



**AGÊNCIA DE GESTÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

CONECTAR – INOVAR – TRANSFORMAR

**II SIMPÓSIO DE DEFESA ANTI SARP – 01 jul 2021**

**Prospecção Tecnológica: tendências e visão de futuro em sistemas Anti-SARP**

Cap QEM Fernanda Castello Branco Madeu



**Escopo/Objetivos**



**Panorama sobre ANTI-SARP**

**Definições, mercado, sistemas e produtos, evolução**



**Metodologia**

**Roadmap tecnológico  
Taxonomia**



**Tecnologias de detecção/neutralização**



**Tipos de Plataforma**



**Análises: artigos e patentes**

**Panorama mundial  
Por taxonomia**



**Consolidação dos resultados: tendências em Anti-SARP**



**Conclusão**

# SUMÁRIO





**Escopo/Objetivos**



**Panorama sobre ANTI-SARP**

Definições, mercado, sistemas e produtos, evolução



**Metodologia**

Roadmap tecnológico

Taxonomia



**Tecnologias de detecção/neutralização**



**Tipos de Plataforma**



**Análises: artigos e patentes**

Panorama mundial

Por taxonomia



**Consolidação dos resultados: tendências em Anti-SARP**



**Conclusão**

# SUMÁRIO





# ESCOPO



Evidenciar os **esforços científicos e tecnológicos** empreendidos por **países, instituições científicas e empresas**, a partir dos **ativos de propriedade intelectual como artigos e patentes** e fontes de notícias e relatórios de mídia especializada sobre as **tecnologias anti-SARP.**





# OBJETIVOS



- Apresentar o panorama científico e tecnológico mundial sobre Sistemas Anti-SARP;
- Especificar as tecnologias e tendências tecnológicas em Sistemas Anti-SARP.





**Escopo/Objetivos**



**Panorama sobre ANTI-SARP**

Definições, mercado, sistemas e produtos, evolução



**Metodologia**

Roadmap tecnológico

Taxonomia



**Tecnologias de detecção/neutralização**



**Tipos de Plataforma**



**Análises: artigos e patentes**

Panorama mundial

Por taxonomia



**Consolidação dos resultados: tendências em Anti-SARP**



**Conclusão**

# SUMÁRIO





# TECNOLOGIAS ANTI-SARP

## DEFINIÇÕES

Refere-se a sistemas que são usados para detectar e / ou interceptar aeronaves não tripuladas (Michel, 2018)

Tecnologia contra- drones	Tecnologia (counter) anti-UAS (C-US)	Tecnologia Anti-SARP
---------------------------------	---	-------------------------

### Prevenir potenciais ataques SARP

- Bloquear canal de Com.
- Interromper padrão de voo
- Aterrisagem forçada





# CADEIA DE PROCESSAMENTO DE UMA AMEAÇA SARP





# EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE DETECÇÃO DE SARP

---

Sistema de detecção ideal: detectar, rastrear, identificar

---

Radares AA: objetos grandes e rápidos

---

SARPs cada vez menores ( $< 2$  m) e mais lentos, de baixa altitude

---

Sistemas de defesa AA: destrutivos, alto custo por engajamento

---

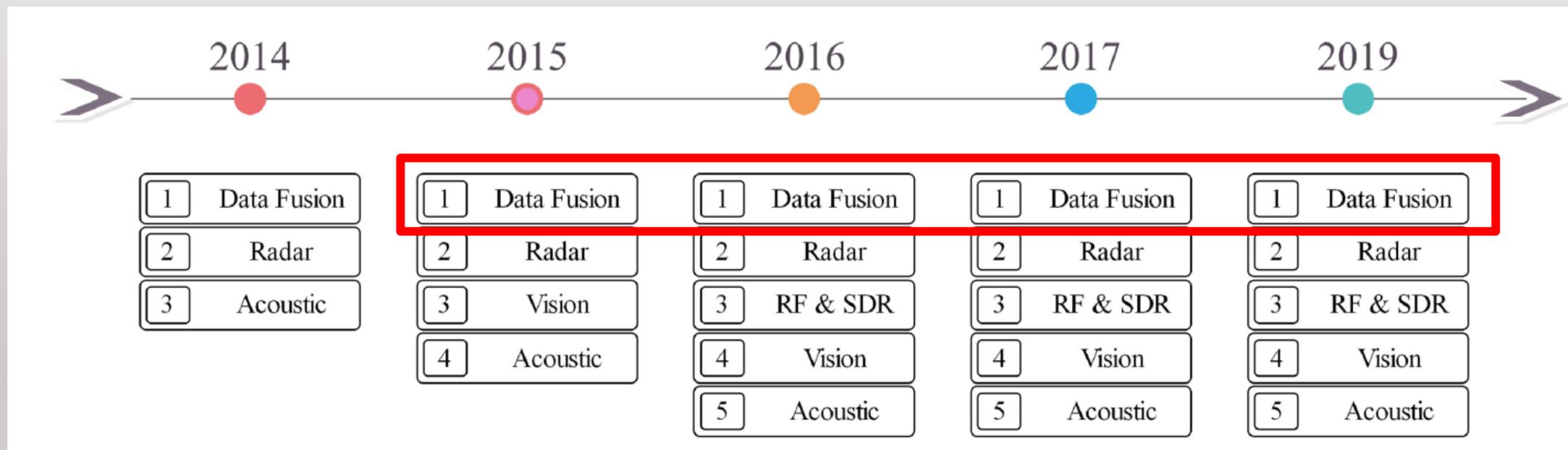
Atualmente: Proteção de instalações, complemento ao Sist Def AA

---

Civil: proteção espaço aéreo, seg grandes eventos, operações anti-contrabando em prisões



# EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE DETECÇÃO DE SARP





MITIGADORES FÍSICOS:  
REDES, ÁGUIAS

MITIGADORES NÃO-FÍSICOS:  
ESPECTRO NÃO-VISÍVEL

---

# EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE NEUTRALIZAÇÃO DE SARP





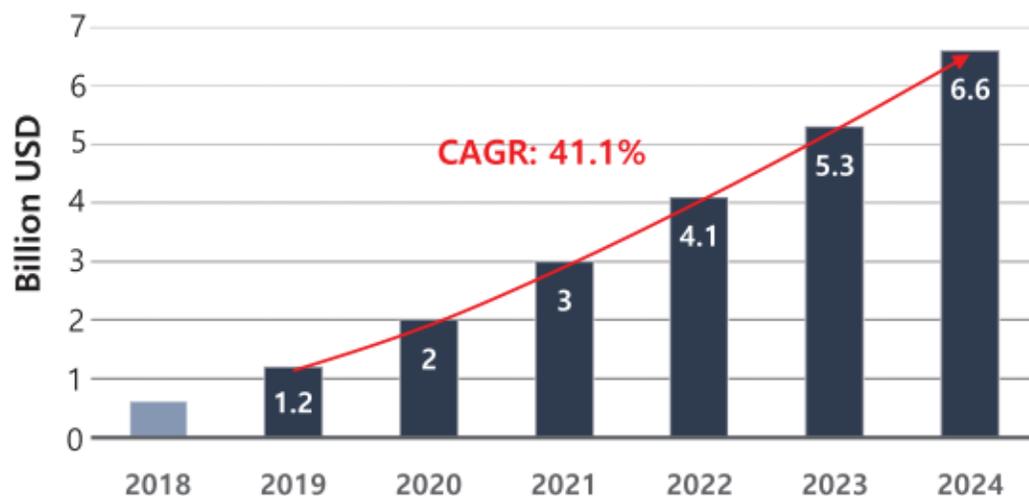
FRANÇA, 2015



HOLANDA, 2016



# MERCADO ANTI-SARP



KANG *et al.*, 2020

- Mercado anti-SARP atual US \$ 3 bilhões → 2026: US \$ 8,5 bilhões
- Domínio da América do Norte – mais que a metade do mercado anti-SARP global
- Europa – 2ª região geográfica mais ativa para o mercado anti-SARP: Grupo Thales (França), Saab AB (Suécia) e BSS Holland BV (Países Baixos)
- Mercado Ásia-Pacífico: potencial de crescimento mais substancial no futuro próximo
- América Latina e África: estágios embrionários e não mostram potencial de crescimento robusto
- Número crescente de ataques de drones, especialmente na América Latina → investimentos no desenvolvimento de tecnologias anti-SARP





# SISTEMAS E PRODUTOS ANTI-SARP

- Centro de Estudos de Drone – Bard College (Michel, 2018):
  - 2018: **235 produtos**
  - 2019: **537 produtos** com a mesma metodologia
- Sandia National Laboratories (BROOKS *et al.*, 2019):
  - 2015: **10 produtos**
  - 2019: **316 produtos**

Situação	#
Operacionais	141
Protótipo	41
Atualizados	14
Retirados do Mercado	7
Situação desconhecida	2

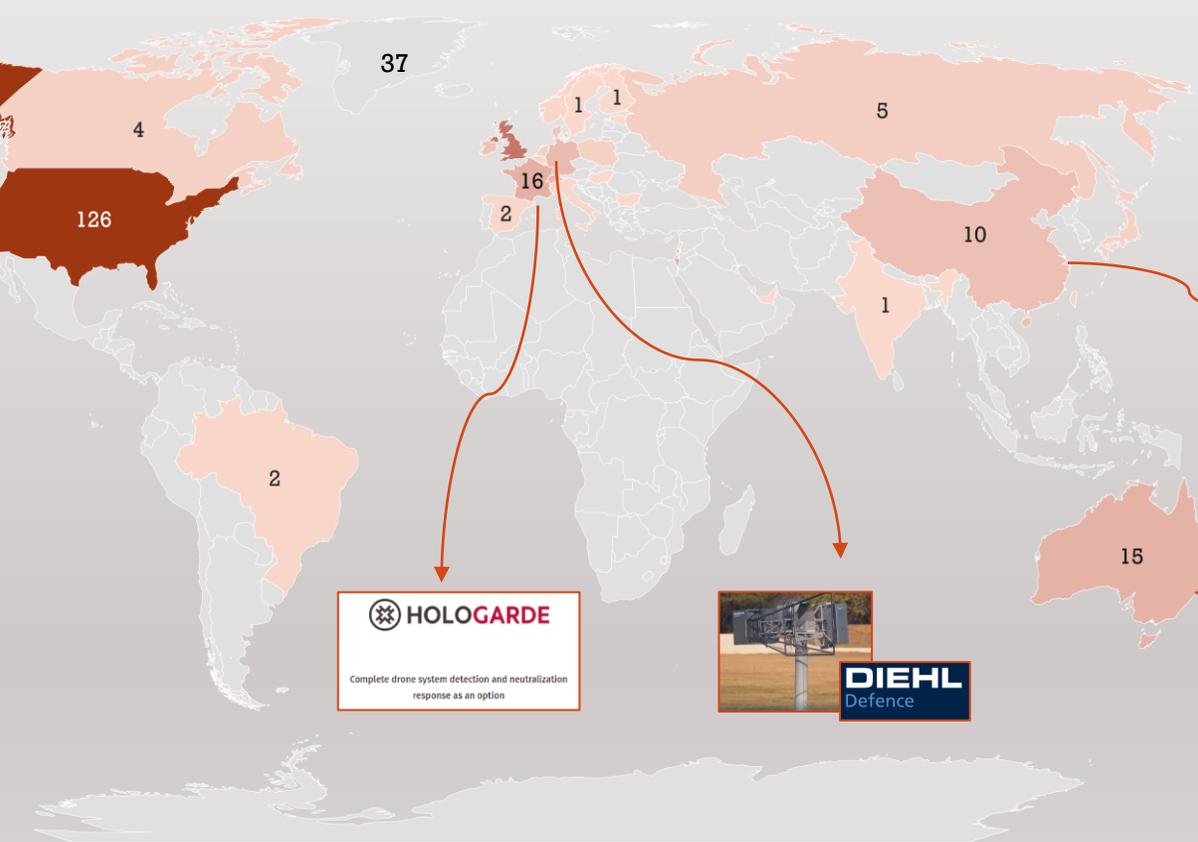
Custo da unidade (em USD)	#
Acima de US\$ 5.000.000,00	1
De 2,5 a 5 milhões	7
De 1 a 2,5 milhões	9
De 500.001,00 a 1 milhão	13
De 100.001,00 a 500.000,00	47
De 50.001,00 a 100.000,00	11
De 0 a 50.000,00	35





# PAÍSES COM PRODUTOS

Países com produtos Anti-SARP

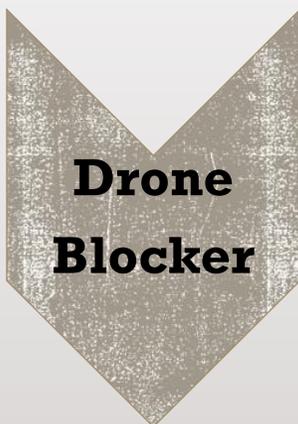


Da plataforma Bing  
© Australian Bureau of Statistics, GeoNames, Microsoft, Navinfo, TomTom, Wikipedia





# PRODUTOS BRASIL



**Drone  
Blocker**

- Rio 2016 - Exército
- Sensores RF, acústicos e radares
- Exportado p/ Europa e Chile



**SCE 0100**  
**Defesa**



**SCE 0200**  
**Civil**

Tecnologia:  
**jamming**  
(bloqueador de  
radiofrequência)





**Escopo/Objetivos**



**Panorama sobre ANTI-SARP**

Definições, mercado, sistemas e produtos, evolução



**Metodologia**

Roadmap tecnológico

Taxonomia



**Tecnologias de detecção/neutralização**



**Tipos de Plataforma**



**Análises: artigos e patentes**

Panorama mundial

Por taxonomia



**Consolidação dos resultados: tendências em Anti-SARP**



**Conclusão**

# SUMÁRIO





Organizadoras

SUZANA BORSCHIVER

ANDREZZA LEMOS RANGEL DA SILVA

# TECHNOLOGY ROADMAP

Planejamento Estratégico para alinhar Mercado-Produto-Tecnologia



EDITORA INTERCIÊNCIA

## METODOLOGIA – ROADMAP TECNOLÓGICO

- Metodologia de RMT – Suzana Borschiver – Núcleo de Estudos Industriais e Tecnológicos (NEITEC UFRJ)
- Emprego de técnicas de prospecção tecnológica – monitoramento do mercado, identificação de tendências, trajetórias e soluções tecnológicas
- Organizar informações → transformá-las em conhecimento



# CADEIA DE VALOR DO CONHECIMENTO

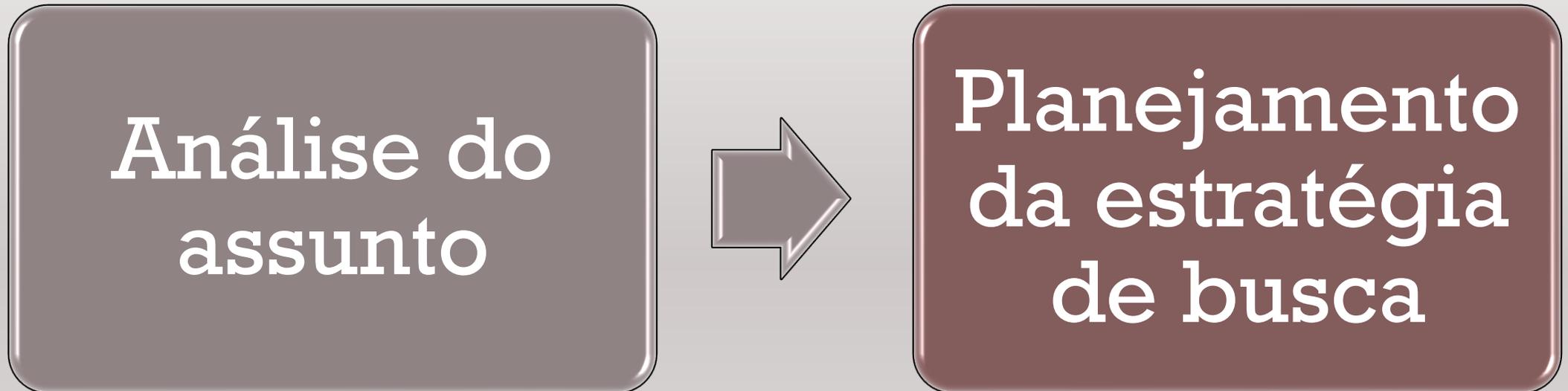




# METODOLOGIA – ROADMAP TECNOLÓGICO

## 1) ETAPA PRÉ-PROSPECTIVA

- Pesquisa preliminar; busca menos direcionada





# METODOLOGIA – ROADMAP TECNOLÓGICO

## 2) ETAPA PROSPECTIVA

### ▪ PROSPECÇÃO DA INFORMAÇÃO

Busca em bases de dados



Download dos registros



Análise de documentos

- Ano publicação, país, objeto de estudo



Seleção dos campos

- Panorama sobre a área/tecnologia
- TAXONOMIAS\*

Definição das taxonomias e subdivisões

**\*TAXONOMIA:** DIVISÃO SISTÊMICA DO ASSUNTO

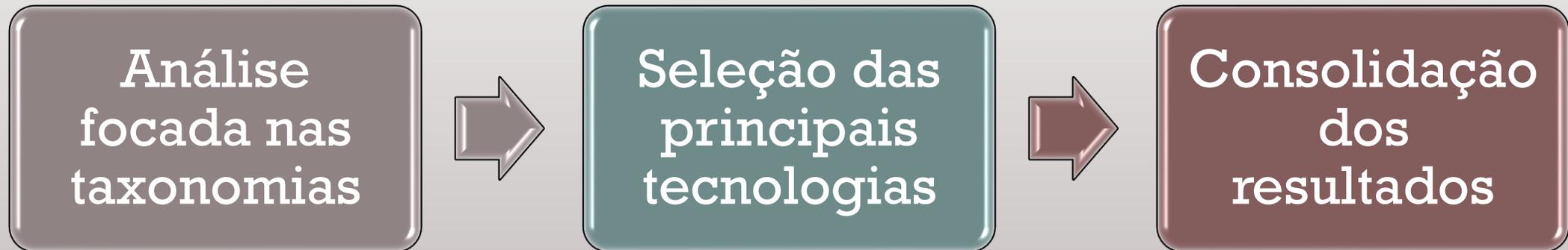




# METODOLOGIA – ROADMAP TECNOLÓGICO

## 3) ETAPA PÓS-PROSPECTIVA

- CONSTRUÇÃO DO ROADMAP





# METODOLOGIA – ROADMAP TECNOLÓGICO

## ANÁLISE – DIVISÃO POR TAXONOMIA



**MACRO**

SISTEMA INICIAL

**MESO**

TIPOS E OBJETIVOS

**MICRO**

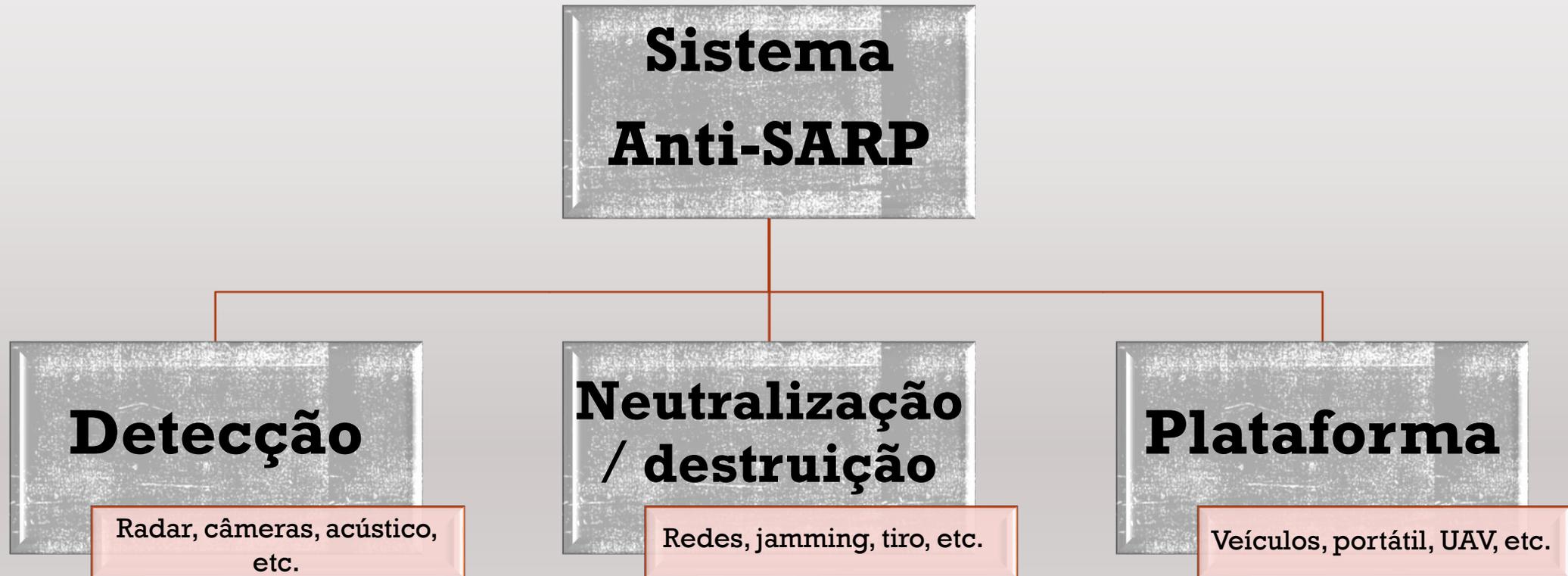
TECNOLOGIAS  
IDENTIFICADAS E  
APLICAÇÕES





# TAXONOMIA – ANTI-SARP

Adaptada de Counter-drone Systems  
(Michel, 2019) - *Center for the Study of the  
Drone at Bard College*





# METODOLOGIA – ROADMAP TECNOLÓGICO

## ANÁLISE – DIVISÃO TEMPORAL



**CURTO  
PRAZO**

PATENTES CONCEDIDAS

**MÉDIO  
PRAZO**

PATENTES DEPOSITADAS

**LONGO  
PRAZO**

ARTIGOS

**TEMPO ATUAL – PESQUISA INICIAL: FONTES DE  
NOTÍCIAS, RELATÓRIOS DE MÍDIAS ESPECIALIZADAS**





## **Panorama sobre ANTI-SARP**

**Definições, mercado, sistemas e produtos, evolução**



## **Metodologia**

**Roadmap tecnológico  
Taxonomia**



## **Tecnologias de detecção/neutralização**



## **Tipos de Plataforma**



## **Análises: artigos e patentes**

**Panorama mundial  
Por taxonomia**



## **Consolidação dos resultados: tendências em Anti SARP**



## **Conclusão**

# SUMÁRIO





# TECNOLOGIAS DE DETECÇÃO E NEUTRALIZAÇÃO DE SARP

## Sensors



Acoustic/ultrasonic sensors



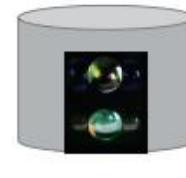
RF sensors



Radar



EO/IR sensors



LiDAR



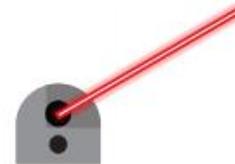
Jamming



Spoofing



High-power EM



Lasers

## Nonphysical mitigators



Projectiles



Collision UAVs



Nets



Eagles

## Physical mitigators





**Escopo/Objetivos**



**Panorama sobre ANTI-SARP**

Definições, mercado, sistemas e produtos,  
evolução



**Metodologia**

Roadmap tecnológico  
Taxonomia



**Tecnologias de detecção/neutralização**



**Tipos de Plataforma**



**Análises: artigos e patentes**

Panorama mundial  
Por taxonomia



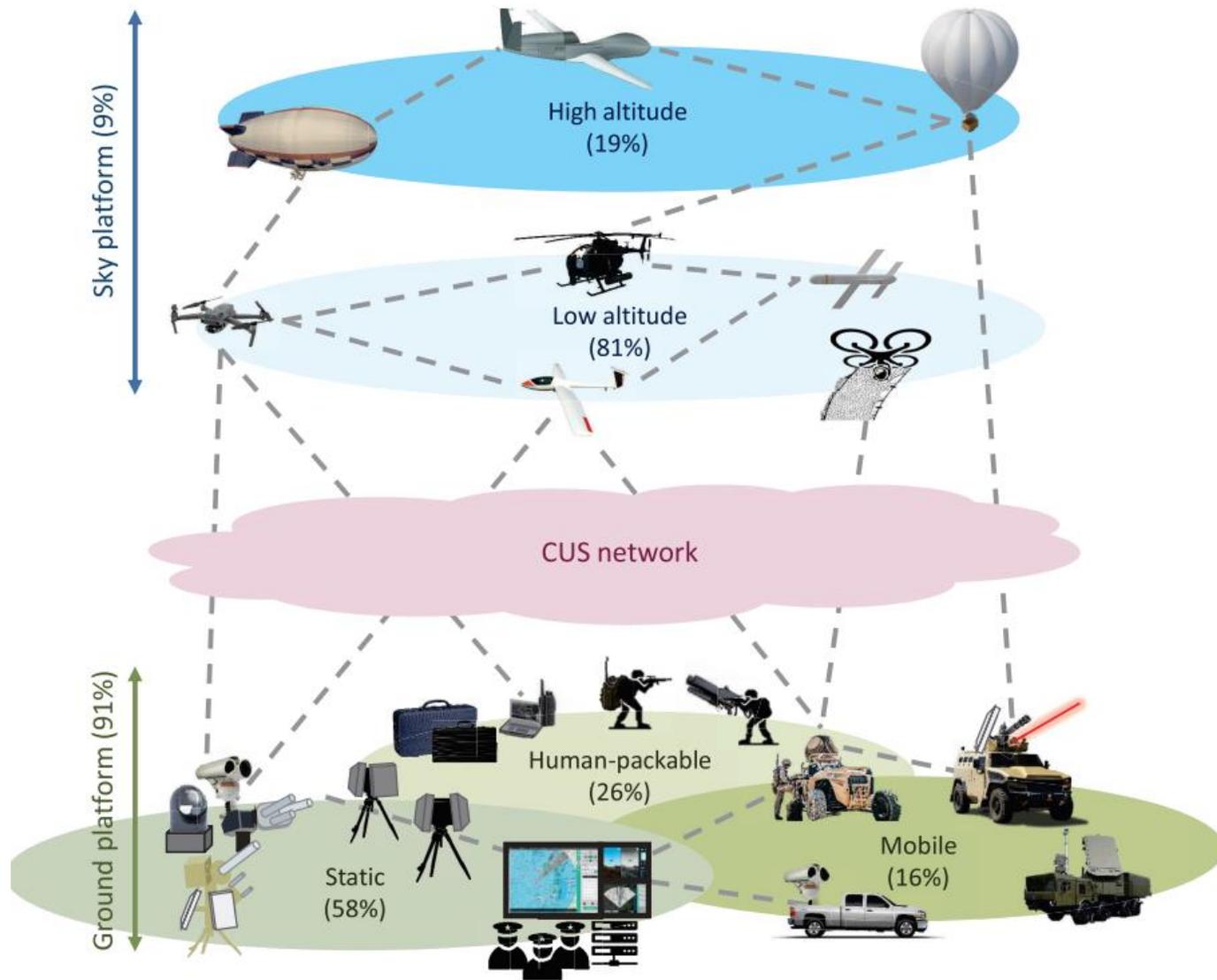
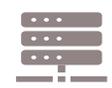
**Consolidação dos resultados: tendências em Anti-SARP**



**Conclusão**

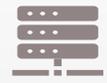
# SUMÁRIO



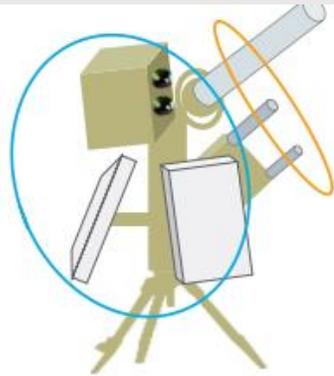


# PLATAFORMAS DE SISTEMAS ANTI-SARP





# PLATAFORMAS DE SISTEMAS ANTI-SARP



Ground static platform

Plataforma terrestre estática



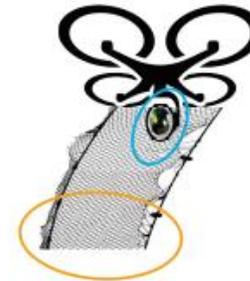
Ground mobile platform

Plataforma terrestre móvel



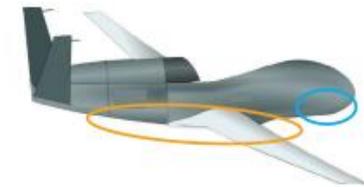
Human-packable platform

Plataforma humana compactada



Low-altitude platform

Plataforma de baixa altitude



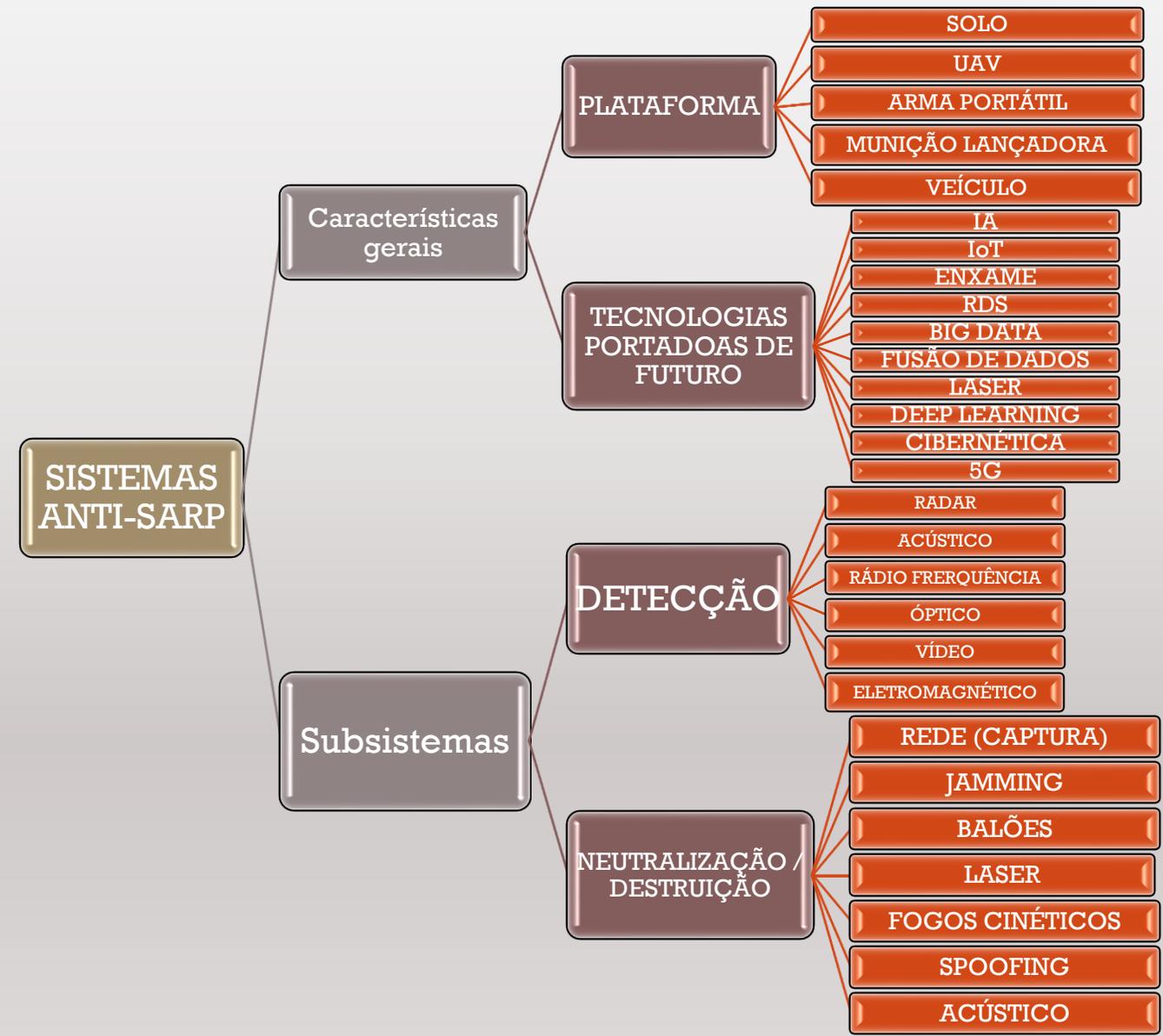
High-altitude platform

Plataforma de alta altitude





# TAXONOMIA FINAL





**Escopo/Objetivos**



**Panorama sobre ANTI-SARP**

Definições, mercado, sistemas e produtos, evolução



**Metodologia**

Roadmap tecnológico

Taxonomia



**Tecnologias de detecção/neutralização**



**Tipos de Plataforma**



**Análises: artigos e patentes**

Panorama mundial

Por taxonomia



**Consolidação dos resultados: tendências em Anti-SARP**



**Conclusão**

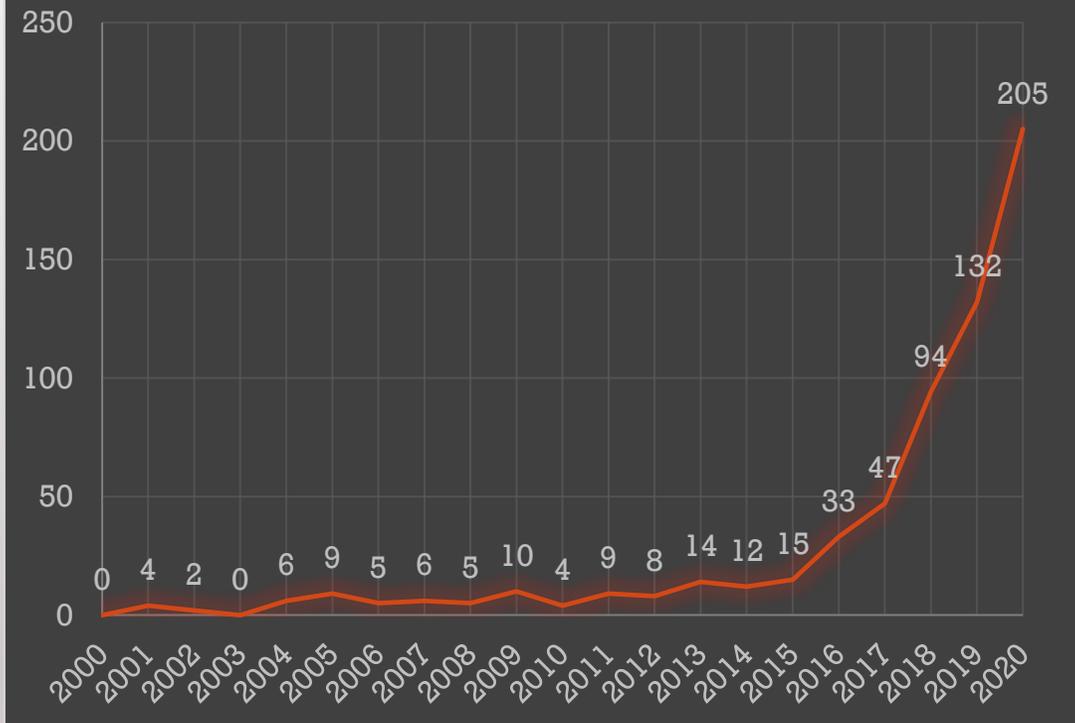
# SUMÁRIO





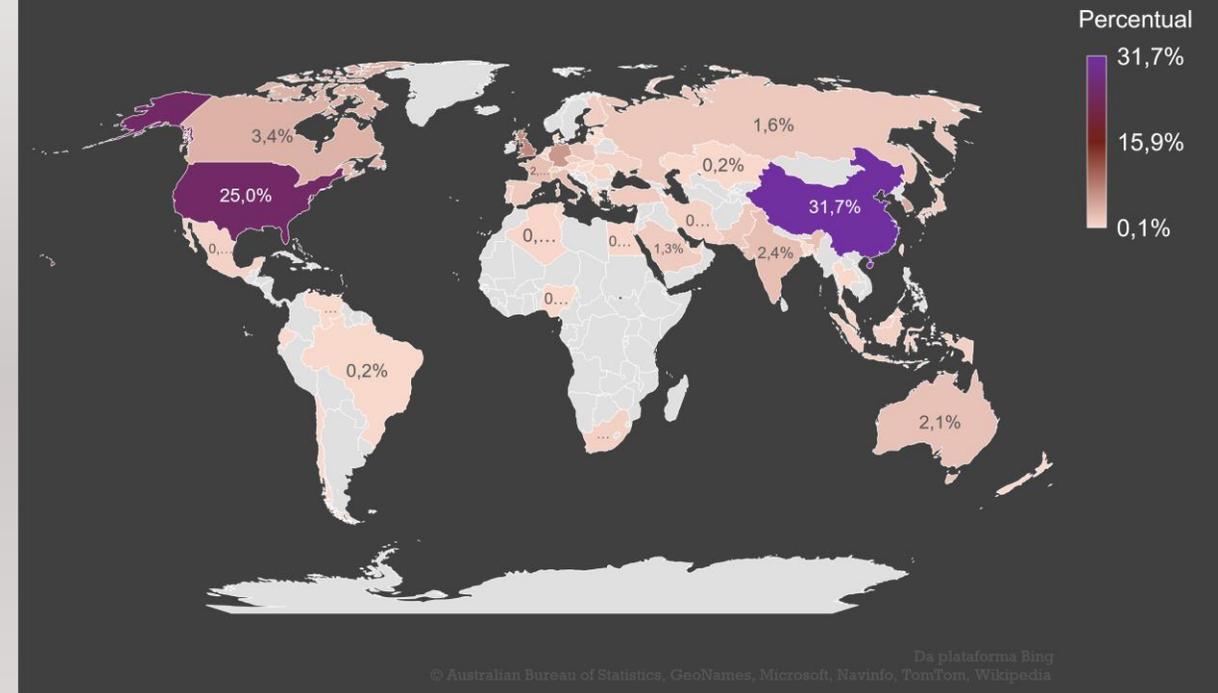
# ARTIGOS PUBLICADOS POR ANO E POR PAÍS

## Artigos publicados por ano



TOTAL: 876 ARTIGOS

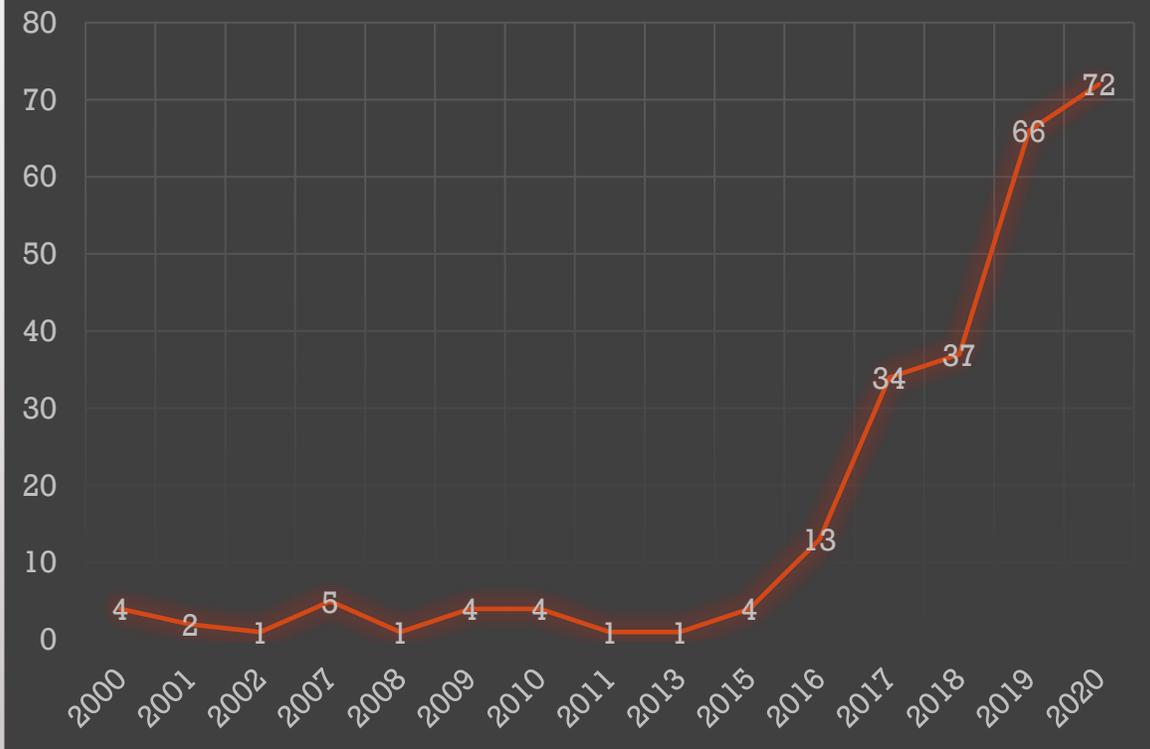
## Publicações científicas por países





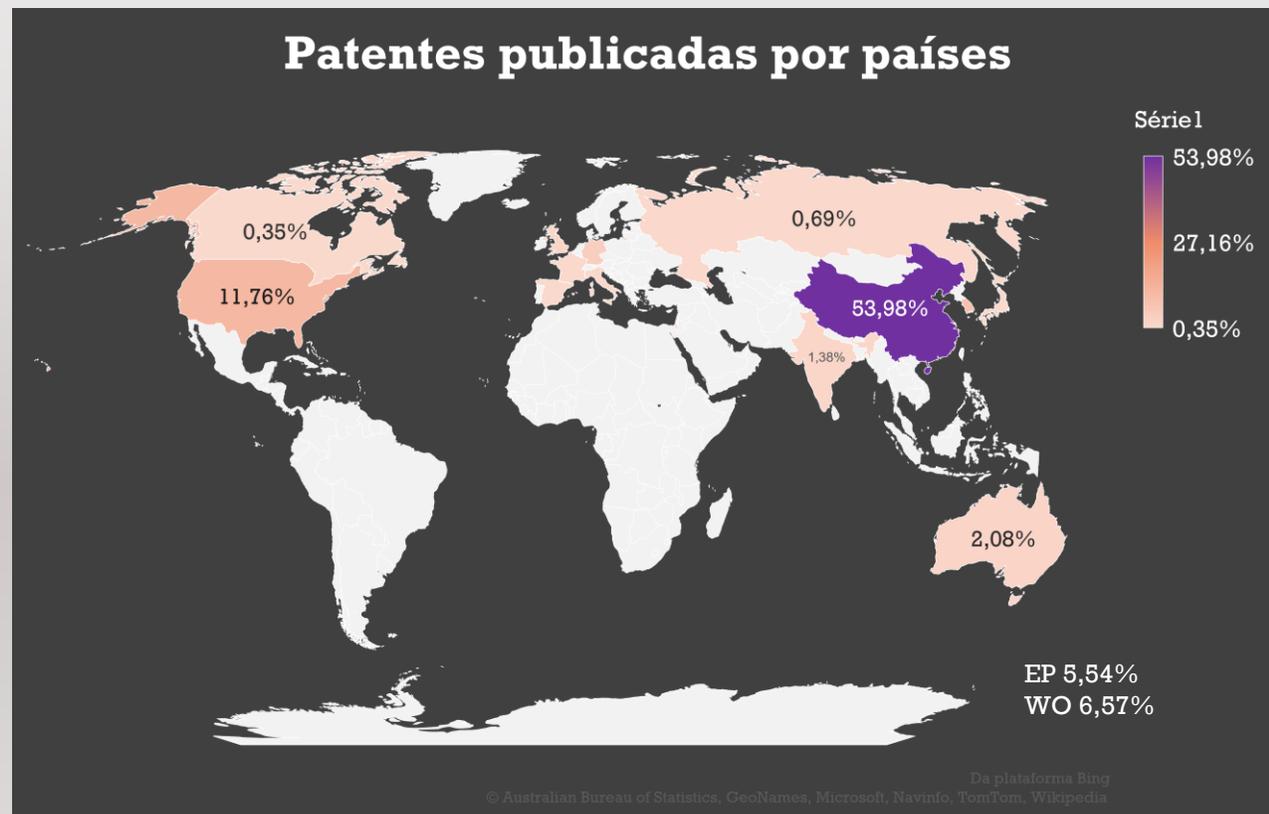
# PATENTES PUBLICADAS POR ANO E JURISDIÇÕES

## Patentes publicadas por ano



**TOTAL: 289 PATENTES**  
**70 CONCEDIDAS**  
**219 DEPOSITADAS**

## Patentes publicadas por países





## Depositantes



# DEPOSITANTES





# PRINCIPAIS DEPOSITANTES



Fraunhofer Gesellschaft





# TECNOLOGIAS DE DETECÇÃO (PATENTES)

## CURTO PRAZO

Tecnologias de detecção (patentes concedidas)

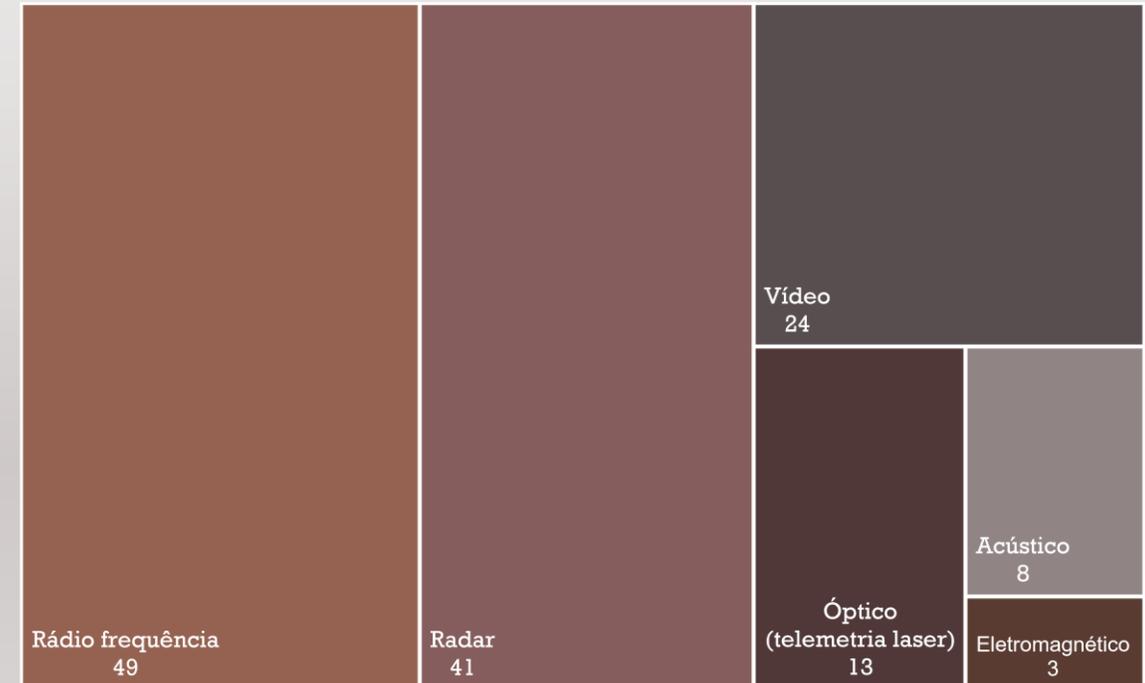
- Radar
- Acústico
- Rádio frequência
- Óptico (telemetria laser)
- Vídeo
- Eletromagnético



## MÉDIO PRAZO

Tecnologias de detecção (pedidos de patentes)

- Radar
- Acústico
- Rádio frequência
- Óptico (telemetria laser)
- Vídeo
- Eletromagnético



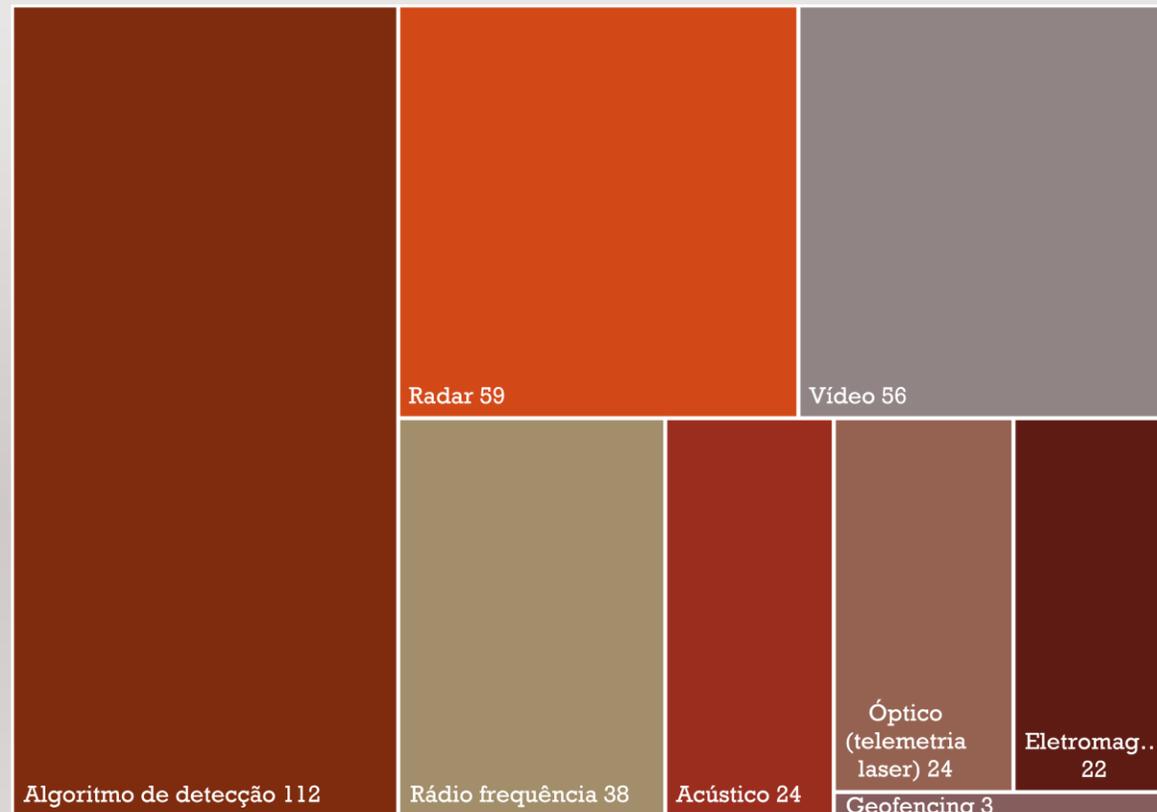


# TECNOLOGIAS DE DETECÇÃO (ARTIGOS)

## LONGO PRAZO

Tecnologias de detecção (artigos)

- Radar
- Acústico
- Rádio frequência
- Óptico (telemetria laser)
- Vídeo
- Geofencing
- Algoritmo de detecção
- Eletromagnético



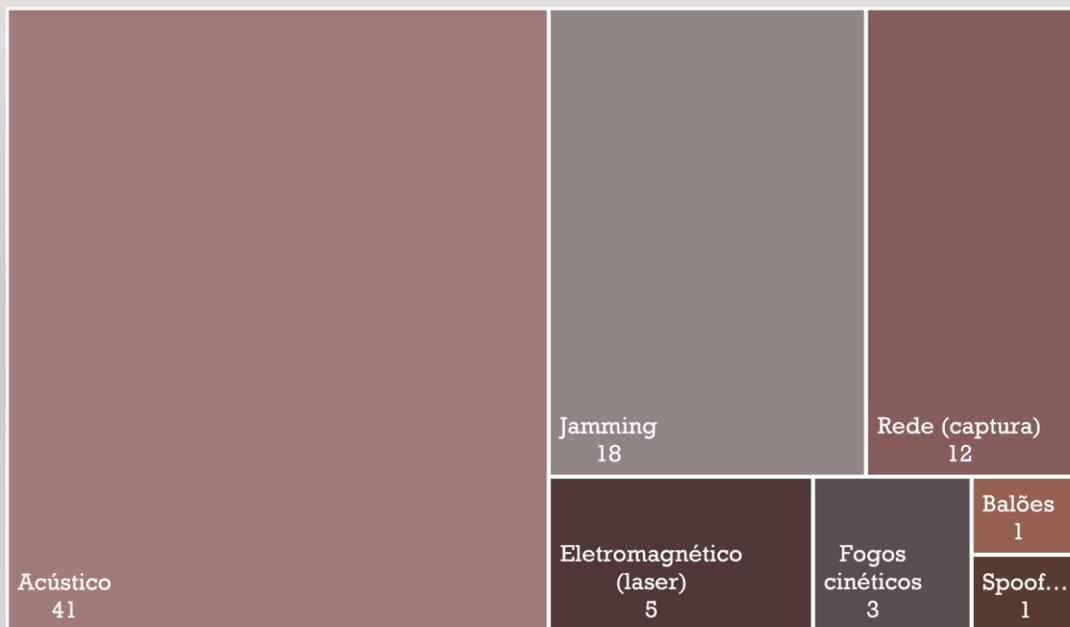


# TECNOLOGIAS DE NEUTRALIZAÇÃO / DESTRUIÇÃO (PATENTES)

## CURTO PRAZO

Tecnologias de neutralização / destruição (patentes concedidas)

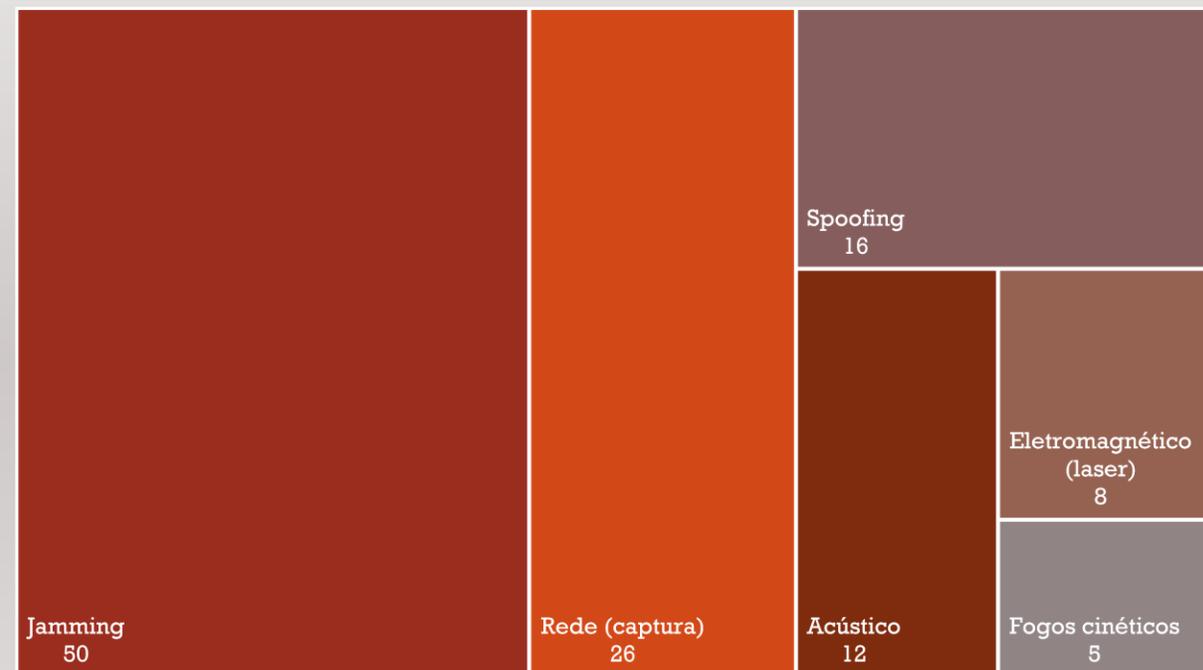
- Rede (captura)
- Jamming
- Balões
- Eletromagnético (laser)
- Fogos cinéticos
- Spoofing
- Acústico



## MÉDIO PRAZO

Tecnologias de neutralização / destruição (pedidos de patentes)

- Rede (captura)
- Jamming
- Balões
- Eletromagnético (laser)
- Fogos cinéticos
- Spoofing
- Acústico



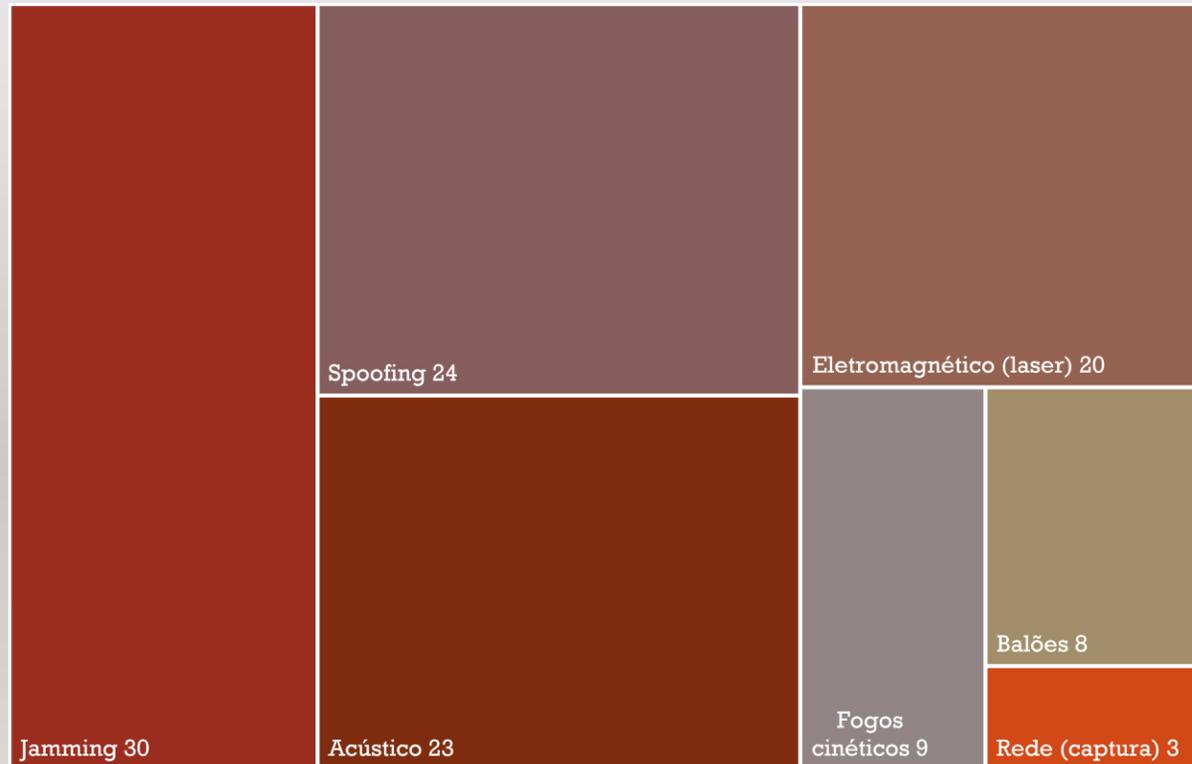


# TECNOLOGIAS DE NEUTRALIZAÇÃO / DESTRUIÇÃO (ARTIGOS)

## LONGO PRAZO

Tecnologias para neutralização / destruição (artigos)

- Rede (captura)
- Jamming
- Balões
- Eletromagnético (laser)
- Fogos cinéticos
- Spoofing
- Acústico



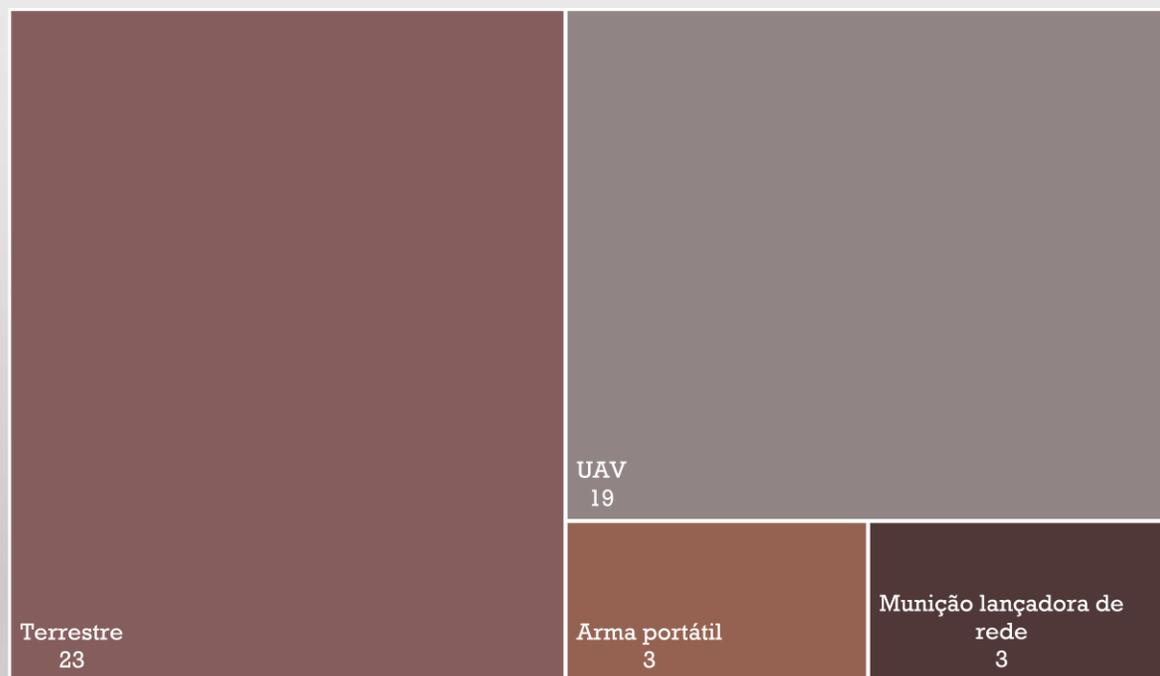


# PLATAFORMAS (PATENTES)

## CURTO PRAZO

Tipos de plataformas (patentes concedidas)

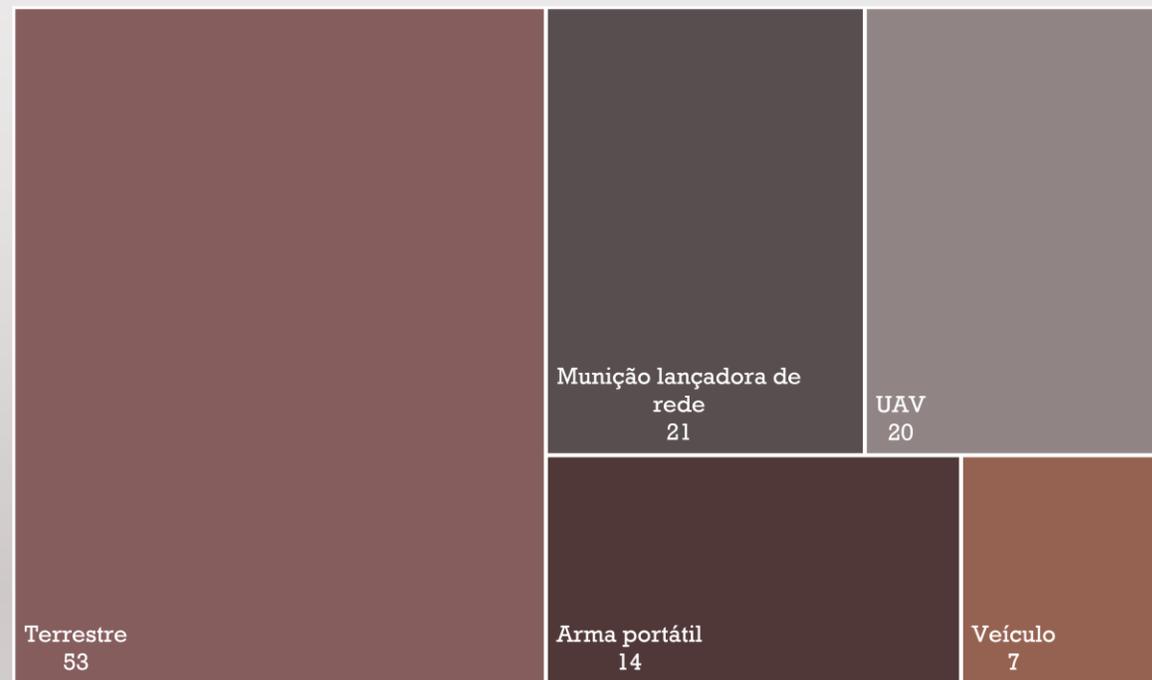
■ Terrestre ■ UAV ■ Arma portátil ■ Munição lançadora de rede



## MÉDIO PRAZO

Tipos de plataformas (pedidos de patentes)

■ Terrestre ■ UAV ■ Veículo ■ Arma portátil ■ Munição lançadora de rede



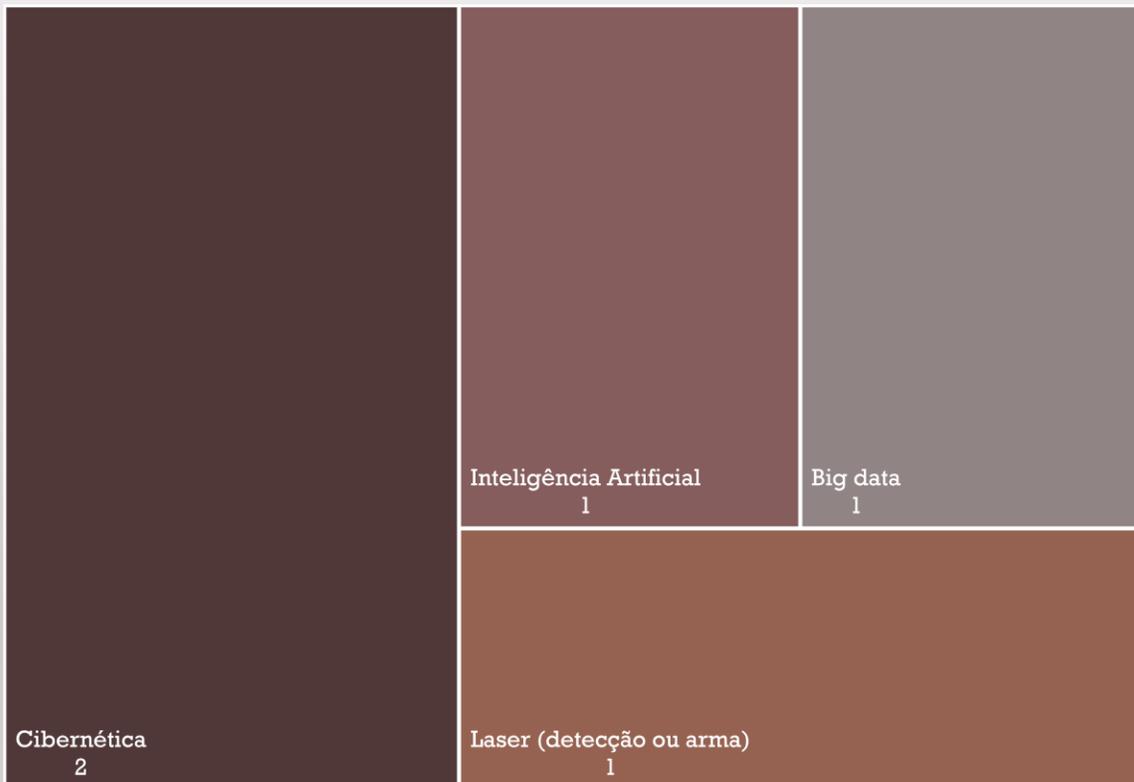


# TECNOLOGIAS PORTADORAS DE FUTURO (PATENTES)

## CURTO PRAZO

Tecnologias portadoras de futuro (patentes concedidas)

■ Inteligência Artificial ■ Big data ■ Laser (detecção ou arma) ■ Cibernética



## MÉDIO PRAZO

Tecnologias portadoras de futuro (pedidos de patentes)

■ Inteligência Artificial ■ Internet das coisas ■ Inteligência de enxame  
 ■ RDS ■ Big data ■ Fusão de dados  
 ■ Laser (detecção ou arma) ■ Deep Learning ■ Cibernética  
 ■ 5G





# TECNOLOGIAS PORTADORAS DE FUTURO (ARTIGOS)

## LONGO PRAZO

Tecnologias portadoras de futuro (artigos)

- Inteligência Artificial
- Big data
- Laser (detecção ou arma)
- Cibernética
- Inteligência de Enxame
- Deep Learning
- Internet das Coisas
- Fusão de dados
- Aprendizado de máquinas





**Escopo/Objetivos**



**Panorama sobre ANTI-SARP**

Definições, mercado, sistemas e produtos, evolução



**Metodologia**

Roadmap tecnológico

Taxonomia



**Tecnologias de detecção/neutralização**



**Tipos de Plataforma**



**Análises: artigos e patentes**

Panorama mundial

Por taxonomia



**Consolidação dos resultados: tendências em Anti-SARP**



**Conclusão**

# SUMÁRIO





# CONSOLIDAÇÃO E TENDÊNCIAS EM ANTI-SARP

## DETECÇÃO

### CURTO PRAZO

#### PATENTES CONCEDIDAS

- Rádio frequência (18)
- Radar (9)
- Vídeo (8)
- Óptica (telemetria laser) (4)
- Eletromagnética (4)
- Acústica (4)

### MÉDIO PRAZO

#### PATENTES DEPOSITADAS

- Rádio frequência (49)
- Radar (41)
- Vídeo (24)
- Óptica (telemetria laser) (13)
- Eletromagnética (8)
- Acústica (3)

### LONGO PRAZO

#### ARTIGOS

- **Algoritmo de detecção (112)**
- Radar (59)
- Vídeo (56)
- Rádio frequência (38)
- **Acústica (24)**
- Óptica (telemetria laser) (24)
- Eletromagnética (22)
- **Geofencing (3)**



# CONSOLIDAÇÃO E TENDÊNCIAS EM ANTI-SARP

## NEUTRALIZAÇÃO/DESTRUIÇÃO

### CURTO PRAZO

#### PATENTES CONCEDIDAS

- Acústica (41)
- Jamming (18)
- Rede (captura) (12)
- Eletromagnética (laser) (5)
- Fogos cinéticos (3)
- Spoofing (1)
- Balões (1)

### MÉDIO PRAZO

#### PATENTES DEPOSITADAS

- Jamming (50)
- Rede (captura) (26)
- **Spoofing (16)**
- Acústica (12)
- Eletromagnética (laser) (8)
- Fogos cinéticos (5)

### LONGO PRAZO

#### ARTIGOS

- Jamming (30)
- **Spoofing (24)**
- Acústica (23)
- Eletromagnética (laser) (20)
- Fogos cinéticos (9)
- **Balões (8)**
- Rede (captura) (3)



# CONSOLIDAÇÃO E TENDÊNCIAS EM ANTI-SARP

## PLATAFORMAS

### CURTO PRAZO

#### PATENTES CONCEDIDAS

- Terrestre (89)
- UAV (19)
- Arma portátil (3)
- Munição lançadora de rede (3)

### MÉDIO PRAZO

#### PATENTES DEPOSITADAS

- Terrestre (53)
- Munição lançadora de rede (21)
- UAV (20)
- Arma portátil (14)
- **Veículo (7)**

### LONGO PRAZO

#### ARTIGOS

- Foco nas tecnologias
- Plataforma: sem especificação



# CONSOLIDAÇÃO E TENDÊNCIAS EM ANTI-SARP

## TECNOLOGIAS PORTADORAS DE FUTURO

### CURTO PRAZO

#### PATENTES CONCEDIDAS

- Cibernética (2)
- IA (1)
- Laser (detecção de arma) (1)
- Big data (1)

### MÉDIO PRAZO

#### PATENTES DEPOSITADAS

- IA (3)
- **5G (3)**
- Inteligência de enxames (2)
- Laser (detecção de arma) (2)
- Cibernética (2)
- Fusão de dados (2)
- Deep learning (1)
- Internet das coisas (1)
- **RDS (1)**
- Big data (1)

### LONGO PRAZO

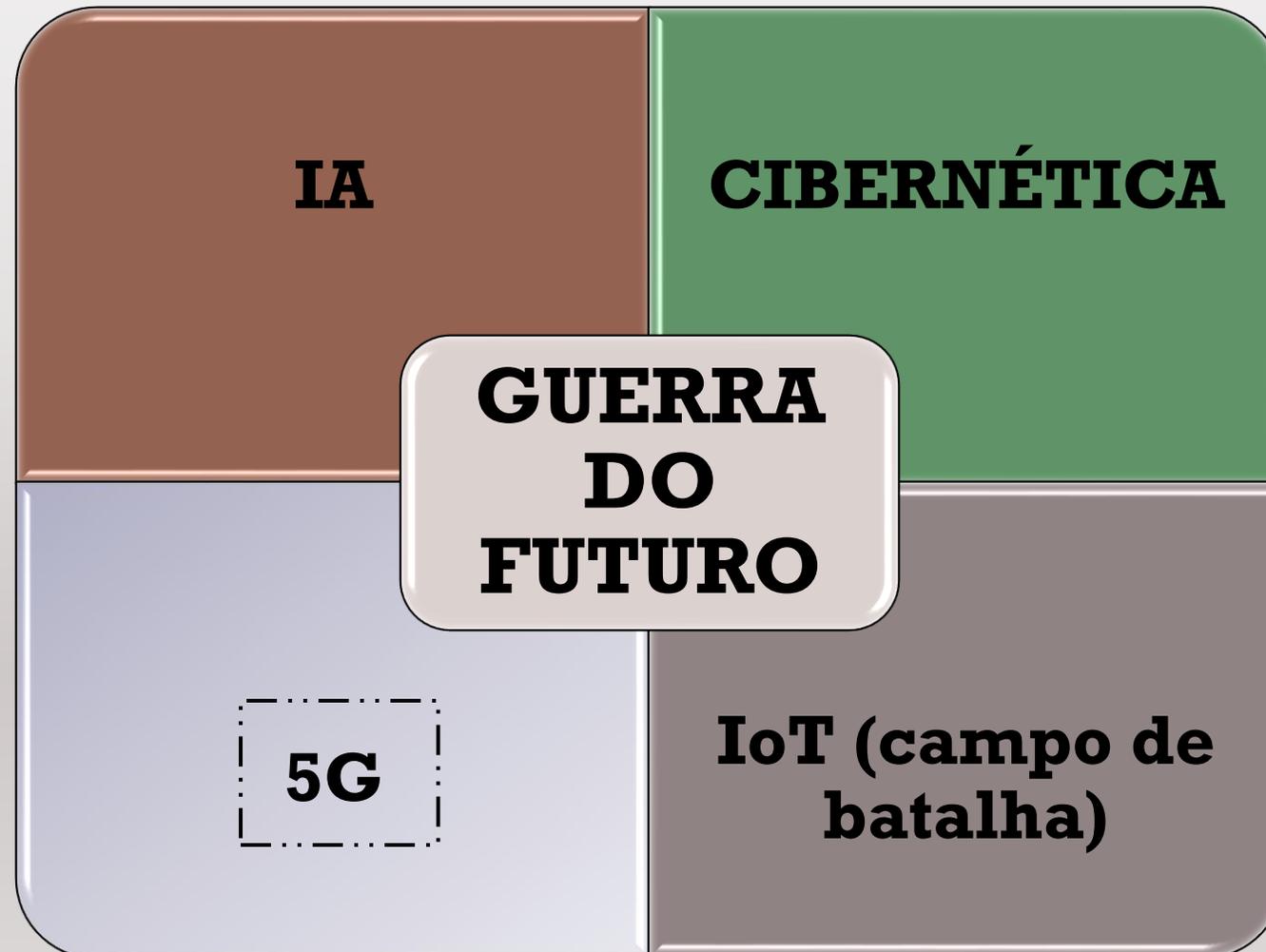
#### ARTIGOS

- **Inteligência de enxames (39)**
- IA (36)
- **Deep learning (24)**
- Laser (detecção de arma) (20)
- **Aprendizado de máquinas (20)**
- Cibernética (11)
- Fusão de dados (6)
- Internet das coisas (4)



# CONSOLIDAÇÃO E TENDÊNCIAS EM ANTI-SARP

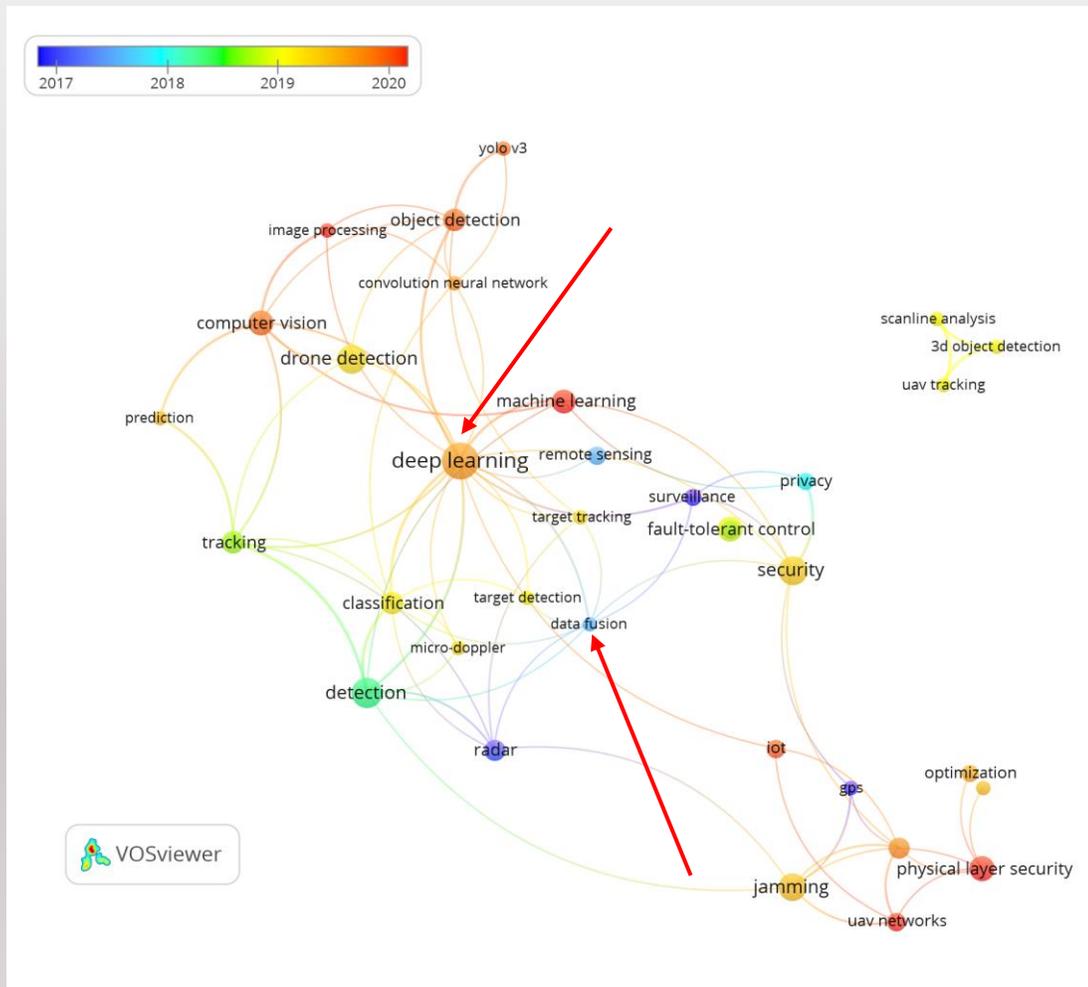
## TECNOLOGIAS PORTADORAS DE FUTURO





# CONSOLIDAÇÃO E TENDÊNCIAS EM ANTI-SARP

## ANÁLISE PALAVRAS-CHAVE



Palavras-chave mais relevantes

DEEP  
LEARNING

FUSÃO DE  
DADOS





**Escopo/Objetivos**



**Panorama sobre ANTI-SARP**

Definições, mercado, sistemas e produtos,  
evolução



**Metodologia**

Roadmap tecnológico  
Taxonomia



**Tecnologias de detecção/neutralização**



**Tipos de Plataforma**



**Análises: artigos e patentes**

Panorama mundial  
Por taxonomia



**Consolidação dos resultados: tendências em Anti-SARP**



**Conclusão**

# SUMÁRIO





# CONCLUSÃO

## DETECÇÃO

- Curto/médio prazo: Rádio frequência, Radar, Vídeo, Óptica (telemetria laser), Eletromagnética, Acústica
- Médio/longo prazo: Algoritmo de detecção, Acústica, Geofencing

## NEUTRALIZAÇÃO/DESTRUIÇÃO

- Curto/médio prazo: Jamming, Rede (captura), Acústica, Eletromagnética (laser), Fogos cinéticos
- Médio/longo prazo: Jamming, Spoofing, Eletromag., Acústica, Balões

## PLATAFORMAS

- Terrestre, UAV, Munição lançadora de rede, Arma Portátil, Veículo

## TENDÊNCIAS FUTURAS

- IA, Cibernética, Laser, Big data, 5G, RDS, IoT, Deep learning, Fusão de dados, Aprendizado de máquina





# CONCLUSÃO

## DOMÍNIO MUNDIAL:

CHINA: + patentes

EUA e Europa: + produtos

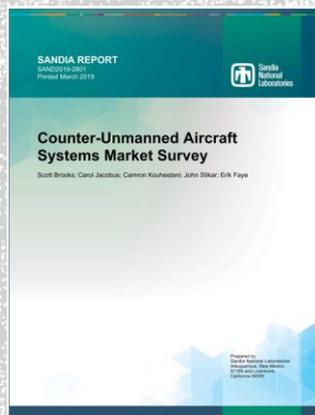
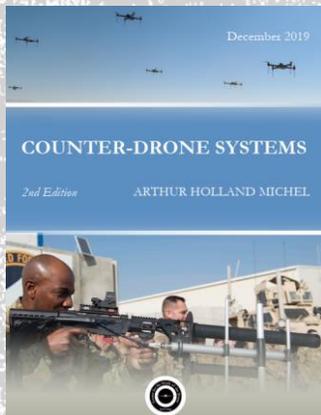
RÚSSIA ?

## AMÉRICA LATINA:

terreno fértil para investimentos em  
Anti-SARP



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- **BROOKS, S.H. Counter Unmanned Aircraft Systems Market Survey (UUR).** Sandia National Lab. (SNL-NM), Albuquerque, Novo México (Estados Unidos), 2019. Disponível em: <<https://www.osti.gov/biblio/1761916>>.
- **KANG, H. et al. Protect your sky: A survey of counter unmanned aerial vehicle systems.** **IEEE Access**, v. 8, p. 168671-168710, 2020.
- **MICHEL, A.H. Counter-drone systems, 1 ed.** Center for the Study of the Drone at Bard College, 2018. Disponível em: <<https://dronecenter.bard.edu/projects/counter-drone-systems-project/counter-drone-systems/>>.
- **MICHEL, A.H. Counter-drone systems, 2 ed.** Center for the Study of the Drone at Bard College, 2019. Disponível em: <<https://dronecenter.bard.edu/files/2019/12/CSD-CUAS-2nd-Edition-Web.pdf>>
- **PATEL, B.; RIZER, D. Counter-Unmanned Aircraft Systems Technology Guide.** National Urban Security Technology Laboratory, Nova Iorque, Estados Unidos, 2019. Disponível em: <<https://www.dhs.gov/publication/st-c-uas-technology-guide>>.
- **WANG, J.; LIU, Y.; SONG, H. Counter-Unmanned Aircraft System (s)(C-UAS): State of the Art, Challenges, and Future Trends.** **IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine**, v. 36, n. 3, p. 4-29, 2021.

# II SIMPÓSIO DE DEFESA ANTI SARP – 02 jul 2021

## Prospecção Tecnológica: tendências e visão de futuro em sistemas Anti-SARP

Maj Ricardo Wagner

[ricardowagner.guimaraes@eb.mil.br](mailto:ricardowagner.guimaraes@eb.mil.br)

Cap Lígia

[ligia.fernandes@eb.mil.br](mailto:ligia.fernandes@eb.mil.br)

Cap Fernanda

[fernanda.castello@eb.mil.br](mailto:fernanda.castello@eb.mil.br)

# OBRIGADA!



**Seção de Informações Tecnológicas**

**(21) 2410-6412**

