# A Revolução da Inteligência Artificial nas Telecomunicações

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPII
Inatel em Redes 5G e 6G

Inatel

# xGMobile - Centro de Competência EMBRAPII Inatel em Redes 5G e 6G

O Centro de Competência, localizado no Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL), é um modelo inédito no Brasil, destinado a impulsionar o desenvolvimento de tecnologias avançadas com elevado potencial para o mercado. A iniciativa posicionará o Brasil entre as principais nações inovadoras do mundo.

Formado por um grupo de pesquisa credenciado em uma área temática específica, o Centro foi desenvolvido para enfrentar desafios e questões de elevada complexidade que tenham impacto social e econômico. Além disso, conta com infraestrutura moderna e uma equipe com competência e experiência comprovadas na área de atuação.

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPII
Inatel em Redes 5G e 6G

Inatel

# Índice

1. Introdução.....1

2. Automação e Otimização de Redes com IA.....3

3. GenAI e Experiência do Usuário: Interações Inteligentes e Personalizadas.....7

4. Segurança e a Infraestrutura para IA .....11

5. Conclusão .....15

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPII
Inatel em Redes 5G e 6G

Inatel

# 1. Introdução

A edição de 2025 do Mobile World Congress (MWC) consolidou a Inteligência Artificial (IA) como a grande protagonista da transformação digital no setor de telecomunicações. Em um cenário onde a conectividade evolui rumo às redes 6G e a demanda por experiências personalizadas, seguras e sustentáveis cresce exponencialmente, a IA surge não apenas como uma aliada, mas como o núcleo estratégico das decisões dos operadores globais.

Uma das principais evidências dessa mudança pode ser observada na priorização dos temas discutidos entre os principais operadores durante o evento. A Figura 1 ilustra claramente como IA e serviços business-to-business (B2B) dominaram o foco dos participantes, ocupando as duas primeiras posições no ranking de atenção, seguidos por tópicos diretamente relacionados, como redes 5G e 6G, aplicações em borda e nuvem, e Application Programming Interfaces (APIs).

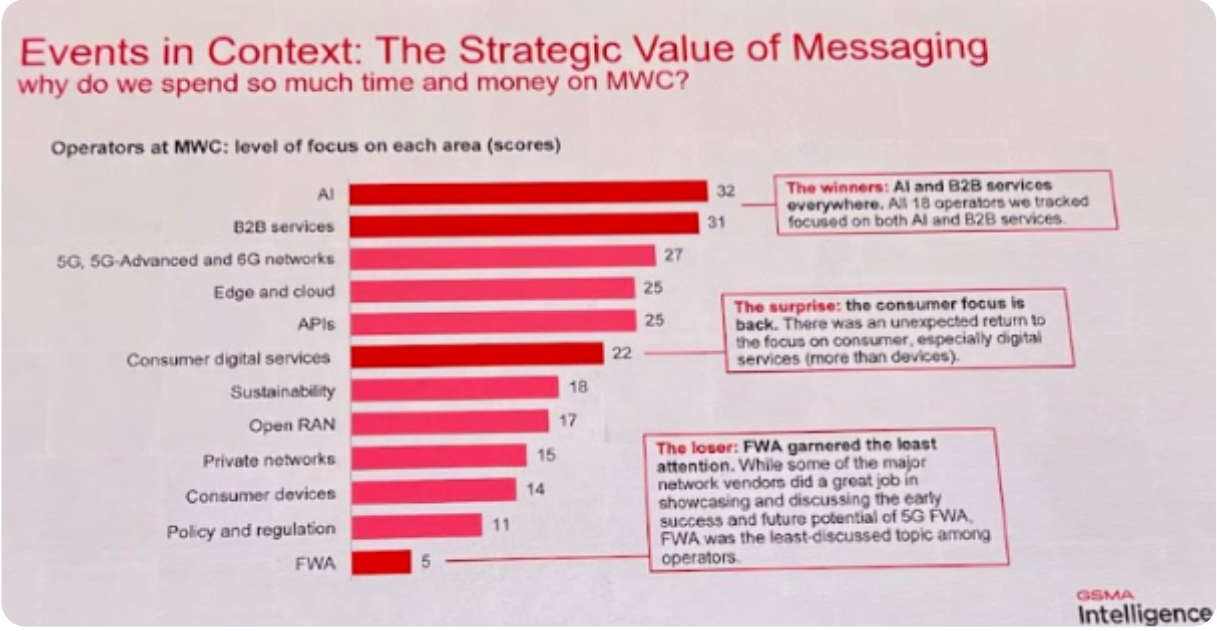



**Figura 1.** IA foi o tema mais destacado pelos operadores no MWC 2025, seguida por serviços B2B e evolução das redes móveis.

Essa forte ênfase na IA se traduz em uma ampla gama de aplicações práticas, cobrindo desde o atendimento ao cliente até a otimização de redes e o desenvolvimento de produtos mais inteligentes. A Figura 2 sintetiza as principais aplicações da IA discutidas durante o congresso, que estão sendo aplicadas estrategicamente por operadoras, fornecedores e provedores de tecnologia.

# 2. Automação e Otimização de Redes com IA

À medida que cresce a complexidade das operações de rede e aumentam as exigências por qualidade de serviço, eficiência energética e sustentabilidade, a automação inteligente desponta como uma estratégia essencial para garantir infraestruturas mais resilientes, responsivas e econômicas. Este foi um dos temas centrais do MWC 2025, onde a aplicação da IA na automação e otimização das redes ocupou papel de destaque.

Neste capítulo, são apresentados os principais insights compartilhados durante o evento, revelando como a IA vem sendo utilizada de forma estratégica, da borda ao núcleo da rede, para impulsionar ganhos significativos em eficiência operacional, otimização do consumo de energia e melhoria da experiência do usuário.

A RAN está no cerne da transformação das redes móveis. O conceito de AI-RAN refere-se à incorporação de algoritmos avançados de IA e aprendizado de máquina diretamente nos elementos da infraestrutura de acesso, permitindo decisões autônomas, otimização contínua e capacidade adaptativa em tempo real. A Figura 3 ilustra uma arquitetura AI-RAN voltada para redes 6G, composta por três camadas tecnológicas fundamentais:

- Transmissão Inteligente de Rádio: uso de redes neurais para estimativa e predição do canal, supressão de ruído, detecção de anomalias e feedback Channel State Information (CSI) otimizado com capacidade de redução de ruído. O beam management também é assistido por IA promovendo alocação inteligente de feixes de sinal.

- Gerenciamento Inteligente de Acesso Rádio: com foco em otimização de conexão celular, alavancando algoritmos preditivos baseados em IA para antecipar mudanças no ambiente de rádio e ajustar parâmetros de forma proativa.

- Acesso Inteligente na Borda: utilização de modelos de redes neurais para posicionamento baseado em IA e aplicação de gêmeos digitais no gerenciamento de interferências, possibilitando a simulação de condições de rede e a antecipação de comportamentos antes de sua ocorrência real.

Com destaque para soluções como atendentes virtuais, IA Generativa (GenAI) para responder a solicitações de propostas (RFPs, Request for Proposals), redução do consumo energético, aumento da capacidade de rede e IA embarcada em dispositivos, o cenário evidencia a presença da IA em todas as camadas do ecossistema digital, do core da infraestrutura até a experiência final do usuário.

**Figura 2.** Principais aplicações da IA: melhor atendimento ao cliente, operação mais eficiente e desenvolvimento de produtos inovadores.

Além disso, a ascensão de abordagens como IA aplicada a Rede de Acesso Rádio (AI-RAN) e IA distribuída demonstram o amadurecimento do uso da IA na arquitetura de redes, enquanto a GenAI vem sendo usada para automatizar processos e criar interações personalizadas. Tudo isso aponta para um futuro no qual a automação, a segurança e a sustentabilidade serão sustentadas por capacidades cognitivas inteligentes integradas aos sistemas de telecomunicações.

Diante desse cenário, este white paper tem como objetivo sintetizar as principais tendências observadas no MWC 2025 relacionadas ao uso da IA nas telecomunicações, destacando seu papel estratégico na transformação das redes, dos serviços e da experiência do usuário.

A partir das discussões, demonstrações e casos apresentados durante o evento, o documento está estruturado para abordar três pilares fundamentais dessa revolução tecnológica:

- Automação e Otimização de Redes com IA;
- GenAI e Experiência do Usuário: Interações Inteligentes e Personalizadas;
- Segurança e a Infraestrutura para IA.

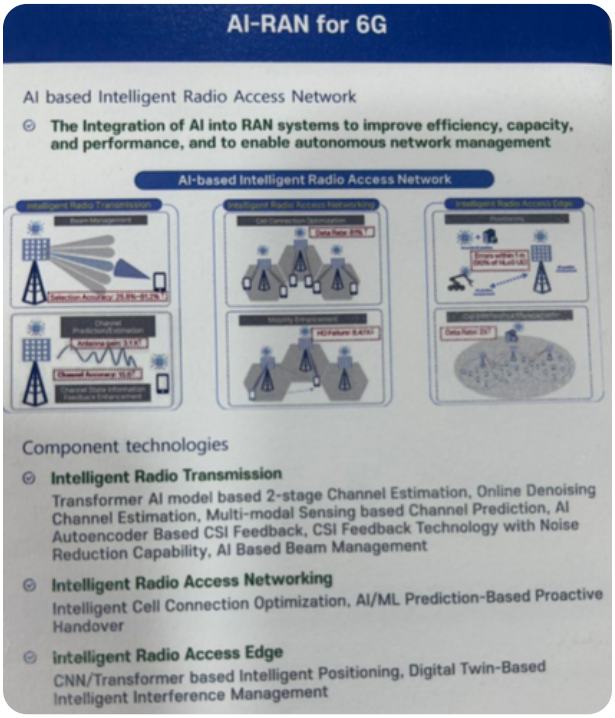



**Figura 3.** Arquitetura AI-RAN para redes 6G com automação e gestão inteligente de recursos.

Essa inteligência distribuída permite que a rede reconheça padrões de mobilidade, se adapte dinamicamente às flutuações de tráfego e mitigue interferências de forma proativa. Os resultados são ganhos expressivos em eficiência espectral, redução de latência e estabilidade de conexão, especialmente em cenários desafiadores como cidades densas, veículos autônomos e redes industriais. Com isso, um dos benefícios mais expressivos da aplicação de AI-RAN está na eficiência energética. Com o uso de algoritmos de IA e aprendizado de máquina, as operadoras são capazes de adotar práticas inteligentes como:

- Modos de hibernação avançados;
- Desligamento dinâmico de células durante períodos de baixa demanda;
- E ajuste proativo do consumo de energia com base em padrões de uso em tempo real.

A Figura 4 traz dados obtidos durante o MWC 2025 que evidenciam o impacto direto dessas práticas de automação energética.

**Figura 4.** Aplicações de IA e aprendizado máquina para economia de energia em sites de RAN e IA aplicada a FWA (Fonte: MWC 2025).

Entre os resultados, destacam-se:

- Aumento de 110% na duração média de hibernação das células;
- Economia anual de até 780 kWh por site;
- Mais de 1,5 milhão de ações de otimização automatizadas em um único mês.

Além da eficiência energética, a IA também mostrou ganhos de desempenho em cenários de 5G Fixed Wireless Access (FWA), onde a mobilidade entre células 4G e 5G é crítica. Com o uso de algoritmos agnósticos de ancoragem e redes neurais profundas (DNN – Deep Neural Networks), as redes FWA apresentaram:

- Melhora de até 45% nas velocidades de download;
- Aumento de até 35% nas taxas de upload;
- E cobertura mais estável mesmo em mobilidade.

Esses avanços refletem a capacidade da IA de otimizar recursos de rede de forma autônoma (zero-touch), mantendo a qualidade do serviço e reduzindo os custos operacionais, representando um passo decisivo rumo a redes verdadeiramente sustentáveis, inteligentes e autoajustáveis.

A transformação das redes com IA não se limita à RAN. O avanço da computação em borda (edge computing) e a convergência entre RAN e núcleo da rede (core) têm permitido que as capacidades de IA sejam estendidas até as camadas mais centrais da arquitetura, aproximando inteligência do tráfego e das aplicações.

A Figura 5 ilustra a proposta de um núcleo otimizado por IA na borda, integrando serviços de controle, roteamento e automação com baixa latência, a fim de suportar aplicações em tempo real e de missão crítica.

**Figura 5.** Arquitetura de núcleo móvel otimizado por IA na borda (Edge AI Optimized Mobile Core), com integração entre RAN e Core, serviços inteligentes e suporte a verticais industriais (Fonte: MWC 2025).

Essa arquitetura se apoia em três pilares principais:

- Convergência IA-Powered RAN-Core: ao aproximar o core da RAN com inteligência distribuída, a solução reduz significativamente a latência e permite decisões mais rápidas e localizadas, fundamentais para aplicações autônomas, de realidade aumentada e redes industriais.

- Sinalização e Handover Otimizados: com aprimoramentos nos canais e no handover, a mobilidade de dispositivos e veículos torna-se mais fluida, o que é essencial para cenários como robótica, logística e veículos conectados.

- Serviços Inteligentes com IA: o gerenciamento de recursos e a orquestração de serviços passam a ser realizados por meio de IA, garantindo escalabilidade e qualidade de serviço (QoS) para múltiplos perfis de aplicação, desde streaming até missões críticas.

A convergência entre IA, RAN, núcleo de rede e computação em borda está promovendo benefícios reais e mensuráveis para operadoras e usuários finais. No MWC 2025, foram demonstradas soluções que não apenas aumentam a eficiência das redes, mas também potencializam a experiência do usuário e viabilizam novos modelos de negócio. Entre os destaques, observa-se a aplicação de IA para proporcionar alto desempenho em termos de velocidade de download, upload e mobilidade, além da otimização do consumo energético em dispositivos, o que contribui para prolongar a autonomia de aparelhos móveis e sensores de Internet das coisas (IoT).

No campo dos serviços, soluções avançadas como o Enhanced RedCap ampliam o suporte a dispositivos de baixo custo, conciliando eficiência energética aprimorada com maior capacidade de conectividade para aplicações industriais e de IoT. Recursos de posicionamento preciso, com precisão submétrica, viabilizam aplicações sensíveis à localização em setores como logística, saúde e cidades inteligentes. Além disso, as redes passam a oferecer suporte robusto a serviços críticos, como segurança pública, transporte e energia, enquanto entregam experiências diferenciadas para aplicações em tempo real, como jogos, realidade estendida e vídeo interativo, tudo com baixa latência e qualidade de serviço garantida. O fatiamento dinâmico das redes móveis, por sua vez, permite personalizar e alocar recursos conforme o perfil de cada aplicação, ampliando a flexibilidade e a capacidade da infraestrutura.

## 3. GenAI e Experiência do Usuário: Interações Inteligentes e Personalizadas

A transformação das telecomunicações pela IA não se limita à infraestrutura de rede.

No MWC 2025, foi evidente o avanço da IA, especialmente da GenAI, na forma como as pessoas se conectam, interagem e vivenciam os serviços digitais. A GenAI é um ramo da IA capaz de criar novos conteúdos, como textos, imagens, sons ou códigos, a partir de dados existentes, simulando processos criativos e interativos de forma autônoma. A GenAI e outras soluções embarcadas estão redefinindo a experiência do usuário final, tornando-a mais fluida, responsiva e personalizada.

Um dos principais vetores de inovação observados foi o uso da GenAI para automação de interações em ambientes Business-to-Consumer (B2C) e B2B. As operadoras demonstraram como estão utilizando modelos generativos para responder RFPs de forma automática, gerar conteúdo personalizado para campanhas e melhorar o relacionamento com o cliente por meio de interfaces conversacionais cada vez mais naturais.

A Figura 6 mostra um exemplo dessa tendência: interações personalizadas com IA, exibidas por meio de interfaces multimodais que combinam fala, texto e visão computacional.

**Figura 6.** Atendimento inteligente com IA: interações em linguagem natural com assistentes digitais gerativos (Fonte: MWC 2025).

A presença de assistentes virtuais capazes de compreender, responder e traduzir em tempo real marcou diversos estandes do evento. Esses sistemas vão além de simples chatbots: usam GenAI para interpretar contexto, sentimentos e intenções do usuário.

Além disso, soluções de identidade digital com validação biométrica assistida por IA estão permitindo acessos mais seguros e fluidos a serviços móveis.

A combinação entre GenAI e identidade digital também é essencial para ambientes imersivos e aplicações sensíveis à segurança, como telessaúde, bancos digitais e redes privadas corporativas.

Outro destaque foi o avanço da IA embarcada diretamente em dispositivos do usuário, como smartphones, headsets de realidade aumentada e equipamentos industriais. Essas soluções permitem que a inteligência seja executada localmente, com baixa latência e sem dependência constante da nuvem, o que é essencial para privacidade, desempenho e economia de dados.

Na Figura 7, é possível ver usuários experimentando experiências de realidade imersiva alimentadas por IA, com aplicações voltadas para entretenimento, treinamento, colaboração remota e saúde.

**Figura 7.** IA embarcada em headsets para experiências em realidade estendida e interações em tempo real (Fonte: MWC 2025).

Também foi possível observar aplicações práticas para ambientes industriais e agrícolas, com uso de robôs e sensores de IoT inteligentes, conforme ilustrado na Figura 8.

**Figura 8.** Agricultura inteligente com IoT e robótica assistida por IA e visão computacional (Fonte: MWC 2025).

Essas aplicações demonstram o avanço da IA como ferramenta para automação, monitoramento e atuação em tempo real, promovendo ganhos de produtividade, precisão e sustentabilidade.

Um dos conceitos mais disruptivos apresentados no MWC foi o das interfaces cérebro-computador (BCI, Brain-Computer Interfaces). Empresas demonstraram dispositivos capazes de traduzir sinais neurais em comandos digitais, viabilizando o controle de aplicações com simples gestos, movimentos ou até intenções cerebrais. Esse tipo de tecnologia está abrindo caminho para uma nova geração de interações com dispositivos e serviços, especialmente para pessoas com limitações motoras, gamers, e usuários de realidade estendida.

Por fim, o uso de robôs com capacidade cognitiva e expressão emocional artificial também chamou atenção no evento. A Figura 9 ilustra um robô humanoide interativo que exemplifica a convergência entre hardware, IA e linguagem corporal na construção de experiências que extrapolam os limites tradicionais de atendimento automatizado.

O MWC 2025 deixou claro que a experiência do usuário está sendo profundamente ressignificada pela IA, especialmente pelas soluções baseadas em GenAI. Das interações por voz às simulações de redes, passando por realidade estendida, robôs e interfaces neurais, a IA se consolida como elo entre humanos e sistemas digitais, de forma cada vez mais natural, intuitiva, contextualizada e personalizada.

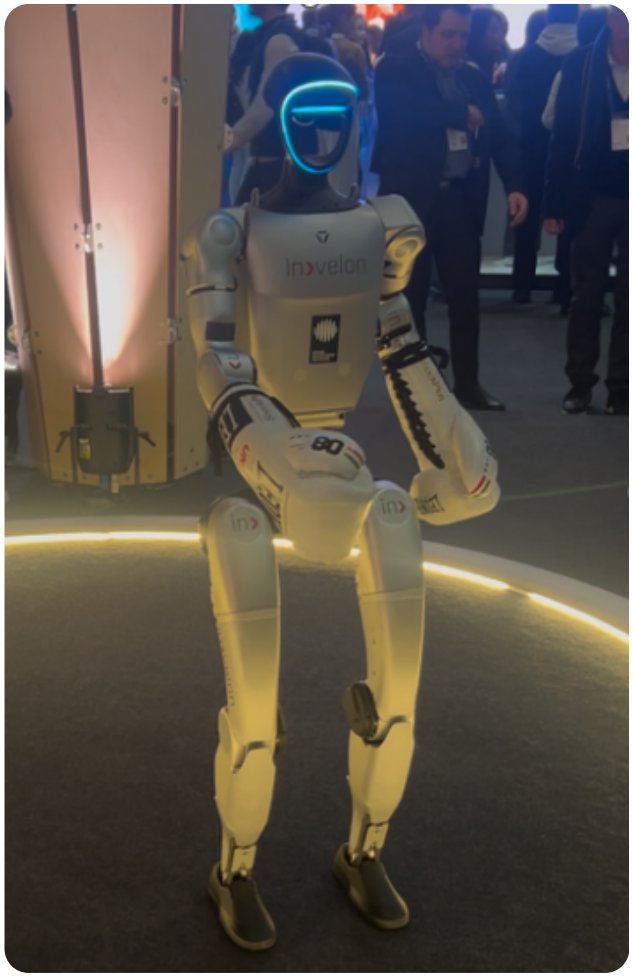



**Figura 9.** Robô humanóide com IA para interações sociais e assistivas (Fonte: MWC 2025).

# 4. Segurança e a Infraestrutura para IA

Com o crescimento exponencial das aplicações de IA nas redes e nos serviços digitais, surgem novos desafios em torno da segurança cibernética, da sustentabilidade operacional e da infraestrutura tecnológica necessária para suportar esse avanço. O MWC 2025 trouxe reflexões importantes sobre como preparar as redes e os sistemas para um futuro cada vez mais orientado por IA, sem abrir mão da confiança, da responsabilidade e da eficiência energética.

A segurança cibernética em redes inteligentes demanda abordagens mais proativas, automatizadas e orientadas por contexto. Com a crescente complexidade dos ambientes operacionais e a escalada de ameaças digitais, a GenAI vem assumindo um papel estratégico nas operações de segurança (SecOps), agregando inteligência aos processos de monitoramento, detecção e resposta.

A Figura 10 ilustra um modelo de operações de segurança baseadas em IA (AI-Powered Security Operations), no qual a GenAI é utilizada para reduzir a carga operacional das equipes de segurança, interpretar eventos de forma contextualizada, e criar elementos técnicos complexos, como regras de correlação e consultas de análise de incidentes.

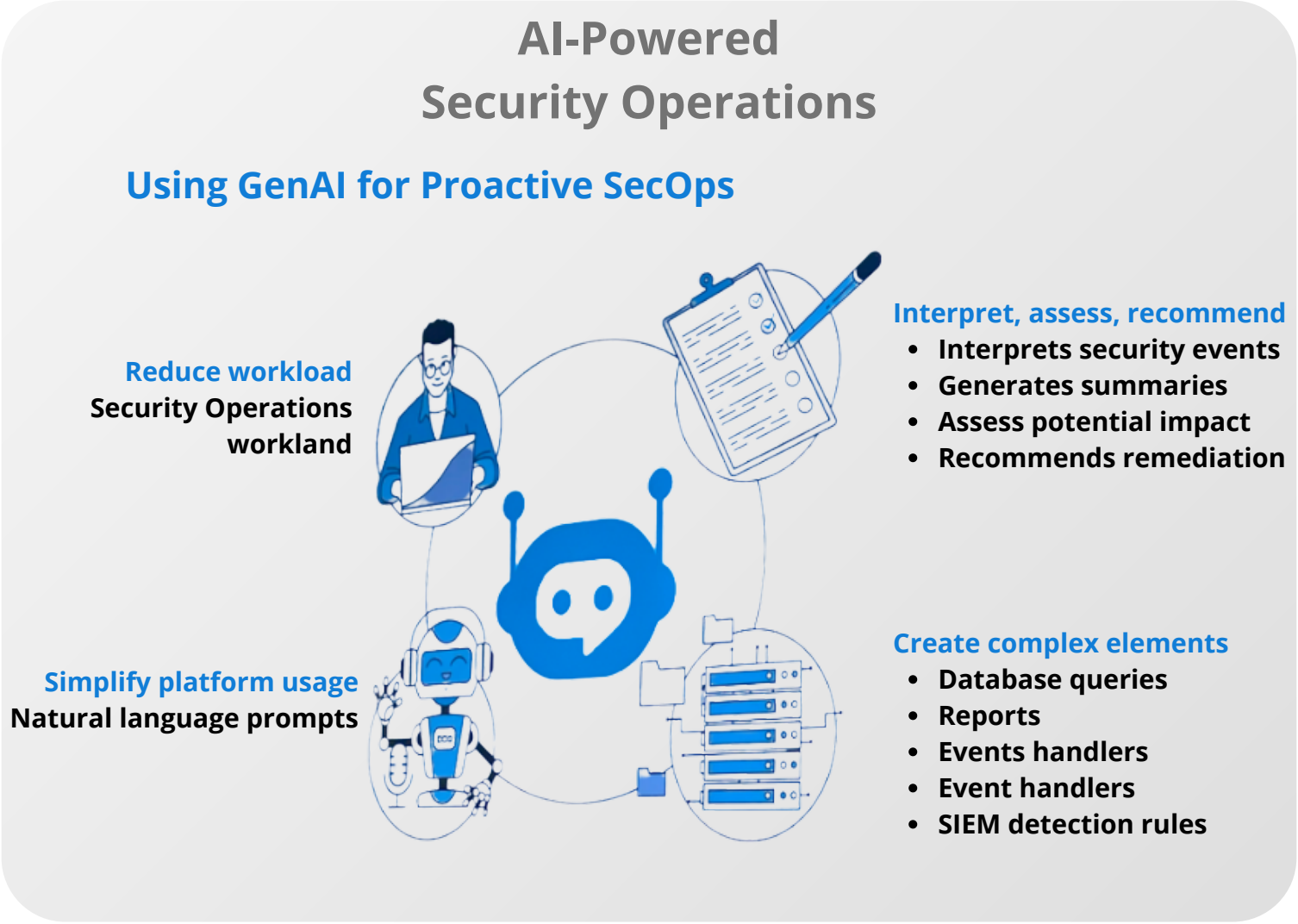



**Figura 10.** GenAI aplicada à segurança: análise proativa de eventos, automação de tarefas e recomendações de resposta (Fonte: MWC 2025).

O diagrama destaca quatro grandes blocos funcionais:

1. Redução da carga operacional (Reduce workload): tarefas rotineiras e repetitivas, como a análise preliminar de registros de sistema (logs), a correlação de alertas e a execução de respostas padronizadas, passam a ser delegadas à IA Generativa, liberando as equipes para se concentrarem na resolução de incidentes mais complexos e críticos.

2. Simplificação do uso da plataforma (Simplify platform usage): por meio de comandos em linguagem natural, analistas de segurança conseguem interagir com a plataforma de forma mais acessível, sem necessidade de comandos técnicos extensos. Isso democratiza o uso da plataforma e acelera a tomada de decisão.

3. Interpretação, análise e recomendação (*Interpret, assess, recommend*): a GenAI interpreta eventos de segurança, gera resumos automáticos de incidentes, avalia riscos e impactos potenciais, e sugere ações de remediação com base em padrões históricos e inteligência contextual.

4. Criação de elementos complexos (*Create complex elements*): o sistema é capaz de gerar consultas para banco de dados, relatórios de incidentes, manipuladores de eventos e regras específicas para sistemas de detecção e resposta (SIEM – *Security Information and Event Management*), acelerando a resposta a ameaças e aumentando a consistência da proteção.

Esse modelo representa uma evolução significativa em relação às abordagens tradicionais, posicionando a segurança como parte intrínseca do design da rede e dos serviços, ou seja, a chamada "segurança desde a concepção". Em redes orientadas por inteligência artificial, compostas por múltiplos nós de decisão e sistemas autônomos, essa integração de segurança desde a origem é essencial para assegurar a resiliência e a confiança do ecossistema.

A convergência entre GenAI, automação, linguagem natural e análise contextual oferece às equipes de segurança uma capacidade inédita de prevenir ataques antes que causem danos, transformando o paradigma da segurança de reativa para antecipativa.

Por outro lado, o avanço acelerado da IA impõe uma demanda crescente por infraestruturas computacionais de alto desempenho, capazes de lidar com cargas massivas de dados, algoritmos complexos e treinamento distribuído de modelos. Para atender a esse cenário, supercomputadores como o HPE Cray EX4000 se consolidam como pilares da nova geração de plataformas preparadas para IA.

A Figura 11 mostra uma das unidades modulares do Cray EX4000, apresentada durante o MWC 2025.

**Figura 11.** Supercomputador HPE CrayEX4000: arquitetura avançada com milhares de GPUs e CPUs, otimização térmica e compatibilidade com frameworks como PyTorch, TensorFlow e JAX (Fonte: MWC 2025).

O gabinete abriga diversos módulos verticais, onde estão alocadas unidades de processamento (CPUs e GPUs) altamente paralelizadas, organizadas em clusters interconectados por enlaces de altíssima velocidade. Projetado para workloads intensivos, o Cray EX4000 oferece uma combinação única de escalabilidade, desempenho computacional e eficiência energética. Entre suas principais características, destacam-se:

- O sistema oferece suporte massivo a GPUs e CPUs de última geração, com compatibilidade garantida para arquiteturas da NVIDIA, AMD e outras soluções especializadas em IA;

- Comunicação ultrarrápida entre nós computacionais, essencial para execução distribuída de grandes modelos e tarefas de inferência em tempo real;

- Compatibilidade com frameworks líderes de mercado, como PyTorch, TensorFlow e JAX, acelerando o ciclo de desenvolvimento e implantação de modelos;

- Otimização térmica e energética via refrigeração líquida, fundamental para reduzir o consumo em datacenters de alta densidade;

- Foco em sustentabilidade, com design que visa minimizar o impacto ambiental, viabilizando operações mais verdes.

A robustez dessa arquitetura viabiliza, por exemplo, o treinamento de modelos multimodais de GenAI, simulações avançadas para gêmeos digitais e inferência paralela em escala global. Esses equipamentos não apenas potencializam o desempenho, mas também oferecem a base necessária para redes cognitivas, orquestração inteligente de serviços e automação em tempo real, elementos essenciais para operadoras que desejam evoluir rumo a um ecossistema orientado por IA.

De forma complementar, as redes preparadas para IA não se limitam à alta capacidade de processamento; elas também precisam ser eficientes, adaptáveis e energeticamente sustentáveis. O uso de IA para monitoramento e otimização em tempo real permite que recursos sejam alocados dinamicamente, reduzindo o consumo em períodos de baixa demanda e evitando desperdícios. A IA não deve ser apenas uma ferramenta de performance, mas passa a ser um motor estratégico da sustentabilidade, ao ajudar operadoras a reduzir emissões de carbono e custos operacionais de forma mensurável.

# 5. Conclusão

O MWC 2025 mostrou como a evolução das telecomunicações tem sido impulsionado pela IA em todos os níveis da infraestrutura, dos serviços e da experiência do usuário. Mais do que uma tendência tecnológica, a IA se consolidou como um elemento estrutural e estratégico para operadoras, fornecedores e desenvolvedores de soluções digitais.

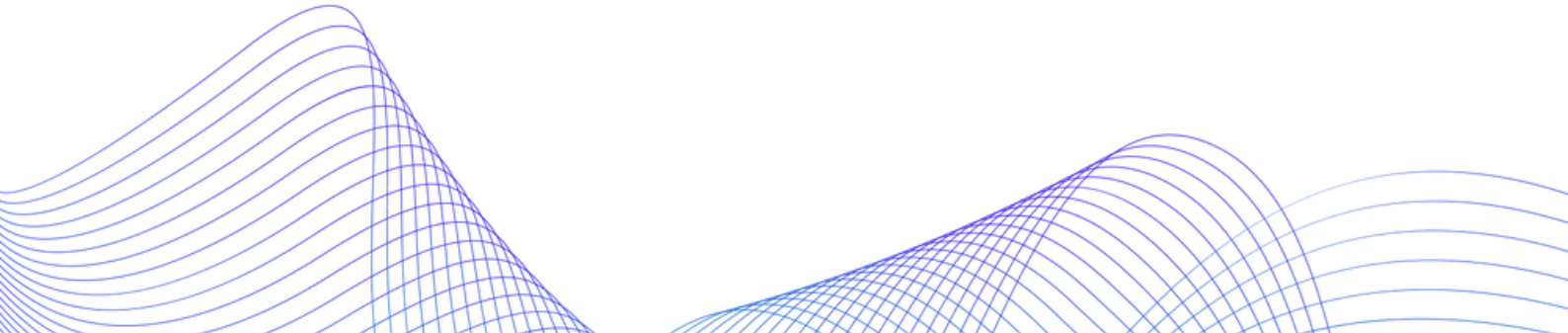
Ao longo deste white paper, exploramos como a IA está transformando redes em plataformas autônomas, inteligentes e energeticamente eficientes. Por meio do conceito de RAN orientada por IA (AI-RAN) e da convergência entre núcleo e borda com IA embarcada, evidenciou-se como as redes estão se tornando mais adaptativas, resilientes e sustentáveis. A IA não apenas melhora o desempenho, mas redefine a forma como as redes são operadas e como se relacionam com os usuários e serviços.

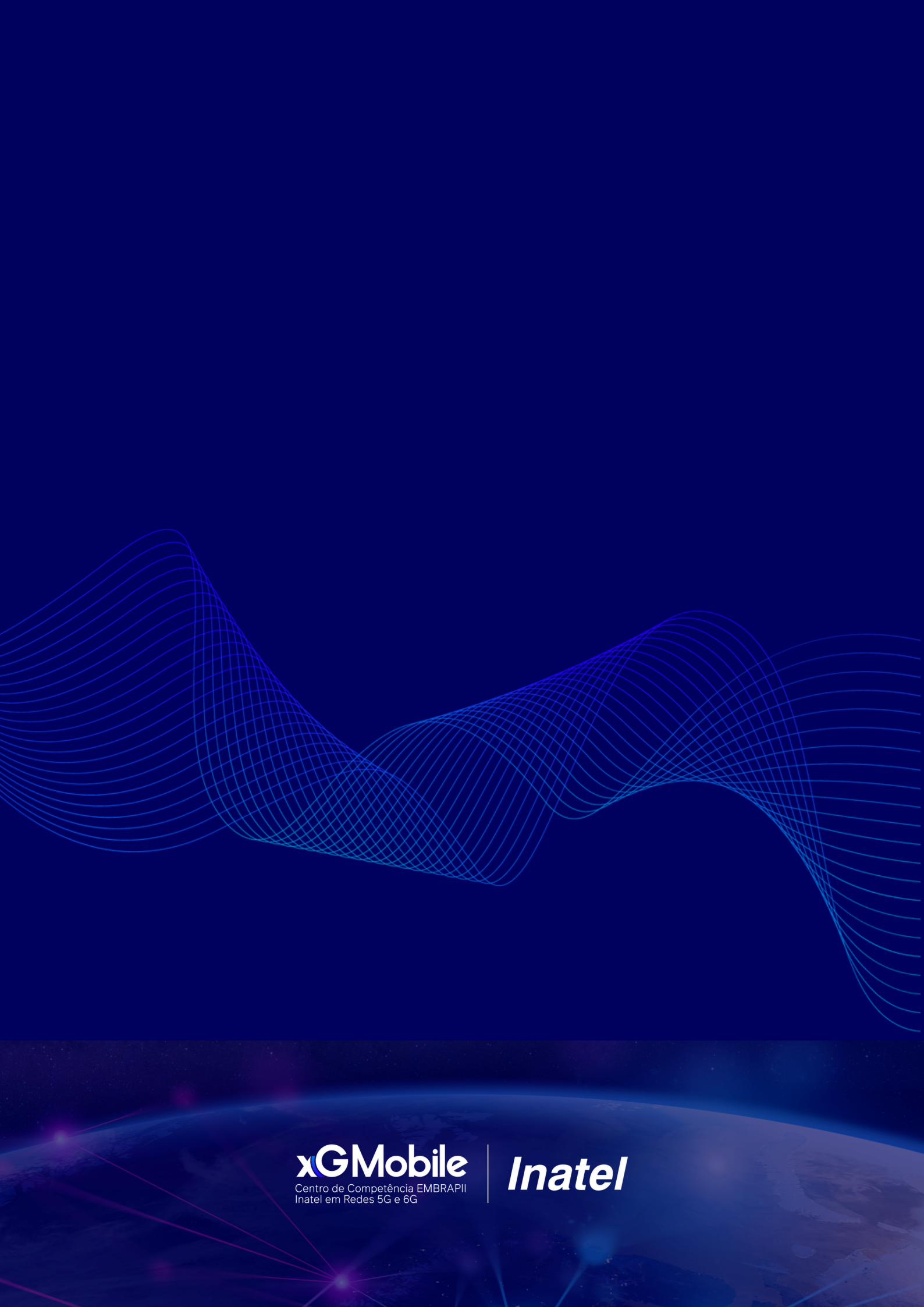
No campo da experiência do usuário, a ascensão da GenAI trouxe uma revolução na forma como interagimos com sistemas digitais. Desde o atendimento automatizado com linguagem natural até experiências imersivas com realidade estendida, robótica inteligente e BCI, a IA está tornando as interações mais intuitivas, personalizadas e inclusivas. A fronteira entre humanos e máquinas torna-se cada vez mais fluida, empática e adaptada ao contexto de uso.

Sob o ponto de vista da segurança e infraestrutura, foi apresentado o papel da GenAI na criação de operações de segurança mais proativas, com decisões contextualizadas e ações automatizadas. A segurança deixou de ser uma camada adicional para se tornar parte integrante do design das redes. Em paralelo, apresentou-se como supercomputadores oferecem a potência computacional necessária para suportar grandes modelos de IA, com foco também em eficiência energética.

Por fim, ficou claro que o futuro das telecomunicações será moldado por redes cognitivas, sustentáveis e centradas no usuário. Para isso, é fundamental investir não apenas em infraestrutura e plataformas, mas também em capacitação, interoperabilidade, governança de dados e inovação contínua.

A IA representa não apenas uma revolução tecnológica, mas também uma oportunidade única de repensar os fundamentos das telecomunicações, tornando-as mais humanas, mais inteligentes e mais alinhadas com os desafios e oportunidades da sociedade digital global.




xGMobile
Centro de Competência EMBRAPII
Inatel em Redes 5G e 6G
Inatel