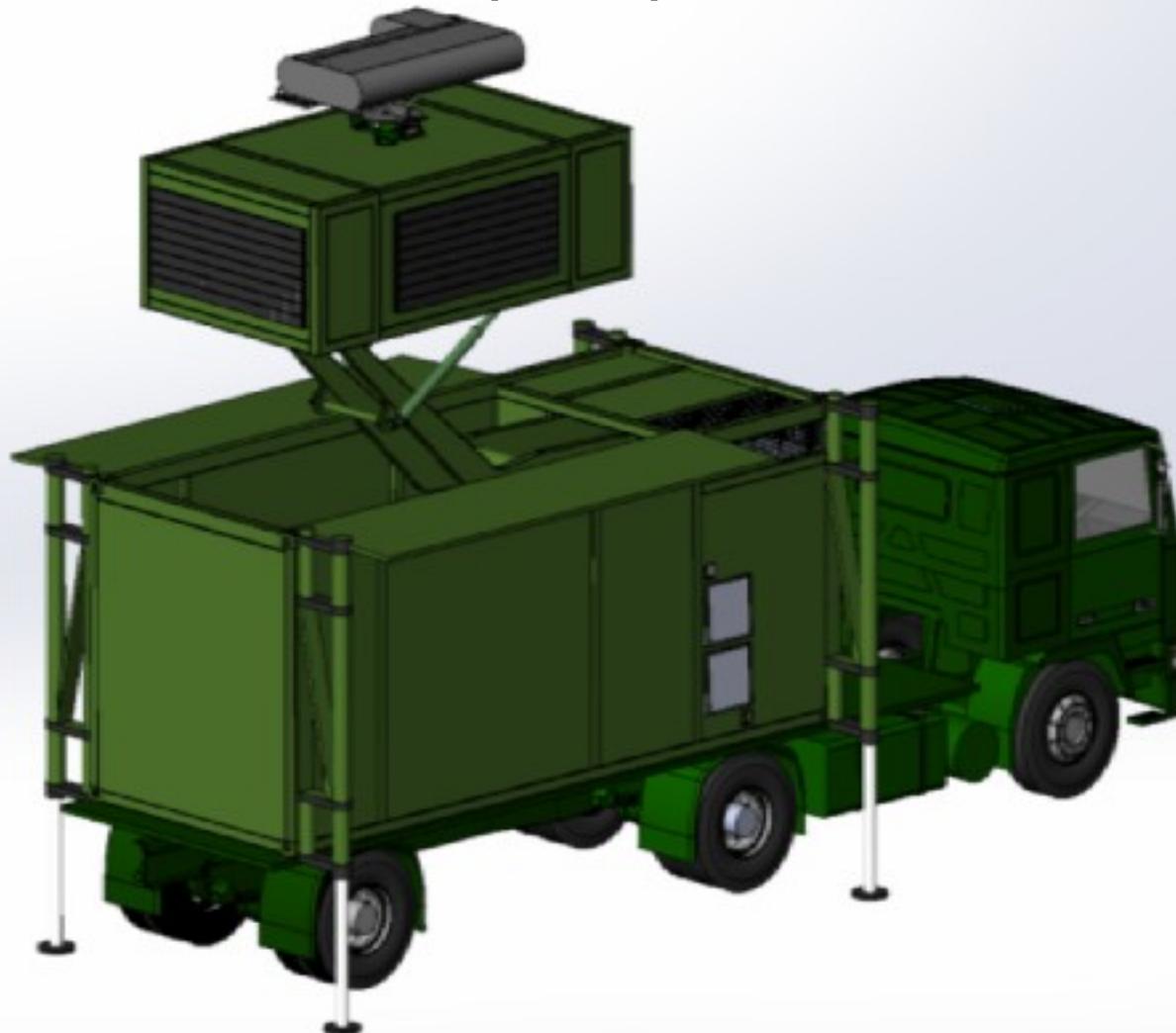




Radars SABER M200 Multimissão



2º Protótipo Operacional





Radar SABER M200 Multimissão



Características Previstas

- **Defesa Antiaérea de Média Altura;**
- **Radar 3D tipo *phased array* com varredura 100% eletrônica em azimute e elevação – 4 painéis fixos com 576 elementos de antena cada um;**
- **Banda S;**
- **Guerra eletrônica (estado da arte – múltiplas formas de onda);**
- **Interface padrão Asterix – ligação com o SISDABRA;**
- **Pode ser configurado para diferentes tipos de aplicação (p. ex. em aplicações navais).**



Radar SABER M200 Multimissão



Características Previstas

| MISSÕES | ALCANCE AERONAVE | ALCANCE MÍSSIL/FOGUETE | ACURÁCIA | ATUALIZAÇÃO |
|----------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|
| VIGILÂNCIA | 200 km | 75 km | 50 m | 6 s |
| BUSCA | 120 km | 40 km | 30 m | 1 s |
| TIRO | 70 km | 25 km | 30 m | ≤1 s |

- **Teto: 20 km**
- **Rastreia múltiplos alvos simultaneamente em tempo real (TWS)**
- **Peso: 12 Ton**
- **Transportável em C-130 e KC-390**



Radare Secundário SABER S200



Versão para Controle de Tráfego Aéreo



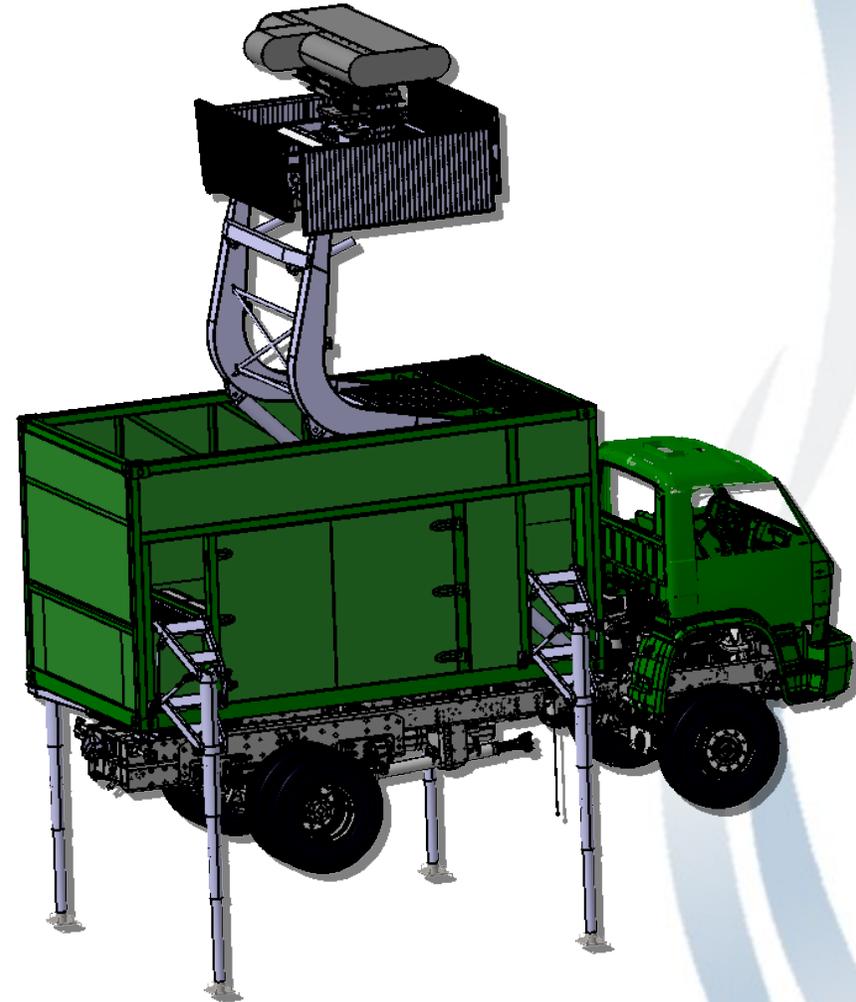


Radar de Vigilância SABER M200 VIGILANTE



CARACTERÍSTICAS PREVISTAS

- Radar de Vigilância Aérea e Alerta Antecipado
- Radar tipo *phased array* com varredura eletrônica (apenas horizontal);
- Alcance: 150 km para o Super Tucano
- Teto máximo: 15 km
- Taxa de atualização: 8 s
- Radar “2,5D” – calcula a elevação por monopulso em fase
- Montado sobre vtr 10 Ton 6x6



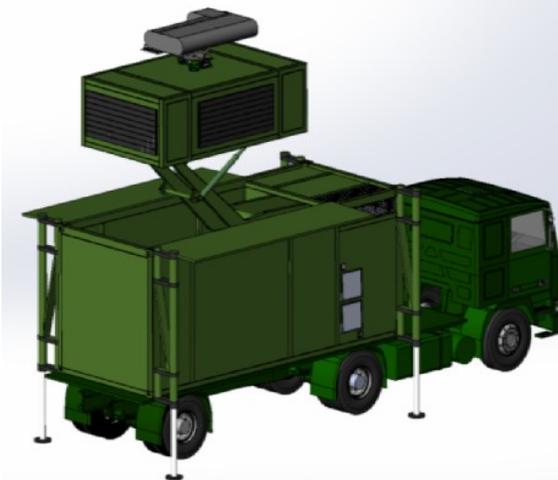
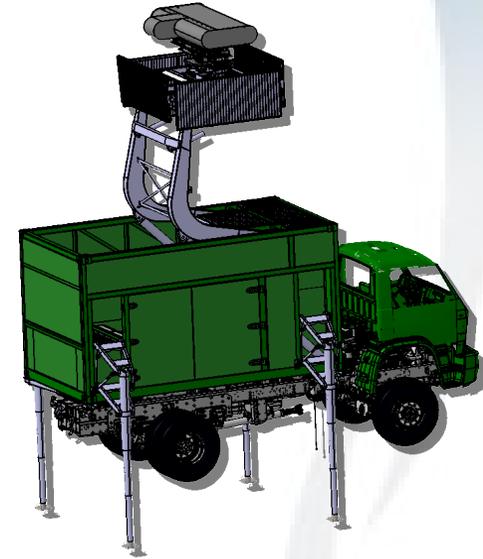


Radares SABER M200



CONSIDERAÇÕES ACERCA DE DETECÇÃO DE SARP

- Não havia requisitos de detecção de SARP
- Não foram desenvolvidos para essa finalidade
- A faixa de frequência (Banda S) e a resolução dos radares são um pouco mais adequados à detecção de SARP do que os do Radar SABER M60
- Com base nas características do equipamento, acredita-se possa detectar SARP de categoria 1 ou superior
- Há previsão de testes de detecção de SARP com o radar SABER M200 VIGILANTE no início de 2022





Radar de Vigilância Terrestre SENTIR M20



- O radar SENTIR M20 pode ser empregado tanto em missões de defesa quanto de GLO;
- Defesa da Pátria: R C Mec, Esqd C Mec, Esqd Cav Pqdt, BIL e Bia B A
- Sistema de emprego dual para proteção de instalações sensíveis (aeroportos, hidrelétricas, refinarias, etc);
- Tecnologia nacional e inovadora;
- Software e hardware – projetos nacionais;
- Componentes brasileiros e importados (múltiplos fornecedores);





Radar de Vigilância Terrestre SENTIR M20

SITUAÇÃO

- Protótipo em fase de avaliação
- Pedido de Patente em análise pelo INPI





Radar de Vigilância Terrestre SENTIR M20



SISFRON

- 17 exemplares em uso no âmbito do SISFRON.





Radar de Vigilância Terrestre SENTIR M20



ESPECIFICAÇÕES

- Cobertura em azimute: 360°
- Operação em Banda X
- Tecnologia RoSAR (Rotor Synthetic Aperture Radar)
- Peso para transporte: 57 kg (1 de 20 kg e 2 de 18,5 kg)
- Classifica alvos utilizando técnica micro-doppler
- Alcance máximo:
 - Homem a pé: 10 km
 - Viatura Leve: 20 km
 - Viatura pesada e carro de combate: 30 km
 - Helicóptero a baixa altura: 20 km
- Precisão:
 - Em distância: de 1,6 m (até 3 km) a 25 m (acima de 24 km)
 - em azimute: 0,7°
 - em velocidade: 0,86 m/s
- Resolução:
 - em azimute: 4,8°
 - em velocidade: 0,86 m/s
- Taxa de varredura: 15 rpm



Detecção de SARP

- Sem requisitos de detecção de SARP
- Não desenvolvido para essa finalidade
- Faixa de frequência (Banda X) e resolução ideais para detecção de SARP de pequeno porte
- Maior limitação: feixe da antena (apenas 3° em elevação), que dificulta cobrir uma grande faixa do espaço aéreo
- Em SET 2020 foi realizado teste com o SENTIR M20;



Detecção de SARP

- SARP Intel Aero Ready To Fly - 36 cm de diagonal;
- Alturas entre 25 e 30 metros, distâncias de 250m e 500m;
- Modificações no STC e no CFAR, filtro de *clutter* desabilitado (parâmetros internos de software) e *tilt* mecânico ajustado;
- Houve detecção bem sucedida do SARP;
- Verificou-se necessidade de alterar o algoritmo de rastreamento para esse tipo de alvo.





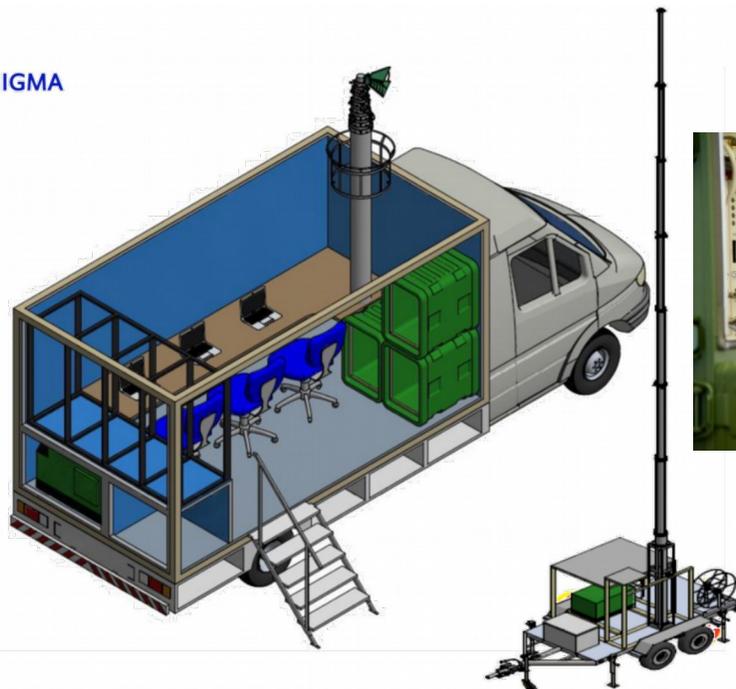
Infraestrutura de Ensaios de Radares



- **Laboratório de Medidas Eletromagnéticas (LME)** do CTE_x tornou-se, no final de 2013, o 1º laboratório na América Latina **acreditado** para **ensaios de interferência eletromagnética** segundo **normas militares** internacionais
- Expansão do LME, com recursos do FUNTEC (BNDES) e do EB, focará na ampliação da capacidade de **ensaios específicos para radares**, incluindo a possibilidade de emular **alvos virtuais** e testar funcionalidades de resistência à guerra eletrônica



ENIGMA





O Programa Radares de Defesa do CTEEx em Números



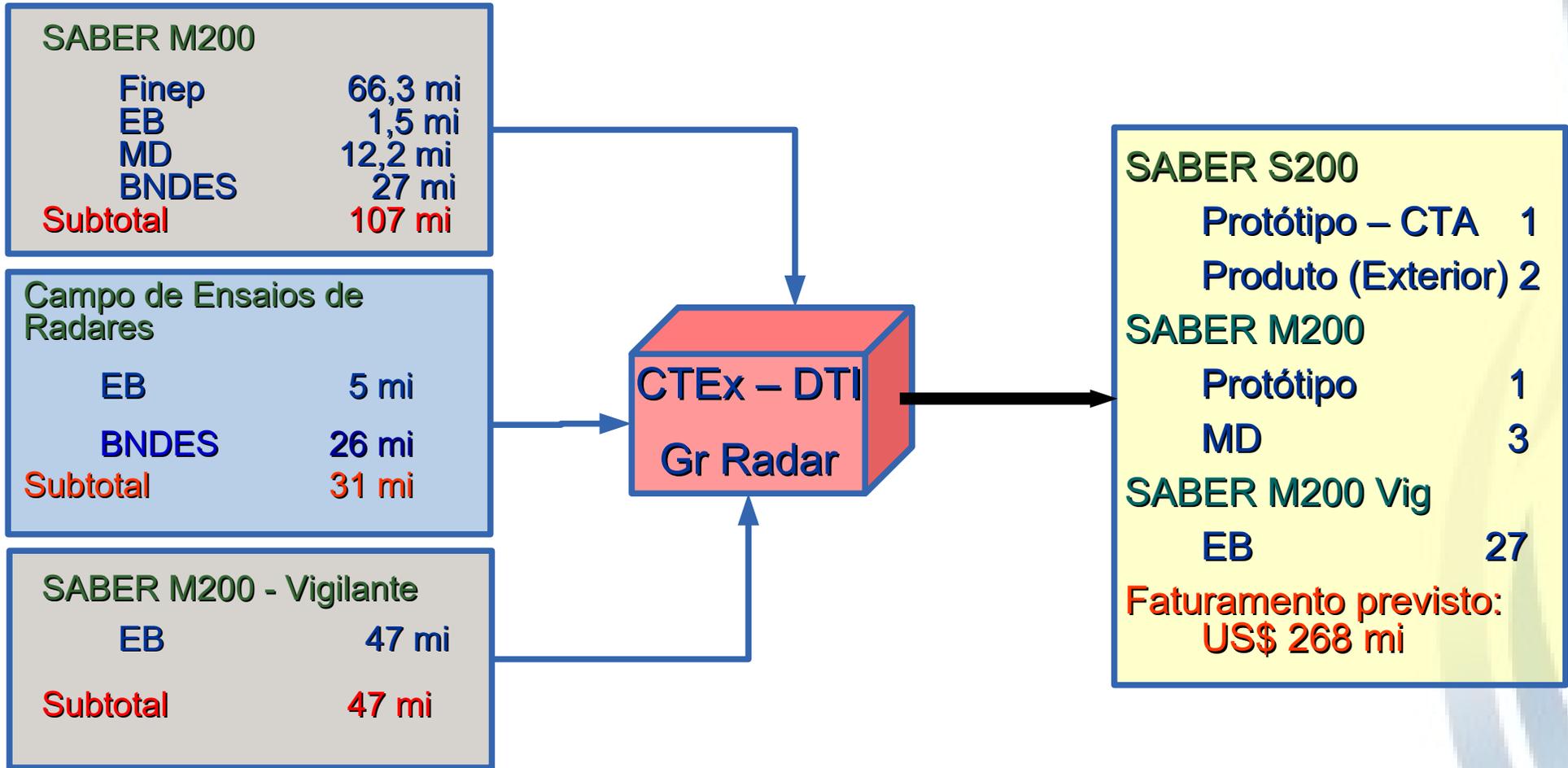
| | |
|-------------------|--------------|
| SABER M60 | |
| Finep | 23 mi |
| Orçam. (EB) | 38,4 mi |
| Censipam | 2,6 mi |
| SENTIR M20 | |
| Finep | 5,6 mi |
| Orçam. (EB) | 6,4 mi |
| Total: | 76 mi |



| | |
|--------------------------------|----|
| SABER M60 | |
| Protótipos | 2 |
| Produtos | 34 |
| Censipam | 1 |
| FAB | 4 |
| MB | 2 |
| EB | 25 |
| Exterior | 4 |
| COAAe | |
| Protótipo | 2 |
| Produtos (EB) | 21 |
| SENTIR M20 | |
| Protótipos | 2 |
| Produtos | 25 |
| EB | 18 |
| Exterior | 7 |
| Faturamento: R\$ 213 mi | |



O Programa Radares de Defesa do CTEEx em Números



Total R\$ 185 mi



Radar Multifunção (a desenvolver)



- **Serve ao Sistema de Artilharia de Campanha (Contrabateria)**
- **EB20-RTLI-04.016, de 13 de março de 2019**
- **Detecção de ARP, com probabilidade de 80%:**

| Categoria | Distância |
|------------------|------------------|
| 2 | 60 km |
| 1 | 25 km |
| 0 | 10 km |

- **Transmitir dados dos ARP para Elm Def para engajamento em até 10 s**
- **Classificar alvos (80%) em pelo menos:**
 - **Morteiro**
 - **Obuseiro**
 - **Foguete**
 - **Vetores aéreos**
 - **outros**



Detecção de SARP - Conclusões

- O primeiro radar que apresenta requisito de detecção de SARP é o Radar Multifunção (Contrabateria) do Sistema de Artilharia de Campanha;
- Até o momento, nunca houve solicitação formal para o CTEX trabalhar em pesquisa de detecção de SARP;
- Os radares já desenvolvidos não foram projetados para detecção de SARP;
- A detecção de SARP no teste do SENTIR M20 indica que é possível a detecção desse tipo de alvo com a tecnologia atual brasileira ;
- Há necessidade de P&D em que a detecção de SARP seja requisito desde o início.





Grupo de Projeto Especial Radar





Programa Radares de Defesa



Obrigado!

João ABDALLA Ney da Silva – CEL R/1
abdalla.joao@eb.mil.br
+55-21-98805-0276

Grupo de Projeto Especial Radar
CTEx – DTI
Av. das Américas, 28705
chradar@ctex.eb.mil.br
+55-21-2410-6279