



**IEEE
ComSoc™**
IEEE Communications Society

SSPI

A Evolução de AI e o Futuro das Comunicações via Satélite

Waldo Russo

UNION Engenharia de Telemática

IEEE COMSOC Rio de Janeiro Chapter Chairman

waldo.russo@union.eng.br – warusso@ieee.org

UNION
engenharia de telemática

30 de novembro de 2023



SUMÁRIO 1

1. INTRODUÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA DAS TELECOMUNICAÇÕES VIA SATÉLITE E A CRESCENTE ADOÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (AI) EM VÁRIAS INDÚSTRIAS.

2. CONCEITOS BÁSICOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

2.1 DEFINIÇÃO DE AI, ML, DL, REDES NEURAIIS;

2.2 TIPOS DE APRENDIZADO SUPERVISIONADO, NÃO SUPERVISIONADO, AUTO APRENDIZADO

2.2 EVOLUÇÃO DE AI: ANI, AGI, ASI

3. APLICAÇÕES DA AI NAS TELECOMUNICAÇÕES VIA SATÉLITE

1. APRESENTE DIVERSAS APLICAÇÕES PRÁTICAS DE AI NAS TELECOMUNICAÇÕES VIA SATÉLITE, COMO:

1. OTIMIZAÇÃO DE BANDA LARGA VIA SATÉLITE

2. MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO PREDITIVA DE SATÉLITES

3. ANÁLISE DE GRANDES VOLUMES DE DADOS COLETADOS POR SATÉLITES

4. MELHORIA NA SELEÇÃO DE FREQUÊNCIAS E ROTEAMENTO DE TRÁFEGO

5. AUMENTO DA SEGURANÇA E PROTEÇÃO CONTRA ATAQUES CIBERNÉTICOS



Rio de Janeiro Chapter

**IEEE
ComSoc™**
IEEE Communications Society

II SSPI DAY de 2023

UNION
engenharia de telemática

SUMÁRIO 2

4. IMPACTO DA AI NO SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES VIA SATÉLITE

1. PRINCIPAIS IMPACTOS DA AI NAS TELECOMUNICAÇÕES VIA SATÉLITE, COMO:

- 1.1 AUMENTO DA EFICIÊNCIA E QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE COMUNICAÇÃO
- 1.2 REDUÇÃO DE CUSTOS OPERACIONAIS
- 1.3 MELHORIA NA CAPACIDADE DE PREVER E RESPONDER A FALHAS E INTERRUPÇÕES NO SERVIÇO
- 1.4 DESENVOLVIMENTO DE NOVOS SERVIÇOS E PRODUTOS INOVADORES
- 1.5 EXPANSÃO DAS CAPACIDADES DE COMUNICAÇÃO DE SATÉLITE PARA ÁREAS RURAIS E REMOTAS

5. DESAFIOS E CONSIDERAÇÕES

DESAFIOS E CONSIDERAÇÕES ÉTICAS E LEGAIS RELACIONADOS AO USO DA AI NAS TELECOMUNICAÇÕES VIA SATÉLITE: PRIVACIDADE, SEGURANÇA E CONFIABILIDADE DOS DADOS.

6. CONCLUSÃO

- 1. BREVE RECAPITULAÇÃO DOS PONTOS PRINCIPAIS DISCUTIDOS.
- 2. POTENCIAL CONTÍNUO DA AI PARA TRANSFORMAR E MELHORAR AS TELECOMUNICAÇÕES VIA SATÉLITE.
- 3. PERGUNTAS E DISCUSSÕES ADICIONAIS.



INTRODUÇÃO

- A IMPORTÂNCIA DE COMUNICAÇÕES VIA SATÉLITE
 - NÃO PRECISO FALAR SOBRE ISSO...
- AI CADA VEZ MAIS PRESENTE EM ... TUDO
 - "A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL É SEMPRE PREFERÍVEL À ESTUPIDEZ NATURAL."
(HANS MATTHOËFER, FORMER EX-MINISTRO FEDERAL DA ALEMANHA)
- EM COMUNICAÇÕES VIA SATÉLITE SEU USO É FUNDAMENTAL
 - SISTEMAS SATÉLITE HÍBRIDOS MULTI-ÓRBITA,
 - REDES NTN HÍBRIDAS INTEGRADAS COM REDES TERRESTRES
 - DEZENAS DE CONSTELAÇÕES LEO COM MILHARES DE SATÉLITES
 - TECNOLOGIAS SD-WAN, NFV, FATIAMENTO DE REDES, ETC (TECNOLOGIAS HABILITADORAS)



Rio de Janeiro Chapter



1956 - 1987 — Sistemas Especialistas

A Promessa

"Em 20 anos, as máquinas serão capazes de fazer qualquer trabalho que um homem possa fazer".

Herbert Simon

1956 - Dartmouth Workshop



1945 - ENIAC

Final dos anos 80 - Grande Queda nos investimentos em IA



1997 - Deep Blue



2011 - Siri / Watson



Uso predominante de IA de IA em Direito Transacional



1990 - 2005 - eDiscovery é criado e impulsiona técnicas IA



2012 - 2017 —DeepLearning e AlphaGo

Nov 2022 - ChatGPT captura a imaginação do mundo



2018 - Lançamento das LLM's BERT e GPT-1

1672 - Contador Escalonado (Stepped Reckoner) de Leibniz



Rio de Janeiro Chapter



II SSPI DAY de 2023



HISTÓRICO DE AI 2022 - 2024

2022



GPT-3.5 introduzido.
Uma ferramenta revolucionária para conversas automatizadas

2026



AGI (Inteligência Artificial Geral) refere-se a um conceito completamente hipotético por enquanto. Porém alguns relatórios iniciais afirmam que o **GPT-5** alcançará o nível geral de inteligência que poderia ser considerado como as primeiras tentativas de AGI.



Rio de Janeiro Chapter

O QUE É AGI?



Criatividade

Pensamento Abstrato

**INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL
GERAL**

Conhecimento de Base
ou Conhecimento Prévio

Aprendizado por
Transferência

Compreensão de causa
e efeito

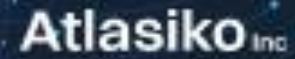
Seguir o senso comum na
Tomada de decisões



Rio de Janeiro Chapter



II SSPI DAY de 2023



3 TIPOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Artificial Narrow Intelligence (ANI)



Estágio 1

Aprendizado de Máquina

Artificial General Intelligence (AGI)



Estágio 2

Inteligência de Máquina

Artificial Super Intelligence (ASI)



Estágio 3

Consciência de Máquina





AI (OU ANI) VS AGI – AQUI MORA O PERIGO...

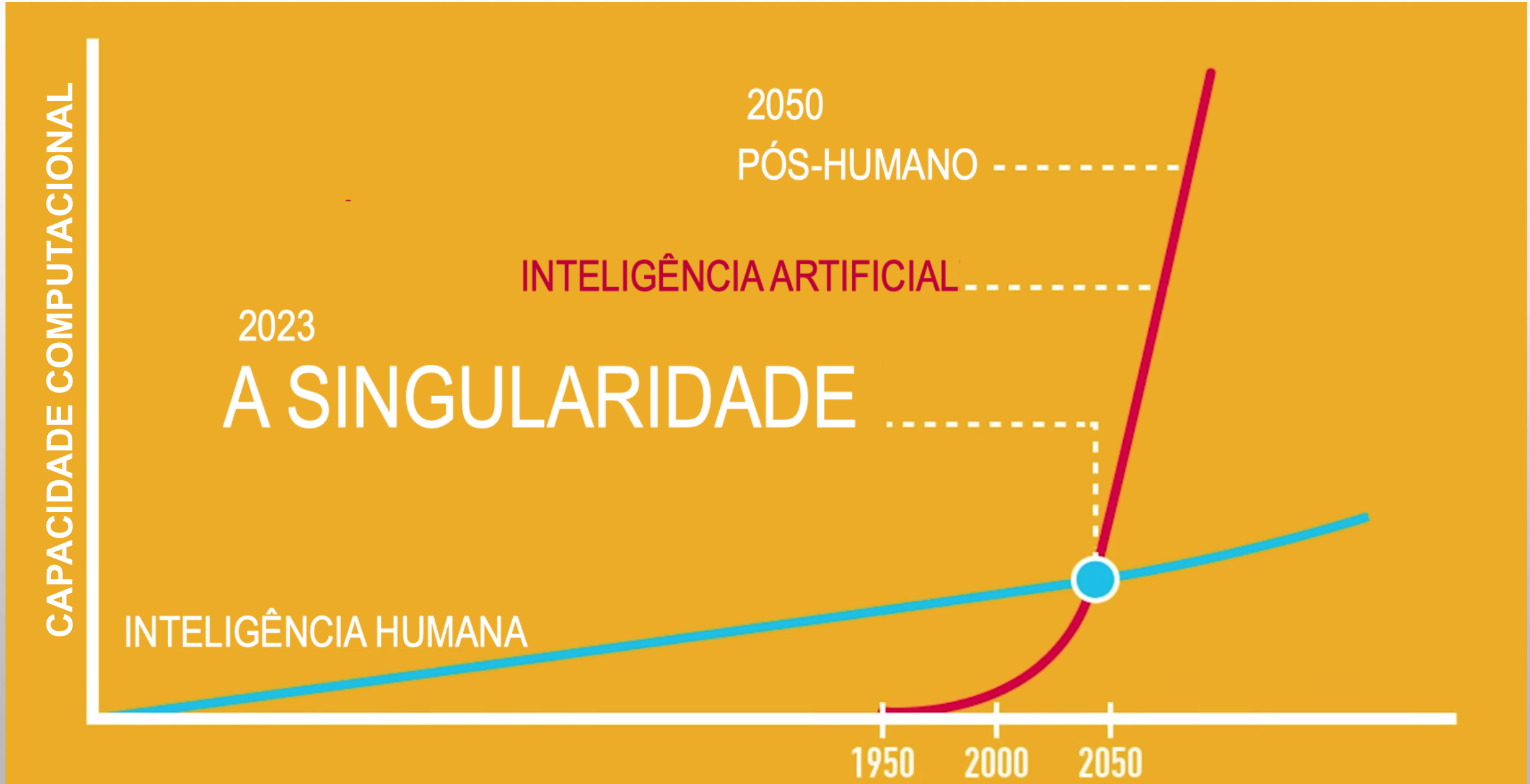
Inteligência Artificial (AI)		Inteligência Artificial Geral (AGI)
Imita a inteligência humana para tarefas específicas	DEFINIÇÃO	Compreende, aprende e aplica o conhecimento como um ser humano em diversas tarefas.
Aprende e aprimora-se em uma tarefa específica.	APRENDIZADO	Aprende e aprimora-se em qualquer tarefa
Restrito, focado em tarefas individuais	ESCOPO	Amplio, capaz de realizar qualquer tarefa intelectual que um ser humano possa realizar.
Limitada, geralmente necessita de intervenção humana.	AUTONOMIA	Plena, capaz de realizar qualquer tarefa intelectual que um ser humano possa realizar.
Siri, Alexa, Assistente Google, carros autônomos	EXEMPLOS	A Inteligência Artificial Geral ainda é um conceito teórico, sem exemplos concretos até o momento.



Rio de Janeiro Chapter



II SSPI DAY de 2023





Rio de Janeiro Chapter

**IEEE
ComSoc™**
IEEE Communications Society

II SSPI DAY de 2023

UNION
engenharia de telemática

PRINCIPAIS TÉCNICAS DE AI / ML

- **Aprendizagem supervisionada:** Algoritmos que aprendem de dados rotulados para prever e classificar novos insumos.
- **Aprendizagem não supervisionada:** Algoritmos que descobrem padrões ocultos em dados não rotulados sem intervenção humana.
- **Aprendizagem semi-supervisionada:** Uma combinação de aprendizagem supervisionada e não supervisionada que utiliza uma pequena quantidade de dados rotulados e uma grande quantidade de dados não rotulados para aprendizado.
- **Aprendizagem por reforço:** Uma técnica em que um agente interage com um ambiente para aprender o comportamento ótimo por tentativa e erro.
- **Redes neurais:** Modelos de AI inspirados no cérebro humano, capazes de aprender de grandes quantidades de dados e extrair padrões complexos.
- **Redes neurais convolucionais (CNNs):** Redes neurais especializadas projetadas para analisar imagens visuais.
- **Redes neurais recorrentes (RNNs):** Redes neurais aptas a processar dados sequenciais e temporais, como séries temporais, áudio e texto.
- **Aprendizagem profunda:** Um subcampo da AI que utiliza modelos computacionais multicamadas para aprender representações complexas de dados.



Rio de Janeiro Chapter

**IEEE
ComSoc™**
IEEE Communications Society

II SSPI DAY de 2023

UNION
engenharia de telemática

O QUE É AI? PRINCIPAIS CONCLUSÕES

1. Os modelos de AI combinam grandes conjuntos de dados com algoritmos de processamento poder de computação rápido para automatizar tarefas, obter insights, fazer previsões e muito mais.
2. O aprendizado de máquina é o processo de usar modelos matemáticos para ajudar os computadores a aprender sem instruções diretas; Os algoritmos de ML podem detectar padrões, antecipar o que acontecerá a seguir e fornece recomendações.
3. A AI está sendo cada vez mais utilizada em todos os setores — telecomunicações, marketing, serviços financeiros, manufatura, saúde, P&D e entretenimento — para casos de uso, incluindo análise de dados, análise preditiva e suporte ao cliente, entre muitos outros.
4. O primeiro programa de computador de AI surgiu em 1955. Nas décadas seguintes, o desenvolvimento cresceu e diminuiu até o lançamento do ChatGPT em 2022, que iniciou uma nova fase altamente ativa.
5. Existem várias preocupações com o novo desenvolvimento de alta velocidade da AGI, incluindo medos de preconceito, problemas de segurança e preocupações de que a AI substituirá os trabalhadores humanos.

FUNÇÕES DE ML

EXISTEM DIVERSAS, AS PRINCIPAIS SÃO:

- **DESCRITIVO:** EXPLICAR O QUE E POR QUE ALGO ACONTECEU.
- **PREDITIVO:** PREVER O QUE É PROVÁVEL QUE ACONTEÇA.
- **PRESCRITIVO:** FAZER SUGESTÕES SOBRE AÇÕES FUTURAS. A ML ESSENCIALMENTE PERMITE QUE OS COMPUTADORES APRENDAM A SE TREINAR ENQUANTO DESEMPENHAM ESSAS FUNÇÕES.
- **TIPOS DIFERENTES DE APRENDIZADO DE MÁQUINA**
- EXISTEM QUATRO TIPOS BÁSICOS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA. INCLUEM APRENDIZADO SUPERVISIONADO, APRENDIZADO SEMI-SUPERVISIONADO, APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO E APRENDIZADO POR REFORÇO COM FEEDBACK HUMANO.



II SSPI DAY de 2023

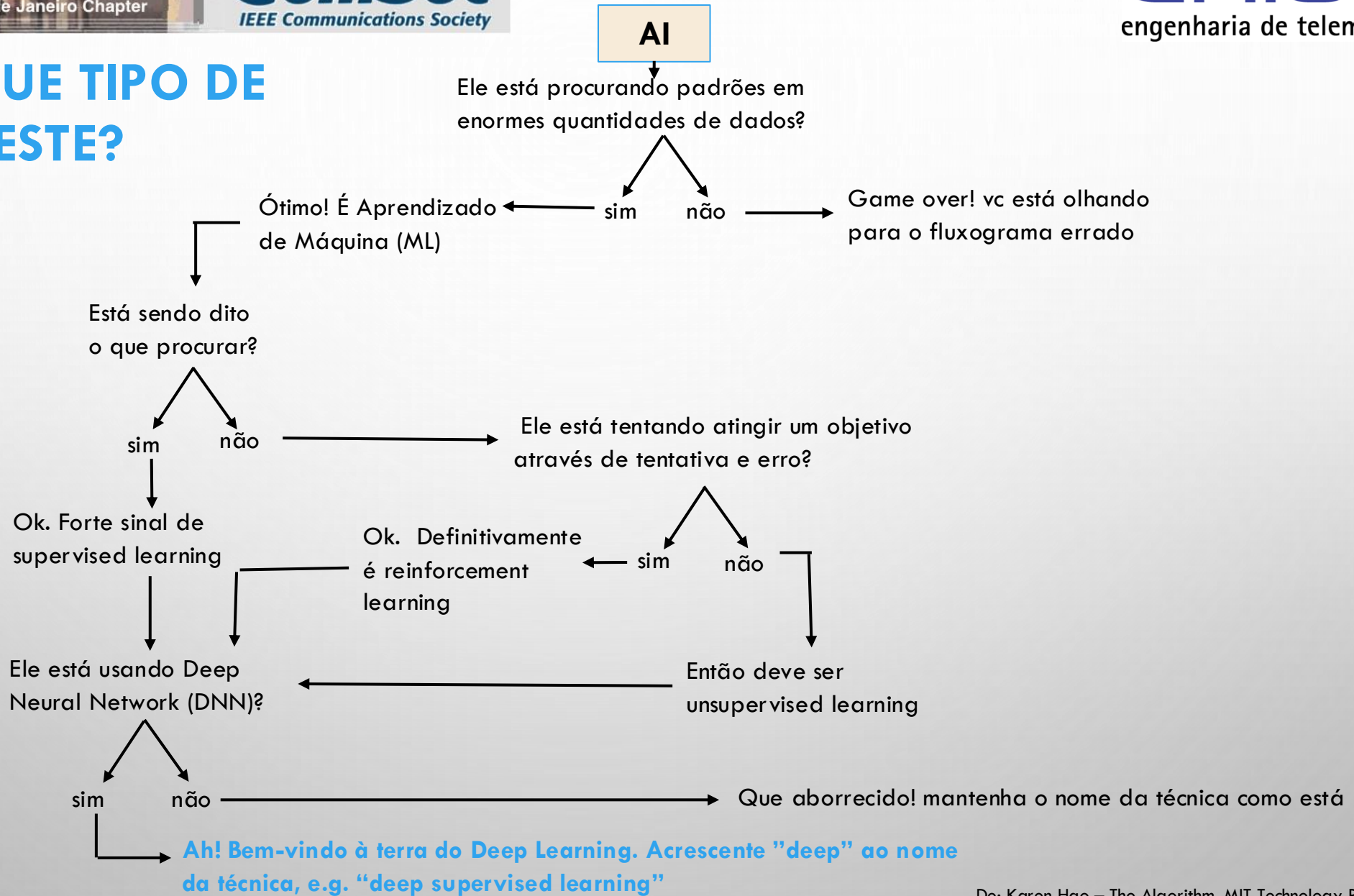


PRINCIPAIS CONCLUSÕES SOBRE APRENDIZADO DE MÁQUINA (ML)

- 1. O ML é um subcampo da AI** em que modelos algorítmicos treinados em conjuntos de dados complexos podem se adaptar e melhorar com o tempo, imitando assim o comportamento de aprendizado humano.
- 2. O aprendizado profundo (DL) é um tipo especializado de ML** que tenta imitar o cérebro humano por meio de entradas de dados, pesos e vieses para identificar, classificar e descrever objetos nos dados.
- 3. Alguns dos casos de uso comercial mais comuns para ML** incluem mecanismos de recomendação, cibersegurança (incluindo filtragem de spam), reconhecimento de voz e comandos de voz e análise preditiva.
- 4. Construir modelos de ML é um processo complexo**, mas começa com a estratégia, pois os cientistas de dados precisam primeiro identificar o caso de uso comercial do modelo.
- 5. Embora o ML tenha percorrido um longo caminho** desde que foi usado para criar um jogo de damas na década de 1950, **ainda existem desafios que o campo precisa superar**, incluindo a precisão do modelo, eliminando o viés dos dados, abordando preocupações de privacidade e responsabilidade.



RESUMO: QUE TIPO DE ML É ESTE?





Rio de Janeiro Chapter

IA EM TELECOM

Aprendizado de Máquina

Inteligência Artificial



Impulsionado por enormes quantidades de dados gerenciados pela ciência de dados.

Impulsionado por fatos e conhecimentos gerenciados pela logica.

Source: Ericsson

APLICAÇÕES IMPACTADAS PELA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL



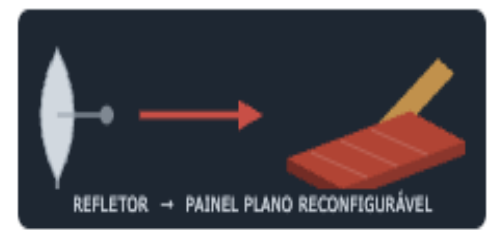


Rio de Janeiro Chapter

IA como Catalisador da Próxima Geração de Antenas SATCOM

Do apontamento eletrônico às metassuperfícies holográficas — projetando o que antes era inviável

A migração do refletor parabólico para antenas planas reconfiguráveis — **phased arrays**, **superfícies de impedância digitalizadas** e **antenas holográficas** — criou um espaço de projeto vasto e altamente não linear, exatamente onde a IA gera maior valor.



1 Projeto inverso e generativo
Otimização do padrão de interferência de hologramas e da matriz de células de metamaterial. A IA deriva a geometria diretamente do diagrama de radiação desejado, eliminando o projeto manual de tentativa-e-erro.

2 Modelos substitutos de EM
Redes neurais substituem simulações *full-wave* custosas, acelerando em ordens de magnitude a busca no compromisso **tamanho x peso x desempenho x custo**.

3 Conformação e rastreo de feixe em tempo real
Controle adaptativo de phased arrays e redes de alimentação (ex.: Rotman lens, lançadores de onda de superfície) para *tracking* do satélite em COTM, com **calibração e correção** dinâmica de fase.

4 Síntese de padrão e supressão de lóbulos laterais
Mitigação, via aprendizado, das degradações típicas: lóbulos secundários, banda limitada de metamateriais e flutuação de ganho ao longo do ângulo de varredura.



A IA não substitui a física — ela a amplifica, transformando os principais limitadores (banda, pureza de polarização, eficiência de apontamento e configuração do feixe) em variáveis tratáveis de otimização.



Rio de Janeiro Chapter

**IEEE
ComSoc™**
IEEE Communications Society

II SSPI DAY de 2023

UNION
engenharia de telemática

AI EM VHTS

- **Satélites VHTs usam bandas Q/V.** As condições atmosféricas atenuam fortemente as bandas W para comunicações e essas bandas. A **previsão das condições atmosféricas** é necessária para a operação desses satélites.
- **Algoritmos de ML como *Random Forest (RF)* e *gradient boosting* podem ser empregados com o objetivo de prever atenuação excessiva** após um período de tempo específico. (e.g., Enquanto RF foi usado, os valores de erro RMS para a atenuação foram 0,2, 0,37 e 0,4 dB para previsão de 1 s, previsão de 1 minuto sem chuva e previsão de 1 minuto com chuva.)
- tais satélites têm **demandas crescentes e alto tráfego.** O tráfego será não uniforme e de conectividade dinâmica. Portanto, será necessário **alocação dinâmica de banda e potência** associada a cada feixe emitido pelo satélite.



AI NA COLETA DE DADOS

- Sistemas de satélite são projetados para **coletar dados para aplicações científicas e de telemetria.**
- Os métodos atuais de processamento de dados são **ineficientes**, pois exigem que todos os dados sejam **transmitidos para a Terra antes do processamento.**
- O **processamento embarcado (OBP)** usando **aprendizado de máquina (ML)** e **aprendizado profundo (DL)** pode **melhorar a eficiência e reduzir a latência.**
- A **teoria dos jogos** pode ser usada para **treinar modelos de ML** para prever e otimizar comportamento de satélites (conceito de **consciência situacional espacial - SSA**).
- O **GAN (Generative Adversarial Network)** condicional de rede neural residual (**ResGAN**) pode ser usado para aumentar os dados de comportamento do **RSO (Resident space object)** e melhorar o desempenho **dos modelos 3D-CNN (Rede Neural Convolutacional Tridimensional).**

“IA não significa big data e análises – são entradas para um sistema inteligente, mas não são IA, e na verdade não são o que os operadores precisam.”

Jay Perrett, diretor de tecnologia, Aria Networks



Rio de Janeiro Chapter

**IEEE
ComSoc™**
IEEE Communications Society

II SSPI DAY de 2023

UNION
engenharia de telemática

AI EM COMUNICAÇÕES ÓTICAS

- **Comunicação ótica** utiliza luz para transferir dados e já é utilizada em sistemas de satélite.
- **Multiplexação por Divisão de Frequência Espectralmente Eficiente (SEFDM)** é uma forma de onda não ortogonal utilizada em comunicações óticas.
 - **Redes neurais profundas (DNNs)** podem ser usadas para mitigar interferência entre portadoras em sistemas SEFDM.
- **Comunicações quânticas** foram sugeridas para sistemas óticos de comunicação para lidar com flutuações de desempenho.
- **Computação por reservatório fotônico (RC)** pode ser usada para **mitigar distorções em sinais de comunicação ótica**.
 - O RC pode melhorar a taxa de erro de bits (BER) em duas ordens de magnitude e aumentar a distância de comunicação em mais de 75%.



Rio de Janeiro Chapter

**IEEE
ComSoc™**
IEEE Communications Society

II SSPI DAY de 2023

UNION
engenharia de telemática

IA EM COMUNICAÇÕES NO ESPAÇO PROFUNDO

- **Sistemas de comunicação via satélite são cruciais para missões espaciais** e fornecem capacidades de transmissão de dados.
- **Sistemas de comunicação via satélite empregam dois métodos:** comunicação direta de satélite para estação base e comunicação via satélites de retransmissão .
- **Futuros programas espaciais estão explorando comunicações ópticas** para aumentar as velocidades de transmissão de dados.
- **Técnicas de coexistência espectral** são propostas para otimizar o uso da frequência e acomodar múltiplos links de comunicação.
- **Aprendizado de máquina (ML)** pode mitigar os efeitos da carga superficial sobre satélites.
- **Redes Definidas por Software (SDN) e Virtualização de Funções de Rede (NFV)** melhoram a programabilidade e flexibilidade da rede.
- **Estratégias de roteamento baseadas em aprendizado profundo (DL)** otimizam o fluxo de tráfego e reduzem o congestionamento em SDWNs.



II SSPI DAY de 2023



IA NA COEXISTÊNCIA ESPECTRAL E DE SISTEMAS

- **A coexistência espectral e do sistema é proposta como solução para a disponibilidade limitada de frequências de comunicação.**
- **Essa abordagem permitiria que múltiplos links de comunicação fossem estabelecidos nas mesmas faixas de frequência.**
- **A carga de superfície pode danificar os satélites** e fazer com que percam contato por rádio com o solo.
- **Zhang et al. (1991) investigaram os efeitos da carga superficial**, o comportamento dos elétrons do plasma e o efeito fotoelétrico.
- **Eles desenvolveram um sistema físico para imitar o efeito fotoelétrico e calcularam a frequência limiar.**
- **Aprendizado de máquina (ML) pode ser usado para prever os efeitos da carga superficial e mitigar seu impacto nos satélites.**



Rio de Janeiro Chapter

**IEEE
ComSoc™**
IEEE Communications Society

II SSPI DAY de 2023

UNION
engenharia de telemática

AI EM SDN E NFV

- **A Rede Definida por Software (SDN) separa o plano de controle da rede do plano de encaminhamento**, possibilitando programabilidade, virtualização e automação da rede.
- **Estratégias de roteamento baseadas em aprendizado profundo (DL) podem mitigar o congestionamento de tráfego** e melhorar o desempenho do roteamento em Redes Sem Fio Definidas por Software (SDWNs).
- **Atribuições Parciais de Canal Sobreposto (POCA) baseadas em DL podem alocar efetivamente canais em redes SDN-IoT.**
- **A Virtualização de Funções de Rede (NFV) utiliza máquinas virtuais para executar funções de rede**, melhorando a flexibilidade e a eficiência da rede.
- **O gerenciamento inteligente de roteamento baseado em DL pode otimizar o desempenho do roteamento e reduzir a sobrecarga de sinal.**
- **SDN e NFV para gestão global de recursos em Satélites de Muito Alto Rendimento (VHTS) podem maximizar a utilização de recursos e satisfazer os requisitos de QoS.**



Rio de Janeiro Chapter

**IEEE
ComSoc™**
IEEE Communications Society

II SSPI DAY de 2023

UNION
engenharia de telemática

IA EM CACHE POR SATÉLITE

- **IoT via satélite e sistemas de satélite de borda** criaram a **necessidade de pré-coleta de dados** usados regularmente.
- **O cache via satélite é uma solução eficaz para reduzir o backhaul nas comunicações via satélite.**
- **Redes de entrega de conteúdo (CDNs)** foram construídas para fornecer conteúdo aos usuários finais com alto desempenho por meio do edge cache.
- **O cache de borda envolve aproximar o conteúdo dos usuários finais** dos dispositivos e armazenar ativamente em cache conteúdos populares.
- **O cache de infraestrutura requer um data center implantado no nível da estação base (BS)** para armazenamento de dados, enquanto o cache sem infraestrutura ocorre no nível do dispositivo.
- Os sistemas de satélite oferecem ampla cobertura, alta taxa de transferência e modos de multicast e broadcast, tornando-os bem adequados para **edge caching assistido por satélite.**
- **Satélites híbridos com feixes reconfiguráveis e um sistema integrado satélite-terrestre** podem aprimorar ainda mais o cache de borda assistido por satélite.
- **Algoritmos de aprendizado não supervisionado, DL e otimização** podem ser usados para melhorar o desempenho do cache de borda assistido por satélite.
- **O aprendizado de similaridade** pode ser aplicado ao cache D2D para melhorar a satisfação do usuário.



Rio de Janeiro Chapter

**IEEE
ComSoc™**
IEEE Communications Society

II SSPI DAY de 2023

UNION
engenharia de telemática

AI EM MIMO MASSIVO

mMIMO (múltiplas entradas e múltiplas saídas em massa) é uma tecnologia promissora para comunicação sem fio global usando satélites LEO.

A informação de estado do canal (CSI) é crucial para otimizar o desempenho MIMO, mas é difícil de obter devido à mobilidade do satélite.

A predição de CSI baseada em aprendizado profundo (DL) pode prever efetivamente estados futuros do canal e melhorar o desempenho do sistema.

O DelFin, um sistema baseado em DL para identificação por impressão digital de CSI, pode alcançar alta precisão de localização em ambientes internos.

MIMO potencializado por DL e modulação baseada em DL são técnicas promissoras para aprimorar esquemas MIMO e de modulação.

Rádios cognitivos (CRs) podem detectar canais de comunicação não utilizados e melhorar a utilização do espectro.

CRs baseados em DBN (Redes de Crença Profunda) podem classificar efetivamente agentes de usuário e melhorar a precisão da detecção de espectro.

A detecção de espectro baseada em DL utilizando modelos CNN de rede residual pode alcançar alta precisão de classificação para detecção de sinais.



Rio de Janeiro Chapter



II SSPI DAY de 2023



AI EM RÁDIO COGNITIVO

- **Rádios cognitivos (CRs)** são capazes de identificar canais de comunicação não utilizados, aumentando assim a eficiência do espectro.
- **Quando combinadas com técnicas de IA**, os CRs podem melhorar a alocação de espectro e a detecção nas comunicações via satélite.
- **Os CRs baseados em DBN (Redes de Crença Profunda)** classificam eficientemente usuários licenciados e determinam estratégias adequadas de detecção de espectro.
- **A detecção de espectro baseada em aprendizado profundo utilizando modelos CNN** em rede residual alcança alta precisão na classificação de sinais.
- **Modelos de CNN** em rede residual conseguem distinguir sinais de ruído de forma confiável, mesmo em meio a interferência de ruído colorido.
- **O aprendizado por transferência** aumenta ainda mais a eficácia dos modelos de aprendizado profundo para a percepção de espectro.

AI EM APRENDIZADO FEDERADO (FEDERATED LEARNING)

- **Aprendizado federado (FL)** é uma abordagem descentralizada de aprendizado de máquina onde múltiplos dispositivos treinam e compartilham colaborativamente um modelo global usando diferentes modelos locais.
- **FL oferece várias vantagens**, incluindo **redução na transferência de dados e melhor desempenho do modelo**.
- No entanto, a FL também **enfrenta desafios**, como **heterogeneidade dos dispositivos, gargalos de comunicação e preocupações com segurança e privacidade**.
- **FL assíncrona, novos algoritmos FL, algoritmos robustos de agregação, poda diferencial (*Differential pruning*) e poda profunda de rede (*Deep net pruning*)** podem ajudar a enfrentar alguns desses desafios.

A FL é uma tecnologia nova e promissora com potencial de aplicações em vários domínios, incluindo teclados móveis e redes 6G.



AI EM POSICIONAMENTO E NAVEGAÇÃO EM AMBIENTES INTERNOS

- O **posicionamento em ambientes internos** é uma tarefa desafiadora para sistemas de satélite devido à atenuação do sinal e à interferência.
- **Diversas técnicas têm sido propostas** para o posicionamento em ambientes internos, incluindo **sensores inerciais, sinais UWB e sistemas baseados em luz.**
- Os **GNSS (Sistemas Globais de Navegação por Satélite)** também podem ser utilizados para posicionamento em ambientes internos com receptores de alta sensibilidade.
- Arquiteturas de **pseudolite, repetidor e repealite** são utilizadas para posicionamento GNSS em ambientes internos.
 - Os **pseudolites** podem alcançar uma **precisão de até 1 m**, mas possuem limitações.
- **Grin-Locks são um novo conceito de posicionamento absoluto utilizando GNSS** com medições de fase da portadora.
 - O Grin-Locks **utiliza duas antenas separadas por um comprimento de onda e um sistema receptor de radar invertido.**
 - Os resultados de simulação mostram que o **Grin-Locks é sensível aos níveis de ruído e que a precisão aumenta com o comprimento de onda.**



Rio de Janeiro Chapter

APLICAÇÕES DE IA EM TELECOM – RESUMO 1

Análise

Automação

Negócios	Análise de margem Previsão de demanda	Design de serviço multidomínio Otimização de capacidade
	Modelos de previsão de falhas Análise de causa raiz Falhas de pior caso Previsões de capacidade Detecção de anomalias	Design de rotas baseado em políticas Automação robótica de processos Redes autorreparáveis
Cliente	Previsão de cancelamento (churn) Detecção de fraude	Chatbots Marketing proativo

Big data

Modelagem de negócios

Processamento de linguagem natural

Mecanização

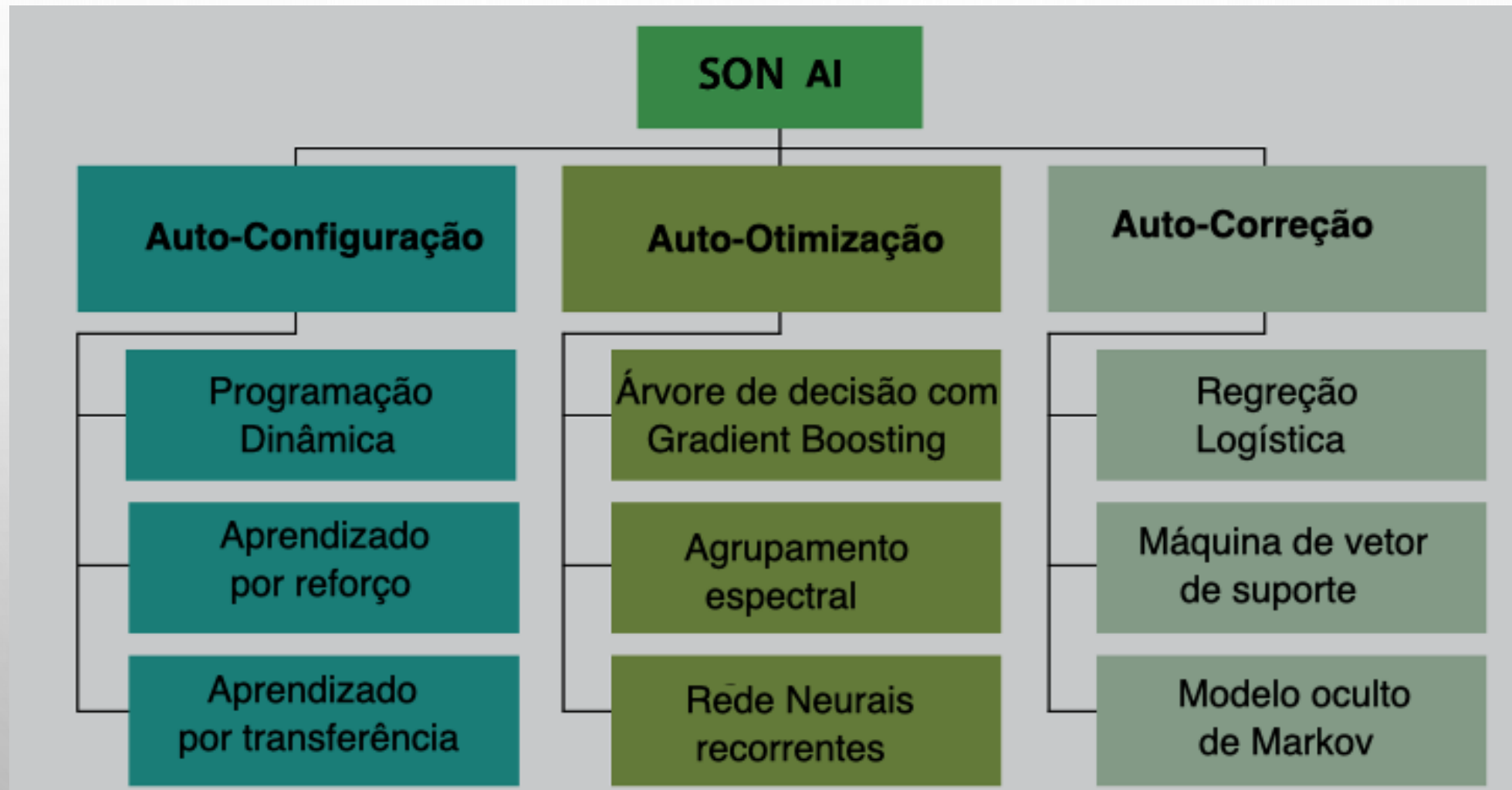
Simulação

Fonte: Aria Networks



Rio de Janeiro Chapter

APLICAÇÕES DE IA EM TELECOM – RESUMO 2



Source: IHS Markit

(*) Self-Organising Networks ou Redes Auto-Organizáveis

APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (AI) PARA DIFERENTES ASPECTOS DE COMUNICAÇÕES VIA SATÉLITE – RESUMO 3





II SSPI DAY de 2023

UNION
engenharia de telemática

DESAFIOS E CONSIDERAÇÕES

Integrar a IA ao ecossistema de telecomunicações promete avanços significativos em eficiência de rede, personalização de serviços e experiência do usuário. No entanto, implementar IA de forma eficaz também apresenta vários desafios e considerações:

- **Desafios técnicos**
 - Qualidade dos Dados e Viés
 - Explicabilidade e transparência do modelo
 - Segurança e robustez
 - Integração com sistemas existentes
 - Interoperabilidade e padronização
- **Considerações Éticas e Sociais**
 - Deslocamento de empregos e requalificação
 - Justiça e discriminação algorítmica
 - Privacidade e proteção de dados
 - Acessibilidade e divisão digital
 - Regulamentação e supervisão
- **Considerações Adicionais**
 - Construindo confiança e aceitação pública
 - Aprendizado contínuo e melhoria
 - Colaboração e compartilhamento de conhecimento



Rio de Janeiro Chapter

**IEEE
ComSoc™**
IEEE Communications Society

II SSPI DAY de 2023

UNION
engenharia de telemática

CONCLUSÕES

Principais objetivos de P&D em IA:

Imagine a IA não como uma concorrente, mas como uma colaboradora. Imagine uma IA que amplifica as capacidades humanas e abre caminho para um futuro mais promissor para todos.

As aplicações de IA em Satcom devem aumentar significativamente a eficiência nas seguintes áreas (entre outras):

- Projetos de sistemas espaciais (tempo de desenvolvimento, precisão, hardware especial, conformidade ESG, custos);
- Uso do espectro e consumo de energia;
- Adaptação rápida às demandas dos clientes, aproveitando as cargas úteis flexíveis em implementação;
- Procedimentos de teste, execução e análise de resultados, reduzindo tempos de inatividade e possibilitando manutenção preditiva, permitindo reparos oportunos antes que falhas ocorram.