

Globalstar 

EBOOK

# Satélite para IoT

Um Mundo de Conectividade  
Acessível e Escalável



A Internet das Coisas (IoT) revolucionou os setores ao permitir monitoramento em tempo real, automação e tomada de decisões baseada em dados. No entanto, um dos desafios mais significativos das implantações de IoT é a conectividade: garantir que os dispositivos permaneçam on-line independentemente da localização, da infraestrutura de rede ou das condições ambientais. Tradicionalmente, as redes celulares têm sido a opção padrão para conectividade de IoT, mas a tecnologia satelital surgiu como uma alternativa acessível, expansível e confiável, capaz de fornecer cobertura mesmo nos locais mais remotos.

Com os avanços na tecnologia satelital de órbita terrestre baixa (LEO), a conectividade via satélite não é mais uma opção cara e complexa, limitada a aplicações governamentais e empresariais. Hoje, é uma solução acessível, repetível e econômica para muitas implantações de IoT, desde comunicações unidirecionais de baixa complexidade (IoT massiva) até aplicações bidirecionais de IoT de missão crítica altamente interativas.



# A Evolução da Conectividade via Satélite: Economia e Acessibilidade

Historicamente, a conectividade via satélite era associada a altos custos, infraestrutura volumosa e requisitos de integração complexos. Os satélites geoestacionários (GEO), posicionados 35.786 km acima da Terra, exigiam estações em solo grandes e caras e sofriam de alta latência e degradação de sinal. No entanto, o surgimento dos satélites LEO, que orbitam em altitudes de 500 a 1.500 km, reduziu drasticamente os custos e melhorou o desempenho.

Ao contrário dos dispositivos de IoT de baixo consumo, as redes de satélites tradicionais foram projetadas para aplicações de alta largura de banda, como radiodifusão e comunicações militares. Os sensores de IoT operam com energia mínima, e as soluções de satélite anteriores esgotavam as baterias muito rápido, tornando-as ineficientes para implantações de longo prazo.



Além disso, as primeiras redes de satélites exigiam integração personalizada, não tinham compatibilidade plug-and-play com plataformas de IoT e não aceitavam protocolos padrão do setor. Isso criou uma barreira significativa à adoção, tornando o celular e o Wi-Fi as opções preferíveis para implantações de IoT.

Hoje, os avanços nas redes de satélite LEO e os custos reduzidos eliminaram muitos desses desafios, tornando a conectividade via satélite uma opção viável, expansível e acessível.

A tecnologia satelital LEO reduziu o custo e o tamanho dos dispositivos conectados via satélite ao simplificar os requisitos de antena. Como os satélites LEO orbitam mais perto da Terra, os dispositivos compatíveis podem usar sinais com menor potência e, portanto, antenas menos complexas, eliminando a necessidade de antenas onidirecionais maiores e mais complexas para dispositivos compatíveis com GEO.

Antenas menos complexas criam um dispositivo mais barato e compacto, o que ajuda a reduzir os custos gerais de hardware e melhora a portabilidade. Essa abordagem de baixo consumo ajuda a otimizar a energia da bateria, o que também aumenta os benefícios de dispositivos compactos e de menor custo, adequados para aplicações de IoT.

# Uma Rápida Visão Geral de Como Funciona um Satélite

As comunicações via satélite permitem a transmissão de dados sem fio por meio da retransmissão de sinais entre um emissor e um receptor em solo usando satélites em órbita. Essa tecnologia permite conectividade global, superando as limitações das redes sem fio terrestres.

## Os Principais Componentes das Comunicações via Satélite

A comunicação via satélite envolve três componentes principais:



### Estações em solo

Esses terminais terrestres são unidades fixas ou móveis que enviam e recebem sinais de satélites



### Satélites em órbita

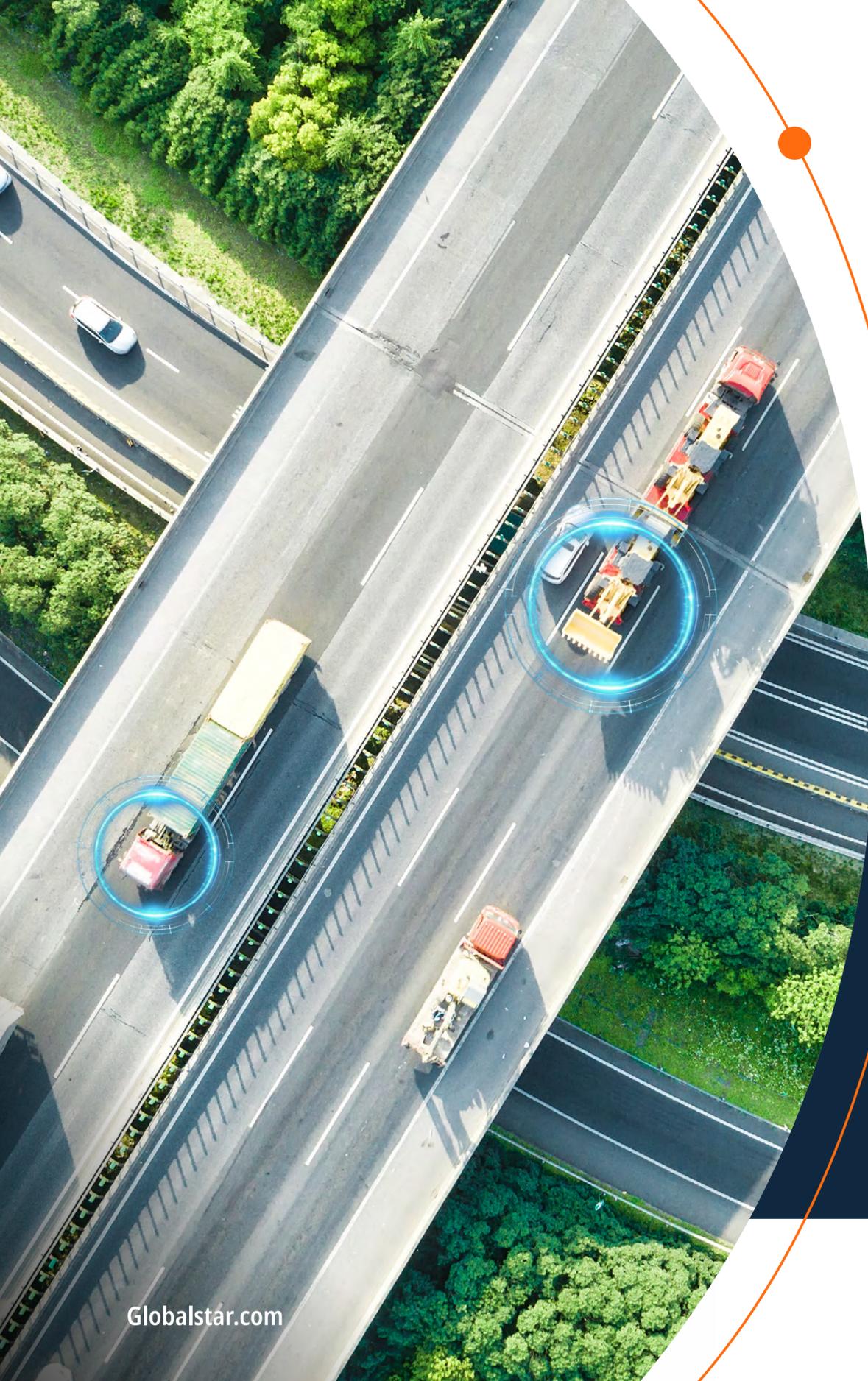
Os satélites atuam como estações retransmissoras, transmitindo sinais entre estações em solo e dispositivos do usuário



### Equipamentos do usuário

Dispositivos como sensores de IoT, receptores GPS e sistemas de rastreamento se comunicam via satélite





## O Processo de Comunicação

A comunicação entre o satélite, o dispositivo e a estação em solo funciona em três etapas:

- 1 Uplink**  
O dispositivo do usuário envia um sinal para um satélite em órbita
- 2 Retransmissão**  
O satélite recebe, amplifica e redireciona o sinal de entrada e saída de uma ou mais estações em solo
- 3 Downlink**  
O sinal é transmitido do satélite para o dispositivo do usuário

Esse processo permite a transferência de dados por grandes distâncias sem exigir infraestrutura terrestre.

## Os Diferentes Tipos de Satélites

Há três tipos principais de órbitas de satélite:

Órbita terrestre baixa (LEO),  
altamente compatível  
com a IoT

Órbita terrestre média (MEO),  
bem posicionada para  
sistemas de GPS e navegação

Geostacionária (GEO),  
para aplicações de  
banda larga

# Como Funciona o Satélite da Globalstar

A conectividade via satélite da Globalstar usa dados de baixa latência, baixo consumo energético e pacotes pequenos para aumentar a vida útil da bateria e garantir melhor eficiência para dispositivos de IoT. Ela usa o espectro de banda média para otimização da capacidade de cobertura e velocidade de dados.

Isso é fornecido por meio de uma constelação de satélites LEO, que permite terminais menores, de menor custo e menos latência de sinal em relação a outras redes.

A Globalstar usa uma arquitetura de repetidor passivo, o que permite processamento de dados mais fácil e atualizações de tecnologia nas estações em solo. Isso mantém os dados brutos seguros pelo ar e permite o aprimoramento da rede sem a necessidade de lançar novos satélites, melhorando assim a operabilidade da rede.

## O Que É Arquitetura de Repetidor Passivo em Conectividade Via Satélite?

A arquitetura de repetidor passivo é um modelo de comunicação via satélite em que um satélite atua como um retransmissor de sinal passivo, transmitindo dados entre estações em solo e terminais de usuários sem processar ou alterar o sinal. O satélite simplesmente recebe, amplifica e redireciona o sinal para a Terra, de forma semelhante a como um espelho reflete a luz.

### As vantagens desse tipo de arquitetura incluem:

- ✓ **Baixa complexidade:** o satélite não processa dados, o que reduz a complexidade do projeto e a segurança dos dados.
- ✓ **Alta capacidade de processamento:** como o satélite apenas retransmite os sinais, ele pode manipular dados de forma eficiente.
- ✓ **Confiável e econômica:** os satélites que usam essa arquitetura são mais fáceis de desenvolver e manter sem processamento integrado.

# Por Que a Conectividade via Satélite Pode Superar a Conectividade Celular em Aplicações de IoT

Embora as redes celulares (LTE e 5G) sejam amplamente utilizadas para IoT, elas têm limitações significativas, especialmente em aplicações remotas, de alta mobilidade ou de missão crítica. A conectividade via satélite é uma alternativa avançada que oferece cobertura global, confiabilidade e resiliência em relação a redes celulares, que apresentam dificuldades em caso de desastres naturais ou quando ficam off-line.

## Cobertura Global Sem Zonas Mortas

Um dos maiores desafios da conectividade celular são as áreas sem cobertura. As redes celulares dependem de infraestrutura terrestre, incluindo torres, fibras ópticas e estações base, limitadas a áreas povoadas.

### Isso cria zonas mortas em:

- Locais remotos, como desertos, oceanos e áreas rurais
- Áreas industriais, incluindo minas, plataformas de petróleo, plataformas offshore e oleodutos
- Logística e operações de frota, como transporte global de carga, aviação e transporte rodoviário

Redes de satélites, especialmente constelações LEO, oferecem cobertura contínua e sem fronteiras em qualquer lugar do mundo. Isso torna os satélites indispensáveis para setores que exigem conectividade em tempo real, independentemente da distância em que operam.



## Conectividade Confiável e à Prova de Desastres

As redes celulares são altamente dependentes da infraestrutura física, o que as torna vulneráveis a:



Desastres naturais, como furacões, terremotos, inundações e incêndios florestais



Quedas de energia que interrompem torres de rede

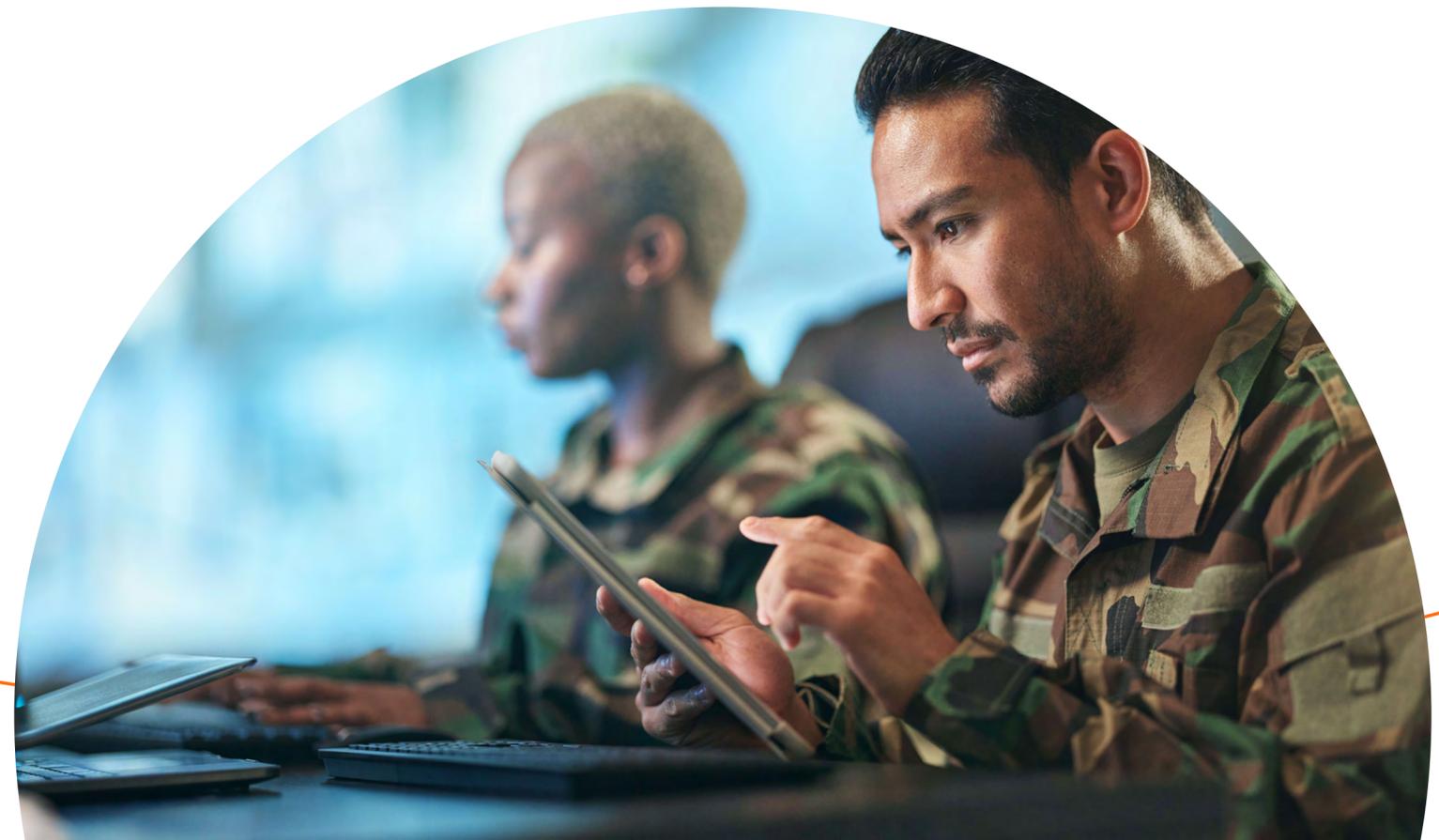


Ataques cibernéticos direcionados a operadoras de telecomunicações centralizadas

A conectividade via satélite, por outro lado, pode ser mais resiliente do que a infraestrutura celular, especialmente em emergências. A Globalstar oferece resiliência de rede sem precedentes por ter capacidade de satélite multivias e diversas estações em solo redundantes para eliminar pontos únicos de falha.

**Isso permite que dispositivos de IoT que usam conexões via satélite continuem transmitindo dados, rastreando ativos e coordenando respostas, criando uma grande vantagem para:**

- ✓ Equipes de recuperação de desastres
- ✓ Monitoramento de infraestrutura essencial
- ✓ Logística de socorro em desastres
- ✓ Operações militares e de defesa



## Flexibilidade em Implementações Regulatórias e Internacionais

A conectividade celular está sujeita a acordos de licenciamento e regulamentações locais, o que pode complicar implantações internacionais de IoT. Empresas que operam em vários países precisam lidar com acordos de roaming, questões de conformidade e inconsistências de cobertura ao usar a comunicação celular, com vários acordos de operadora de rede móvel ou operadora de rede móvel virtual que devem ser heterogêneos para criar a cobertura, o que leva a complexidades operacionais.

Embora as operadoras de satélites precisem lidar com autorizações em cada país, esse é um problema menos complexo e uma responsabilidade da operadora de satélites, não do usuário final. O espectro de satélites da Globalstar é coordenado globalmente, o que ajuda a fornecer conectividade consistente, sem fronteiras e expansível.

Para empresas que operam em várias regiões, usar um fornecedor de conectividade via satélite em vez de depender de redes celulares simplifica as operações internacionais e reduz as despesas administrativas. A conectividade via satélite permite uma qualidade de rede onipresente em toda a área de cobertura, custos de dados mensais previsíveis, eliminando a necessidade de trabalhar com vários parceiros de roaming e ajustar discrepâncias de cobrança que geralmente surgem ao usar diferentes operadoras regionais de celular. Isso reduz custos e economiza tempo e recursos que, de outra forma, seriam gastos para conciliar diferentes tarifas de rede, negociar novos acordos e solucionar problemas de cobertura inconsistente do serviço. Com a conectividade via satélite, as empresas podem ter comunicação ininterrupta, consistente e confiabilidade de rede, garantindo eficiência operacional independentemente das fronteiras geográficas.

## Conectividade Previsível e Escalável

Confiabilidade na IoT não significa apenas permanecer conectado, mas também garantir um desempenho de rede consistente e previsível.

**As redes celulares podem sofrer oscilações na conectividade e na largura de banda disponível devido a:**

- Congestionamento da rede devido à alta demanda dos usuários
- Interferência de sinais próximos e limitações de espectro
- Mudanças nas condições regulatórias e restrições de licenciamento

A conectividade via satélite proporciona desempenho de rede repetível, mantendo a cobertura consistente em todos os dispositivos conectados, independentemente da localização. Ao contrário da comunicação celular, que pode apresentar quedas de conexão e oscilações na largura de banda, o satélite garante uma transmissão de dados estável e previsível.

## Expansibilidade Sem Limitações de Infraestrutura

Expandir uma rede de celular de IoT pode exigir a construção de novas torres, a expansão de redes de fibra ou trâmites complexos de aprovações regulatórias.

**A conectividade via satélite pode eliminar essas barreiras, permitindo que as empresas:**

- ✓ Expandam operações globalmente sem acordos de roaming ou ampliação da infraestrutura
- ✓ Implantem dispositivos de IoT em qualquer lugar sem precisar expandir a rede
- ✓ Garantam conectividade consistente e repetível em todas as regiões



# Comunicações Unidirecionais ou Bidirecionais via Satélite

A conectividade via satélite pode oferecer comunicações unidirecionais ou bidirecionais. Ambas as tecnologias estão no mercado, mas a bidirecional se tornou uma opção mais viável devido à sua maior economia em comparação ao passado.

## Comunicação Unidirecional via Satélite: Confiável, Econômica e Expansível

### Vantagens do Satélite Unidirecional

- ✓ **Altamente confiável**  
Transmissão simples e eficiente com pontos de falha mínimos
- ✓ **Econômico**  
O baixo consumo de energia aliado a requisitos de hardware barato o tornam ideal para implantações de IoT em larga escala
- ✓ **Eficiente em termos de energia**  
Dispositivos unidirecionais funcionam com baixo consumo de energia e podem durar anos com bateria
- ✓ **Bem alinhado com a IoT massiva**  
Mais adequado para aplicações em que não seja necessário controle em tempo real, mas é importante o monitoramento contínuo de dados

## Casos de Uso da Comunicação Unidirecional via Satélite



### Rastreamento de ativos

Monitorar frotas de veículos, contêineres de transporte, vida selvagem ou rebanhos



### Monitoramento ambiental

Enviar atualizações periódicas sobre temperatura, qualidade do ar ou condições climáticas



### Monitoramento industrial

Relatar níveis de pressão de dutos, integridade estrutural ou atividade sísmica



### Controle industrial remoto

Ajustar o fluxo de dutos, ligar/desligar equipamentos ou gerenciar remotamente a distribuição de energia



### Serviços de emergência e resposta a desastres

Permitir a comunicação bidirecional quando as redes terrestres falham, possibilitando esforços de resgate coordenados

## Casos de Uso da Comunicação Bidirecional via Satélite

## Comunicação Bidirecional via Satélite: Em Tempo Real, Prática e Interativa

### Vantagens do Satélite Bidirecional

- ✔ **Permite a tomada de decisões em tempo real**  
Os dispositivos não apenas transmitem seus dados, mas também podem receber comandos para ajustar as operações de modo dinâmico
- ✔ **Suporte à automação e processos orientados por IA**  
Sistemas inteligentes podem reagir a mudanças de condições sem intervenção humana
- ✔ **Aumenta a eficiência das operações**  
Reduz paralisações ao permitir ajustes e solução de problemas remotos
- ✔ **Mais acessível do que nunca**  
Os avanços tecnológicos reduziram os custos, tornando a comunicação bidirecional viável para casos de uso mais abrangentes

# Por Que a Comunicação Bidirecional via Satélite está em Ascensão

Devido ao seu custo e complexidade, os satélites bidirecionais eram anteriormente limitados a aplicações de missão crítica. No entanto, os avanços em módulos de satélite de baixo custo, redes LEO e gerenciamento eficiente de energia tornaram os satélites bidirecionais muito mais acessíveis. Empresas e setores agora podem usar o controle em tempo real sem custos excessivos, impulsionando mais inovações em automação, segurança e eficiência.

Com isso, a comunicação unidirecional via satélite continua sendo uma solução crucial, econômica e ajustável para muitas aplicações de IoT. O segredo é escolher a comunicação adequada com base nas necessidades operacionais, seja monitoramento contínuo via comunicação unidirecional ou ação em tempo real via comunicação bidirecional. À medida que a tecnologia satelital continua a evoluir, o futuro da conectividade será moldado pela combinação de ambas as abordagens, garantindo que os setores permaneçam conectados onde quer que operem.



## Resumo de Casos de Uso de Satélite

A conectividade celular e sem fio funciona bem em muitos casos de uso da IoT, mas também há aqueles em que a conectividade via satélite supera as redes de celular ou sem fio, garantindo uma comunicação confiável, global e ininterrupta:



### Operações Industriais Remotas

Os oleodutos e gasodutos, por exemplo, podem monitorar as taxas de vazão, detectar vazamentos e ajustar as operações dos dutos em áreas fora do alcance celular



### Conectividade Marítima e Offshore

Em aplicações de transporte comercial e pesca, a conectividade via satélite pode ser usada para rastrear embarcações, enviar dados de captura e permitir comunicações de emergência longe da costa



### Serviços de Emergência e Resposta a Desastres

As equipes de busca e salvamento podem manter comunicações essenciais quando as redes terrestres falham devido a desastres naturais



### Monitoramento de Infraestrutura Essencial

As redes elétricas e os serviços públicos podem ser equipados com dispositivos de IoT baseados em conectividade via satélite para gerenciar remotamente subestações, detectar falhas e otimizar a distribuição de energia



### Cadeia de Suprimentos e Logística Global

O rastreamento de cargas e frotas pode usar soluções de IoT com conectividade via satélite para monitorar remessas em trânsito através de fronteiras e rodovias remotas sem depender das redes celulares locais



### Monitoramento Agrícola

Vários componentes da agricultura podem ser rastreados, incluindo a umidade do solo, as condições climáticas e o rebanho em fazendas remotas onde as redes celulares não estão disponíveis ou não são confiáveis



### Mineração

A segurança do trabalhador pode permitir o rastreamento em tempo real em locais remotos de mineração a céu aberto sem depender de redes terrestres



### Comunicações Militares e de Defesa

Comunicações de comando e controle seguras e resilientes em áreas sem rede terrestre



## Uma Análise da Robusta Solução de Satélites da Globalstar

A Globalstar opera uma rede de satélites LEO robusta e confiável, oferecendo uma conectividade incomparável de aplicações. Com confiabilidade líder do setor, desempenho de baixa latência e cobertura global, as soluções de satélite da Globalstar fornecem a empresas, governos e indivíduos uma comunicação consistente nos ambientes mais remotos e desafiadores.

Nossa rede se destaca em rastreamento de ativos, soluções de IoT, resposta a emergências e serviços móveis via satélite, fornecendo conectividade econômica e expansível. Seja permitindo operações cruciais de segurança ou alimentando aplicações industriais inovadoras, a tecnologia LEO da Globalstar garante conectividade indispensável sempre ativa onde é mais importante.

**Aqui estão alguns exemplos em que a conectividade via satélite da Globalstar fez a diferença.**

## Revolução do Monitoramento de Dutos com a Conectividade Globalstar

Milhões de quilômetros de dutos subterrâneos transportam recursos essenciais, mas a corrosão ameaça sua integridade diariamente. Embora os sistemas de proteção catódica (CP) aumentem a vida útil dos dutos, os métodos tradicionais de monitoramento exigem visitas caras e demoradas ao local, especialmente em áreas remotas, o que leva a atrasos na detecção de possíveis falhas.

A MOBILTEX, líder em IoT industrial, oferece soluções de monitoramento de CP sem fio que fornecem dados de desempenho em tempo real e recursos de controle remoto. Seus produtos CorTalk são fáceis de instalar em gabinetes de sistemas CP, alertando automaticamente os operadores sobre problemas e permitindo testes sincronizados por meio da plataforma de nuvem CorView. No entanto, muitos dutos se estendem além da cobertura celular, exigindo uma solução de conectividade mais confiável.

Ao integrar os transmissores de satélite STX3 da Globalstar, a MOBILTEX garante uma transmissão de dados consistente pelos sistemas CP no mundo todo. A tecnologia satelital de baixo custo e baixo consumo da Globalstar permite monitoramento contínuo sem visitas de campo, reduzindo despesas operacionais e melhorando a precisão dos dados.

A rede de satélites da Globalstar oferece conectividade acessível e sempre ativa, permitindo a setores melhorarem a segurança, eficiência e longevidade da infraestrutura. Seja monitorando dutos, ativos remotos ou infraestrutura essencial, a Globalstar garante que as empresas permaneçam conectadas quando mais importa.





## Aprimoramento do Rastreamento de Correntes Oceânicas com a Conectividade Globalstary

Há mais de uma década, a NOAA conta com o radar costeiro Doppler para rastrear as correntes oceânicas de superfície, o que é essencial para as operações de busca e salvamento da Guarda Costeira e para monitorar riscos como derramamentos de óleo. No entanto, a precisão dos radares é cada vez mais desafiada por grandes embarcações e parques eólicos offshore, exigindo novos métodos de verificação.

A Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI) lançou um estudo sobre isso em que comparou dados do Doppler com padrões de deriva oceânica em tempo real. Os pesquisadores implantaram “boias de deriva” de madeira equipadas com rastreadores GPS SmartOne C da Globalstar, que forneciam atualizações contínuas de posição por meio da rede de satélites da Globalstar. Esses rastreadores ofereciam uma solução confiável, econômica e de baixo consumo para transmissão de dados, mesmo em ambientes offshore remotos.

A WHOI avaliou como as turbinas eólicas afetavam a precisão dos radares sobrepondo padrões de deriva rastreados por GPS com os dados dos radares da NOAA. As descobertas ajudarão a NOAA a refinar seus métodos de rastreamento e garantir um monitoramento confiável das correntes oceânicas à medida que a infraestrutura offshore se expande.

A tecnologia satelital da Globalstar permitiu o monitoramento preciso e em tempo real dos oceanos, auxiliando pesquisas vitais que aumentam a segurança marítima e a proteção ambiental. Seja para estudos oceânicos, rastreamento de ativos ou comunicações cruciais, a Globalstar oferece a conectividade confiável necessária para explorar e proteger as águas do mundo.

## Pecuária Inteligente: Como a Ceres Tag e a Globalstar revolucionam a Gestão de Rebanho

A pecuária é um setor de alto risco, com clima imprevisível, escassez de mão de obra e incerteza financeira. Os pecuaristas modernos precisam de soluções digitais para monitorar seu rebanho amplamente disperso de modo eficiente.

Conheça a Ceres Tag, uma empresa australiana que desenvolveu o primeiro brinco de identificação de gado compatível com IoT do mundo. Esse dispositivo pequeno e leve rastreia a localização e movimentação do GPS por meio de um acelerômetro, analisando dados para fornecer insights sobre eficiência alimentar, ganho de peso, saúde e até mesmo emissões de metano. Os pecuaristas acessam esses dados por meio de uma plataforma de nuvem segura, permitindo uma gestão mais inteligente do rebanho, conformidade regulatória e alertas para atividades incomuns, como lesões ou roubo.

No centro do sucesso da Ceres Tag está o chip transmissor via satélite ST150 da Globalstar, que garante conectividade global acessível e de baixo consumo. Os pecuaristas recebem dados confiáveis em tempo real sobre cada animal, não apenas as médias do rebanho. A API aberta da plataforma estende seu alcance além da pecuária, auxiliando seguradoras de animais, conservacionistas e rastreio de vida selvagem para mais de 30 espécies no mundo todo.

Atualmente operando em 36 países, a Ceres Tag está transformando a gestão de rebanhos e o monitoramento da vida selvagem, provando que dados inteligentes levam a decisões mais inteligentes. Com a conectividade da Globalstar, até mesmo as fazendas mais remotas podem se manter à frente em um setor em rápida evolução.





## Quer Saber Mais?

A conectividade via satélite LEO e o hardware avançado da Globalstar podem impulsionar mais inovações, auxiliar soluções já existentes e ajudar a expandir em escala global.

[Entre em contato com nossa equipe de especialistas em conectividade para saber mais.](#)

Globalstar ™