

 **Links Field**  
apresenta

# Soluções Técnicas da Transição de Tecnologia 2G/4G no Brasil





**Soluções Técnicas** da  
Transição de Tecnologia 2G/4G  
no Brasil

**1ª Edição**

# Índice

<b>Introdução</b>	<b>5</b>
<b>Capítulo 1: Desafios do 4G: escolha da tecnologia substituta ao 2G</b>	<b>14</b>
2G (Segunda Geração)	15
LTE CAT-M1	15
NB-IoT	16
LTE CAT-1	17
Resumo: Comparação Final	18
Resposta à proposta de reflexão	19
<b>Capítulo 2: Desafios do 4G: Bandas/Frequências</b>	<b>23</b>
Espectro original 2G	24
Reaproveitamento das faixas 2G – “Refarming”	25
Como o refarming é realizado?	26
Benefícios do refarming de 2G para 4G	28
Exemplos práticos de uso do refarming	28
Desafios do refarming do 2G	28
Bandas – Leilão Anatel	29
Bandas – Após processo de Refarming	30
Bandas de frequência atualmente (2025)	31
<b>Capítulo 3: Desafios do 4G: maturidade de abrangência da rede</b>	<b>33</b>
Mercado “consumer”	34
Mercado IoT	34
Mapa interativo de cobertura 4G nas rodovias brasileiras	36
Análise da Cobertura 4G nas Rodovias	37
Como a ferramenta apoia a migração	40
<b>Capítulo 4: Desafios do 4G: SMS</b>	<b>42</b>
Arquitetura SMS puramente LTE	43
Métodos de Entrega de SMS no LTE	43
SMS sobre SGs (SMSoSGs)	43
SMS sobre IMS (SMSoIMS)	44
Comparação: SMS sobre SG X SMS sobre IMS	46
Benefícios da Abordagem em LTE	46

# Índice

Arquitetura Híbrida – CS Fallback	46
Envio de SMS (do usuário LTE para outro usuário)	48
Recebimento de SMS (para o usuário LTE)	48
Diferença entre CSFB e SMS over SGs	49
Quando o CS Fallback é Usado?	49
Os dispositivos IoT e o Serviço SMS	49
Dispositivos híbridos	50
Mas há vantagens em se manter o serviço SMS nas redes 4G?	51
<b>Capítulo 5: O maior desafio de todos: a escolha do dispositivo</b>	<b>54</b>
O que considerar na escolha do novo dispositivo 4G?	55
Disponibilidade da tecnologia na região de operação	55
Compatibilidade com as bandas de frequência	56
Uso de SMS e alternativas baseadas em dados	56
Homologação na ANATEL e testes com operadoras	57
Maturidade da rede 4G na região de operação	57
Vantagens e custos de dispositivos híbridos versus puramente 4G	57
Especificações técnicas dos principais modelos do mercado	58
<b>Conclusão</b>	<b>66</b>
<b>Apêndices</b>	<b>68</b>
<b>Fontes</b>	<b>74</b>

# Introdução



## Contextualizando a série de estudos da Links Field

**D**esde 2024, a Links Field tem se dedicado a produzir conhecimento estratégico para auxiliar o mercado brasileiro de M2M e IoT a compreender a complexidade da transição tecnológica que estamos vivendo. Esta série de ebooks representa o compromisso com a excelência técnica e com o desenvolvimento sustentável do setor de conectividade no Brasil.

Nosso primeiro ebook, “**Guia da Transição de Tecnologia 2G/4G no Brasil**”, lançado em 2024, estabeleceu as bases para esse diálogo essencial. Nele, mapeamos a infraestrutura existente no país: quantificamos antenas, analisamos padrões de cobertura por operadora e por estado, e detalhamos o cenário atual das redes 2G e 4G em todo o território nacional. Mais do que números, oferecemos uma fotografia do momento tecnológico, essencial para que empresários e gestores pudessem entender onde estávamos e para onde estávamos indo.

O segundo volume, "**O Impacto Econômico do Desligamento do 2G/3G no Brasil**", elevou o debate ao trazer análises sobre as **implicações financeiras dessa transição**. Utilizando o conceito da **Curva de Adoção de Tecnologia**, projetamos cenários realistas para a substituição de dispositivos, calculando impactos ano a ano com base em valores médios de equipamentos e serviços. Este estudo ganhou relevância ao incorporar vozes de diversos especialistas e líderes do setor, trazendo pontos de vista diferentes sobre os desafios econômicos dessa migração.

A recepção desses dois primeiros trabalhos superou as expectativas. Tornaram-se **referência nas principais mídias especializadas** em Conectividade, M2M e IoT, e serviram como base para discussões em eventos como Exposec, Futurecom e Fórum das Operadoras Inovadoras. As lives realizadas com autoridades do setor, usando nossos estudos como ponto de partida, demonstraram a importância e a atualidade dessas discussões.

Com este terceiro ebook, "**Soluções Técnicas da Transição de Tecnologia 2G/4G no Brasil**", **aprofundamos nossa análise nos aspectos mais técnicos dessa transição**, completando assim a trilogia de estudos que começou com o panorama geral, passou pelas implicações econômicas e agora se concentra nas questões tecnológicas cruciais.

A **motivação para este trabalho surgiu das dúvidas e desafios** que identificamos em nossas interações com clientes e parceiros. Enquanto os primeiros estudos responderam perguntas como "Onde estamos?" e "Quanto vai custar?", **este terceiro volume busca responder "Como fazer?"** - oferecendo subsídios técnicos robustos para a tomada de decisão na escolha de novos dispositivos e tecnologias.

## A importância do momento atual

Estamos em um ponto muito relevante da história das telecomunicações

brasileiras. O desligamento das redes 2G e 3G, referenciado pela Anatel para ocorrer de forma gradual até 2028, representa muito mais do que uma simples atualização tecnológica. Trata-se de uma transformação estrutural que impactará desde grandes operadoras até o usuário final de serviços M2M e IoT.

Esta transição liberará espectro para tecnologias mais modernas como 4G e 5G, permitindo maior capacidade, velocidade e eficiência. No entanto, também apresenta desafios significativos, especialmente para os milhões de dispositivos IoT que ainda dependem das redes legadas. Compreender esses desafios técnicos é fundamental para garantir uma migração eficiente.

## Abordagem e estrutura deste estudo

Este ebook foi estruturado para lhe guiar pelos principais aspectos técnicos desta transição. Começaremos com uma análise comparativa das tecnologias disponíveis para substituir o 2G, destacando suas características, vantagens e limitações. Em seguida, falamos sobre o complexo mundo das bandas de frequência - um tema crítico, pois a incompatibilidade de bandas pode tornar um dispositivo inoperante, independentemente de suas outras características.

Dedicamos um capítulo inteiro à análise da maturidade atual da rede 4G no Brasil, um fator determinante para o sucesso da migração. Também exploramos em detalhes o futuro do serviço SMS nas redes 4G, desmistificando as diferentes arquiteturas possíveis e suas implicações práticas.

Com um capítulo dedicado à escolha do dispositivo ideal, visamos apoiar os empresários a entender os caminhos possíveis, e aqui provavelmente dar clareza na decisão mais crítica que as empresas enfrentarão neste processo. Aqui, oferecemos um framework para avaliação, cobrindo desde

compatibilidade técnica até homologações, passando por considerações sobre maturidade regional da rede e análise custo-benefício de diferentes abordagens.

### Diferenciais desta publicação

O que torna este estudo único é sua abordagem prática e orientada a soluções. Não nos limitamos a apresentar teorias ou conceitos técnicos abstratos. Em cada capítulo, buscamos traduzir a complexidade técnica em insights acionáveis, que possam efetivamente guiar decisões de negócios. Incluímos exemplos reais de dispositivos disponíveis no mercado brasileiro, com análises comparativas detalhadas de suas especificações técnicas.

### Para quem este estudo foi desenvolvido

Este ebook foi pensado para um público diversificado, que inclui:

- Gestores e tomadores de decisão em empresas que utilizam soluções M2M e IoT
- Engenheiros e técnicos responsáveis pela implementação de projetos de conectividade
- Líderes de operadoras e MVNOs que estão planejando suas estratégias de transição de tecnologia
- Desenvolvedores de hardware e software para dispositivos conectados
- Consultores e analistas do setor de telecomunicações
- Investidores que buscam entender as implicações técnicas dessa mudança tecnológica

Independentemente do seu nível de familiaridade prévia com os temas técnicos da transição, este estudo foi estruturado para lhe oferecer valor. Para leitores menos técnicos, incluímos explicações claras de conceitos fundamentais. Para especialistas, oferecemos análises aprofundadas e dados técnicos detalhados.

## O papel da Links Field nesta jornada

Como MVNO especializada em soluções M2M e IoT, a Links Field não se limitou a observar a transição – mas ativamente se envolveu em facilitar o processo. Este eBook reflete nossa experiência acumulada em anos de atuação no mercado brasileiro, trabalhando lado a lado com clientes de diversos setores.

Mais do que uma prestadora de serviços de conectividade, nos vemos como parceiros estratégicos de nossos clientes nesse processo de migração. Este estudo é uma extensão desse compromisso - uma forma de compartilhar conhecimento e contribuir para o desenvolvimento de todo o ecossistema.

Este ebook pretende ser ponto de partida para discussões mais profundas e ações concretas. Convidamos você, leitor, a engajar-se nesse diálogo. Nossos canais estão abertos para dúvidas, sugestões e trocas de experiências.

A transição do 2G/3G para tecnologias mais modernas é um desafio coletivo que exigirá colaboração entre todos os atores do setor. Com este estudo, esperamos fornecer ferramentas técnicas que facilitem esse processo, minimizando impactos negativos e maximizando as oportunidades que essa evolução tecnológica traz.

Que esta leitura seja proveitosa e que as informações que escrevemos pra você possam contribuir para decisões mais embasadas e projetos mais bem-sucedidos nesse momento crucial para as telecomunicações brasileiras.

## Acrônimos

Antes de entrarmos no tema deste material, reforçamos algumas definições técnicas importantes que irão auxiliar no entendimento deste material.

Significado do Acrônimo		Tradução/Breve explicação
<b>APN</b>	Access Point Name	Nome do Ponto de Acesso
<b>ERB</b>	Estação Rádio Base	
<b>IoT</b>	Internet of Things	Internet das Coisas
<b>IP</b>	Internet Protocol	Protocolo comumente usado para comunicação entre computadores em rede
<b>MVNO</b>	Mobile Virtual Network Operator	Modalidade de operadora celular que utiliza parte da estrutura de rede de outras operadoras
<b>RAN</b>	Radio Access Network	Rede de Acesso por Rádio Frequência, ou comumente chamado “antena”
<b>RCS</b>	Rich Communication Services	
<b>SMS</b>	Short Message Service	Serviço de mensagens curtas
<b>VoLTE</b>	Voice over LTE	
<b>VPN</b>	Virtual Private Network	
<b>EU</b>	User Equipment	Nome técnico que se dá ao dispositivo móvel celular
<b>MME</b>	Mobility Management Entity	Elemento da rede celular que faz a gestão da localização dos dispositivos móveis
<b>CS</b>	Circuit Switch	Nome dado à tecnologia e aos elementos empregados nas redes celulares iniciais, quando apenas o serviço de voz era disponibilizado
<b>PS</b>	Packet Switch	Nome dado à tecnologia e aos elementos empregados nas redes celulares, quando elas evoluíram e passaram a tratar também o serviço de dados
TECNOLOGIAS DE REDE		
<b>GSM</b>	Global System for Mobile Communications	Padrões 2G e 3G
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Service	2G
<b>HSPA</b>	High-Speed Packet Access	3G
<b>LTE</b>	Long Term Evolution	4G
<b>NB-IoT</b>	Narrow Band IoT	Banda Estreita para IoT do 4G
<b>CAT-M1</b>	Category – Mobile 1	Categoria Móvel 1 do 4G

## GSM

O GSM é um padrão de comunicação móvel que permite a digitalização da voz e a transmissão de dados. Introduzido na década de 1990, o GSM é amplamente utilizado para telefonia celular e serviços de mensagens (SMS).

Todas as operadoras móveis brasileiras se baseiam no GSM, cujo sucesso é explicado pela introdução do suporte no processo de autenticação e criptografia, aumentando a segurança nas comunicações. É utilizado em muitos países, garantindo uma ampla cobertura e interoperabilidade entre diferentes operadoras.

## LPWA

O termo LPWA (do inglês, "Low Power Wide Area") refere-se a um conjunto de tecnologias projetadas especialmente para Internet das Coisas (IoT), que têm como características principais a transmissão de dados com consumo reduzido de energia e cobertura com maior alcance (a LPWA pode suportar uma alta densidade de dispositivos e proporcionar cobertura em locais de difícil acesso, daí o "wide area"). Dentro do mundo GSM destacam-se duas tecnologias:

- LTE CAT-M1
- NB-IoT

## LTE x 4G

LTE e 4G são termos equivalentes e serão usados neste material com o mesmo significado.

## Uplink x Downlink

- Uplink, Up, Upload: envio da informação (dados) no sentido dispositivo => rede celular => internet
- Downlink, Down, Download: envio da informação (dados) no sentido internet => rede celular => dispositivo

## Latência

Latência é o tempo que se leva para um dado ou sinal viajar de um ponto a outro em um sistema de comunicação. A latência é usada para medir o atraso entre o envio de uma solicitação e a recepção de uma resposta. É medida em milissegundos (ms) e pode ser influenciada por diversos fatores, como:

- **Distância Física:** Quanto maior a distância entre os dispositivos, maior a latência.
- **Processamento:** O tempo que os dispositivos levam para processar dados e executar tarefas.
- **Congestionamento de Rede:** Quando há muitos usuários ou dispositivos tentando usar a rede simultaneamente, isso pode aumentar a latência.
- **Tipo de Conexão:** Diferentes tecnologias de comunicação (como 2G, 4G, fibra óptica etc.) têm diferentes níveis de latência por conta das características próprias da tecnologia.

Uma latência baixa é desejável em aplicações que exigem respostas rápidas, como jogos online, videoconferências e sistemas de controle em tempo real. Em contraste, aplicações que não têm requisitos de tempo tão rigorosos, como o envio de dados de sensores, podem tolerar latências mais altas.

## Fallback

Este termo será amplamente empregado neste material e seu significado será consolidado a partir dos exemplos de uso. Mas de um modo geral, o processo de fallback deve ser entendido como "retorno". Por exemplo, quando dizemos que um dispositivo celular com tecnologia híbrida 4G/2G realiza o fallback, estamos na verdade dizendo que o dispositivo que tem capacidade para utilizar as duas tecnologias, 4G e 2G, em algum momento de uso, prefere (ou é configurado para) usar a rede de tecnologia mais antiga (2G) para tratar um serviço específico ou realizar uma função específica.



# Capítulo 1

Desafios do 4G: escolha da tecnologia substituta ao 2G



**A**ntes de iniciar a leitura, vale dizer que, apesar do título, não iremos direcionar sua escolha. Ao contrário disso, vamos oferecer subsídios para que **tome a melhor decisão**, iniciando com uma breve análise comparativa das diversas tecnologias de comunicação baseadas nas redes móveis celulares GSM.

Para começar, gostaríamos de pedir a seguinte reflexão: suponha uma foto digital de tamanho 100MB que precisa ser transmitida de um ponto remoto A para outro ponto remoto B, usando uma tecnologia celular GSM qualquer. Consideremos também que neste processo de transmissão a foto não sofrerá nenhuma adequação (exemplos: compressão de dados no ponto A, uso de processos de IA na recuperação e na otimização da imagem no ponto B etc.).

O que acontece de fato caso usemos as diferentes tecnologias 2G e LTE para transmiti-la? E dando spoiler sobre a resposta que buscamos: **alguma**

Desafios do 4G: escolha da tecnologia substituta ao 2G

das diferentes tecnologias irá proporcionar economia de dados? Haverá diferenças no tempo de transmissão da imagem, de acordo com a tecnologia empregada?

Reflita um pouco e valide se após a leitura do material sua opinião muda.

## 2G (Segunda Geração)

Lançada na década de 1990, a tecnologia 2G foi a primeira a oferecer comunicações digitais.

Ela também foi pioneira ao permitir a transmissão de dados. Claro, em baixa velocidade quando comparada às tecnologias atuais (**um máximo de 40 Kbps**), e por isso, quando pensamos em aplicativos modernos para usuários “consumers”<sup>1</sup> (exemplo, Netflix, Instagram, navegação na internet, WhatsApp etc.), entendemos que a tecnologia não atende. Ou seja, **suas limitações em termos de velocidade e eficiência energética não são adequadas para aplicações modernas**. Mas ainda é considerada muito útil e amplamente utilizada em aplicações de IoT e como tecnologia fallback<sup>2</sup> para SMS e chamadas de voz.

Em resumo:

- Em termos de latência: é relativamente alta, geralmente na faixa de centenas de milissegundos. **É adequada para chamadas de voz e mensagens de texto**, mas não para aplicações que exigem resposta em tempo real.
- **Suporta alta mobilidade**, sendo ideal para dispositivos que se movem rapidamente, por isso sua ampla utilização e sucesso em soluções de rastreamento.

## LTE CAT-M1

O LTE CAT-M1, ou LTE-M (Long Term Evolution for Machines), é uma das tecnologias GSM LPWA, otimizada para dispositivos focados em IoT, que

<sup>1</sup> Usuários “humanos”, consumidores de “smartphones”

<sup>2</sup> O termo será abordado e explicado ao longo deste material

necessitam de maiores velocidades de dados e taxas de upload e download moderadas.

Suas principais características:

- Oferece uma conexão com menor largura de banda, suportando taxas de transmissão de até **375 Kbps**
- Apresenta latência menor que outras tecnologias, permitindo comunicação em tempo real.
- Como toda tecnologia LPWA apresenta maior eficiência energética, permitindo que dispositivos funcionem por vários anos com bateria.
- Outra característica LPWA: é projetado para funcionar em ambientes com cobertura limitada (como dentro de edifícios)

Por conta das características acima, proporciona uma conexão confiável para dispositivos que necessitam de transmissão de dados em intervalos de tempo mais longos, como contadores inteligentes e sensores de monitoramento.

## NB-IoT

O NB-IoT (Narrowband IoT, ou IoT banda estreita) é outra tecnologia desenvolvida especificamente para a IoT. Também faz parte da categoria LPWA. Com foco em eficiência energética e cobertura, suporte para uma grande quantidade de dispositivos conectados e dados de baixa taxa de transferência, é ideal para aplicações que transmitem pequenas quantidades de dados, como sensores ambientais e dispositivos em áreas remotas.

Suas principais características:

- Opera em faixas de frequência estreitas e por isso possui excelente penetração de sinal e cobertura em áreas remotas, incluindo interiores de edifícios.
- Suporta uma alta densidade de dispositivos conectados (até 50.000 por célula).

- É altamente eficiente em termos de energia, permitindo longa vida útil da bateria, frequentemente superior a 10 anos, dependendo do uso.
- Possui taxas de transmissão de até **250 Kbps**, portanto é ideal para aplicações que enviam pequenas quantidades de dados.
- Latência: baixa a moderada, tipicamente entre 1 até 10 segundos. É otimizada para aplicações que não requerem comunicação em tempo real, como sensores e medidores.
- Mobilidade: Limitada, geralmente destinada a dispositivos fixos. A mobilidade é suportada, mas não é o foco principal.

## LTE CAT-1

A tecnologia LTE CAT-1 é uma versão do 4G que fornece um balanceamento entre velocidades de dados e eficiência energética.

Características:

- Suporta taxas de download de até **10 Mbps e upload de até 5 Mbps de download**.
- Latência: Moderada, em torno de 100 a 200 milissegundos. É mais rápida que o NB-IoT, tornando-a adequada para aplicações que exigem uma comunicação mais rápida.
- Mobilidade: Alta, similar ao 2G, permitindo que dispositivos se movam rapidamente enquanto mantêm uma conexão estável.

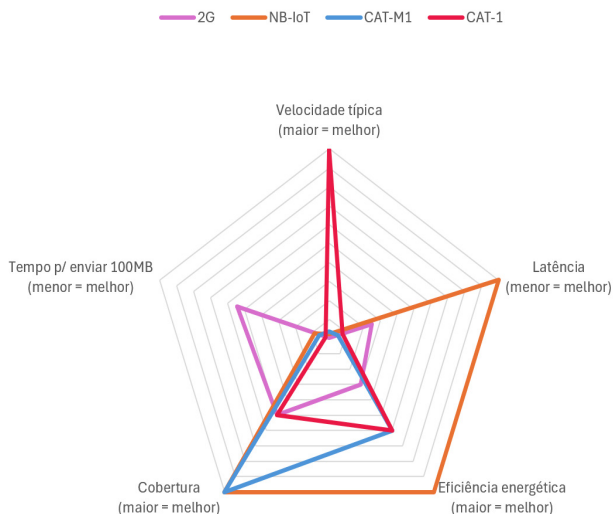
O CAT-1 é ideal para aplicações que requerem uma conexão de dados mais robusta, como câmeras de segurança e sistemas de rastreamento. Embora não alcance a velocidade do LTE completo, o CAT-1 é mais eficiente que as tecnologias anteriores e tem baixo consumo de energia, o que o torna uma boa opção para dispositivos conectados.

### Resumo: Comparação final

Característica	2G	NB-IoT	CAT-M1	Cat-1
Velocidade	40Kbps	250Kbps	375Kbps	10Mbps (Down) 5Mbps (Up)
Latência	Elevada	Baixa	Baixa	Baixa
Cobertura	Padrão	Wide area	Wide area	Padrão
Eficiência Energética	Pouca	Eficiente	Altamente eficiente	Moderado
Operadoras	Todas	TIM, Vivo	Claro, Vivo	Todas
Uso Ideal	Baixa taxa de dados	Baixa taxa de dados	Taxa média de dados	Maior necessidade de dados
Mobilidade	Adequada	Suportada	Adequada	Adequada

Essas tecnologias, embora diferentes, atendem a necessidades específicas do mercado, permitindo o crescimento contínuo da comunicação móvel e do ecossistema IoT. A escolha entre elas depende do tipo de aplicação, requisitos de comunicação e a infraestrutura disponível.

#### Escolha da tecnologia substituta



## Resposta à proposta de reflexão

Após apresentação de um resumo das tecnologias, podemos voltar à reflexão proposta: qual a diferença entre transmitir a imagem de 100MB através das diferentes tecnologias apresentadas?

O primeiro ponto que deve estar bastante claro: nas condições informadas (sem compressão, sem qualquer tecnologia de recuperação ou otimização) uma foto de 100MB é uma foto de 100MB, em qualquer tecnologia.

Por si só, nenhuma das tecnologias irá produzir uma redução no consumo de dados para transmitir os 100MB. Existe um fator que pode alterar o consumo, especialmente quando utilizada a tecnologia 2G (isso é explicado a seguir, no tópico **Impactos da degradação do 2G no processo de transmissão**).

Obviamente, se associada à tecnologia de transmissão, usarmos outras tecnologias como compressão e outros processos de otimização **embarcados na aplicação**, aí sim poderemos ter alteração no consumo, neste caso, uma economia na transmissão da informação.

Mas então, não há diferenças no processo de transmissão através das diferentes tecnologias?

Sim há diferenças; a reflexão até aqui foi sobre o consumo, mas em termos de velocidade, latência, mobilidade, teremos diferenças. Tomando como exemplo, o fator velocidade, teríamos<sup>3</sup>:

Tecnologia	Taxa de Transmissão	Tempo
2G	40Kbps	~19.500s
NB-IoT	250Kbps	~3.100s
CAT-M1	375Kbps	~2.100s
CAT-1 (download)	10Mbps	~0,080s
CAT-1 (upload)	5Mbps	~0,160s

**3** Notar: 100MB = 781.250 Kbits (em caso de dúvidas, use a ferramenta <http://extraconversion.com/pt/armazenamento-de-dados>)

Tomar como exemplo a tecnologia 2G e replicar para as demais:

- A taxa de transmissão padrão do 2G é de 40Kbps, ou seja, 40Kbits são transmitidos em um segundo.
- Com essas informações, aplicar "regras de três" e determinar o tempo de transmissão.

## Impactos da degradação do 2G no processo de transmissão

Interessante notar o que acontece se estivermos tentando realizar o download da imagem de 100MB e o dispositivo estiver se movimentando:

- Se estivermos usando a tecnologia 2G, a chance de percorrer uma área extensa durante 19.500s é grande. Também é grande a chance de ocorrer a troca da antena servidora<sup>4</sup> (a antena que provê cobertura para o serviço).
- Já se estivermos usando a tecnologia CAT-1, a chance de isso acontecer é remota, afinal a foto será descarregada muito rapidamente (em menos de 1s).

Com a degradação da rede 2G, existe um fator adicional que pode impactar o consumo. Supondo o cenário anterior, de movimento do dispositivo, e que o dispositivo tenha transmitido 50MB quando identificou a necessidade de troca de antena; vamos supor ainda, que por conta da degradação da rede 2G, o dispositivo não encontre a cobertura de uma nova antena para dar continuidade ao serviço

Neste caso, ocorrerá um processo de derrubada da chamada ("drop call") e somente quando o dispositivo encontrar novamente a cobertura de uma antena 2G ele irá se registrar à rede novamente e neste caso, duas situações poderão acontecer:

- Se a aplicação embarcada for "inteligente", o dispositivo irá transmitir os 50MB faltantes. Isso é o mais comum.
- Se a aplicação não for tão "inteligente", pode ser que o dispositivo tenha que retransmitir tudo novamente, ou seja os 100MB.

<sup>4</sup> Processo tecnicamente denominado "handover".

Desafios do 4G: escolha da tecnologia substituta ao 2G

Em qualquer um dos casos, o processo de “handshake”<sup>5</sup>, presente em todas as aplicações TCP/IP e que ocorre antes de iniciar a transmissão da informação útil, irá consumir dados que serão contabilizados pelas operadoras. É um valor ínfimo, mas se muito frequentes, podem impactar no consumo final. Além disso, se a aplicação for mal ajustada como indicado acima, este consumo extra e desnecessário poderá ser significativo.

## Conclusões

A rede 2G, em processo de degradação, não só impacta a qualidade dos serviços, como também implica em consumo maior, o que pode inclusive trazer custos extras à sua operação.

A escolha da tecnologia substituta passa pela reflexão sobre as necessidades da sua própria aplicação:

- Alto ou baixo consumo de dados
- Local de uso
- Sensibilidade do usuário (ou da aplicação) à latência
- Disponibilidade de energia
- Mobilidade

Não entramos nos detalhes, mas dependendo da situação, recomendamos a pesquisa a outras opções de tecnologia, como LTE de categorias mais elevadas que o CAT-1.

<sup>5</sup> O “handshake” das aplicações é a parte do protocolo TCP/IP em que uma máquina que deseja se conectar a outra, para envio informações, se “apresenta” à outra, recebe autorização para a comunicação para finalmente, poder iniciar a transmissão da informação realmente útil (chamada “payload” – no exemplo aqui o “payload” são os 100MB que compõem a imagem). Apesar de ínfimo, os dados trocados no processo de “handshake” são contabilizados pelas operadoras e se muito frequentes, podem impactar no consumo final.



# Capítulo 2

## Desafios do 4G: Bandas/Frequências



**E**ste tema é extremamente sensível para os usuários, especialmente com relação à escolha do dispositivo a ser utilizado. Conhecer as bandas (ou faixa de frequências) alocadas para suportar as redes celulares é essencial para escolher o dispositivo correto. Se o dispositivo não for compatível com determinadas bandas, sua operação ficará prejudicada por uma razão muito simples: o dispositivo não funcionará.

Levando em conta que muitas vezes os dispositivos são importados e que **cada país (ou região do globo) opera em bandas diferentes**, o tema passa a ser ainda mais sensível.

Por isso consideramos importante passarmos um panorama das faixas de frequência alocadas pela ANATEL às operadoras, para a tecnologia 2G, para a tecnologia 4G e o resultado, quando as tecnologias 2G e 3G forem totalmente desligadas, cedendo faixas de frequências para uso na implantação das redes 4G e 5G.

## Espectro original 2G

No Brasil, as operadoras utilizam principalmente as faixas de frequência de **850MHz, 900MHz e 1800MHz** para prover o serviço de **2G (GSM)**. Essas faixas foram padronizadas de acordo com as normas da **Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações)** e são amplamente usadas para chamadas de voz, SMS e serviços de dados GPRS/EDGE.

A **divisão de espectro** entre as quatro principais operadoras Claro, Vivo, TIM e Oi **varia de estado para estado** e é fruto dos leilões de radiofrequência realizados pela Anatel. Cada operadora possui diferentes lotes em diferentes estados.

Faixa	Nome Padrão	Uso Principal
850MHz	GSM-1800	Cobertura de áreas rurais ou regiões afastadas, devido ao seu maior alcance.
900MHz	GSM-900	Presente em algumas áreas urbanas e usada para cobertura indoor (dentro de edifícios) por conta de sua boa penetração de sinal.
1800MHz	GSM-1800	Capacidade adicional para áreas urbanas mais densas, pois permite maior capacidade de rede e menor interferência.
1900MHz	GSM-1900	Menos usada no Brasil, mas presente em alguns dispositivos importados.

Esta combinação de frequências permite que as operadoras ofereçam melhor cobertura e maior capacidade de rede de forma eficiente. Em áreas urbanas, por exemplo, o dispositivo pode “alternar” entre as faixas de 900MHz e 1800MHz, dependendo do congestionamento ou da qualidade do sinal.

## Faixa de 900 MHz (GSM-900)

Esta faixa proporciona maior cobertura em áreas rurais e menos densas, pois **suas ondas de rádio se propagam mais longe** e penetram melhor em obstáculos físicos (paredes, edifícios, florestas).

- **Frequência Exata:** De **890 MHz a 915 MHz** (uplink) e de **935 MHz a 960 MHz** (downlink).

#### Características:

- Oferece **maior alcance de sinal** e melhor penetração em ambientes internos (prédios, casas etc.).
- Ideal para **áreas rurais e regiões com baixa densidade** populacional.
- Menor capacidade de usuários simultâneos, mas maior cobertura geográfica.

#### Faixa de 1800 MHz (GSM-1800)

Esta faixa foi usada para aumentar a capacidade em áreas densas (cidades e centros urbanos) onde a demanda por serviços de voz e SMS era maior.

- **Frequência Exata:** De **1710 MHz a 1785 MHz** (uplink) e de **1805 MHz a 1880 MHz** (downlink).

#### Características:

- Possui **menor alcance de sinal** e **menor penetração** em ambientes internos.
- Oferece **maior capacidade de usuários simultâneos**, sendo usada em áreas urbanas e de alta densidade populacional.
- Geralmente **é usada como faixa de “reforço”** para suportar a demanda em áreas onde a faixa de 900 MHz estaria congestionada.

#### Reaproveitamento das faixas 2G – “Refarming”

A desativação das redes 2G e 3G até 2028, conforme diretrizes da Anatel, não se relaciona apenas à obsolescência da tecnologia ou a questões econômicas<sup>6</sup>.

Essa transição visa também **liberar as frequências** atualmente utilizadas por essas tecnologias, um insumo tecnológico caro e essencial, para serem realocadas em redes mais modernas, como 4G e 5G, por meio de um processo conhecido como “refarming”.

O “refarming” permite que as frequências anteriormente dedicadas ao 2G e 3G sejam reutilizadas para **ampliar a capacidade e a eficiência** das redes 4G e 5G, que oferecem **maior velocidade de dados e menor latência**. Essa estratégia é fundamental para atender à crescente demanda por serviços de dados móveis de alta qualidade no país.

### Como o refarming é realizado?

O refarming não exige necessariamente a substituição das torres de transmissão, mas pode requerer a troca de equipamentos de rádio e software. Veja as etapas principais:

#### 1. Liberação gradual da frequência 2G

As operadoras começam a desligar gradualmente as redes 2G, especialmente em áreas onde há pouca ou nenhuma demanda por essa tecnologia.

Equipamentos legados que ainda utilizam 2G (como máquinas de cartão de crédito e dispositivos IoT) precisam ser migrados para 4G/5G.

Outras ações, já amplamente discutidas pela Links Field, como o **processo de RAN-Sharing**, que vem sendo implantado em conjunto pelas operadoras Vivo e Tim, **visam estender a vida da tecnologia 2G**, otimizando o uso de recursos empregados por esta operadora (equipamentos – incluindo spare parts, frequência, pessoal dedicado ao suporte, energia etc.) para atender uma demanda cada vez menor de dispositivos que precisam utilizar a rede 2G. Reforçando o que Tim e Vivo estão fazendo: consideremos um local onde a demanda pela tecnologia 2G é reduzida,

6 A desativação das redes legadas proporcionará economia de custos operacionais para as operadoras, incluindo manutenção de infraestrutura e consumo de energia.

ou seja, em que não haja a necessidade de 2 sites celulares, cada um de uma das operadoras, cobrindo a mesma região. Nestes casos, uma das operadoras desliga o seu site celular enquanto a outra mantém o seu site e passa a atender os usuários das duas operadoras apenas com o site remanescente.

## 2. Configuração dos equipamentos de rádio

As estações rádio-base (ERBs) são atualizadas com novos módulos de rádio que suportam as tecnologias 4G e 5G.

A mesma frequência que era usada para o 2G passa a ser “dividida” para dar suporte ao 4G. Isso é possível graças ao uso de múltiplos portadores de frequência (carrier aggregation), que é um dos pilares das redes LTE (4G).

## 3. Alocação de blocos de espectro

Se, por exemplo, a operadora tiver 10MHz de espectro para 2G em 1800MHz, ela pode migrar gradualmente esse espectro para o 4G, liberando blocos de 5MHz por vez.

Isso permite uma transição suave, evitando interrupções para os dispositivos que ainda utilizam a rede 2G.

## 4. Uso de tecnologias como DSS (Dynamic Spectrum Sharing)

O DSS (Compartilhamento Dinâmico de Espectro) permite que a mesma faixa de frequência seja usada de forma dinâmica por diferentes tecnologias (2G, 4G e 5G) simultaneamente.

Isso facilita a transição, pois, durante um período de migração, a frequência pode atender tanto dispositivos 2G legados quanto novos dispositivos 4G/5G.

## Benefícios do refarming de 2G para 4G

- Melhor cobertura indoor: as frequências de 850MHz e 900MHz têm grande capacidade de penetração em edifícios e locais fechados, tornando o **sinal mais forte dentro de prédios**.
- Maior capacidade de rede: com mais blocos de espectro disponíveis, as operadoras podem oferecer mais largura de banda para 4G, permitindo **maior velocidade de internet móvel**.
- Eficiência energética: equipamentos de 4G consomem menos energia do que os de 2G e têm **custo de manutenção menor**.
- Redução de custos operacionais: com menos redes legadas (2G e 3G) para manter, as operadoras conseguem **reduzir os custos de operação e manutenção**.

## Exemplos práticos de uso do refarming

- Vivo: já começou a realocar a frequência de 1800MHz, antes usada pelo 2G, para o 4G. Em algumas regiões, o 4G passou a ter mais “espaço” para dados móveis, resultando em velocidades de internet mais altas.
- TIM: está fazendo o refarming no espectro de 900MHz, utilizado por 2G e 3G, para **melhorar a cobertura de 4G em ambientes internos** (indoor).
- Claro: também tem reusado o espectro de 1800MHz, especialmente em grandes centros urbanos, onde a demanda por 4G é maior.

## Desafios do refarming do 2G

- Impacto em dispositivos IoT: muitas máquinas de cartão de crédito, sensores de rastreamento de veículos e equipamentos de medição remota (IoT) ainda usam redes 2G. As operadoras precisam garantir que esses dispositivos migrem para redes 4G ou 5G, o que pode envolver custos para os clientes.
- Interrupção de serviços legados: regiões mais afastadas podem demorar mais para ver o fim do 2G, especialmente se as operadoras

precisarem garantir a inclusão digital para usuários que ainda dependem de celulares básicos.

- Investimento inicial: é necessário realizar atualizações de software e hardware nos rádios das torres, especialmente para garantir a compatibilidade de tecnologias 2G/4G no mesmo espectro.

## Bandas – Leilão Anatel

Considerando todas as bandas<sup>7</sup>, originalmente disponibilizadas pela Anatel às operadoras do Brasil, temos o seguinte panorama:

### Tecnologia, Bandas e Frequências – visão geral

- 5G: n1 (2100), n3 (1800), n7 (2600), n28 (700), n78 (3500)
- 4G: B1 (2100), B3 (1800), B5 (850), B7 (2600), B28 (700)
- 3G: B1 (2100), B5 (850), B8 (900)
- 2G: B2 (1900), B3 (1800), B5 (850), B8 (900)

### Tecnologia, Bandas e Frequências – visão por operadora

#### Vivo

- 5G: n3 (1800), n7 (2600), n28 (700), n1 (2100)<sup>8</sup>
- 4G: B1 (2100), B3 (1800), B5 (850), B7 (2600), B28 (700)
- 3G: B1 (2100), B5 (850)
- 2G: B2 (1900), B3 (1800), B5 (850), B8 (900)

#### Claro

- 5G: n7 (2600), n1 (2100)<sup>9</sup>
- 4G: B1 (2100), B3 (1800), B5 (850), B7 (2600), B28 (700)
- 3G: B1 (2100), B5 (850)
- 2G: B3 (1800), B8 (900)

#### TIM

- 5G: n3 (1800), n7 (2600), n28 (700), n78 (3500), n1 (2100)<sup>10</sup>
- 4G: B3 (1800), B7 (2600), B28 (700)
- 3G: B1 (2100), B5 (850), B8 (900)
- 2G: B3 (1800)

<sup>7</sup> Para mais detalhes sobre o tema bandas e frequências, veja o item ADENDOS, neste documento.

<sup>8/9/10</sup> Possível herança da aquisição da Oi

## Algar

- 4G: B3 (1800), B28 (700)
- 3G: B1 (2100)

## Sercomtel

- 3G: B1 (2100), B5 (850)

## Bandas – Após processo de Refarming

Como visto anteriormente, com o processo de refarming, será esperado que as bandas 2G/3G sejam realocadas para uso e implantação das redes 4G e 5G. Por isso, o cenário final seria:

## Tecnologia, Bandas e Frequências – visão geral

- 5G: n1 (2100), n3 (1800), n7 (2600), n28 (700), n78 (3500)
- 4G: B1 (2100), B2 (1900), B3 (1800), B5 (850), B7 (2600), B8 (900), B2 (1900)

## Tecnologia, Bandas e Frequências – visão por operadora

### Vivo

- 5G: n3 (1800), n7 (2600), n28 (700), n1 (2100)<sup>11</sup>
- 4G: B1 (2100), B2 (1900), B3 (1800), B5 (850), B7 (2600), B8 (900), B28 (700)

### Claro

- 5G: n7 (2600), n1 (2100)<sup>12</sup>
- 4G: B1 (2100), B3 (1800), B5 (850), B7 (2600), B8 (900), B28 (700)

### TIM

- 5G: n3 (1800), n7 (2600), n28 (700), n78 (3500), n1 (2100)<sup>13</sup>
- 4G: B1 (2100), B3 (1800), B5 (850), B7 (2600), B8 (900), B28 (700)

### Algar

- 4G: B1 (2100), B3 (1800), B28 (700)

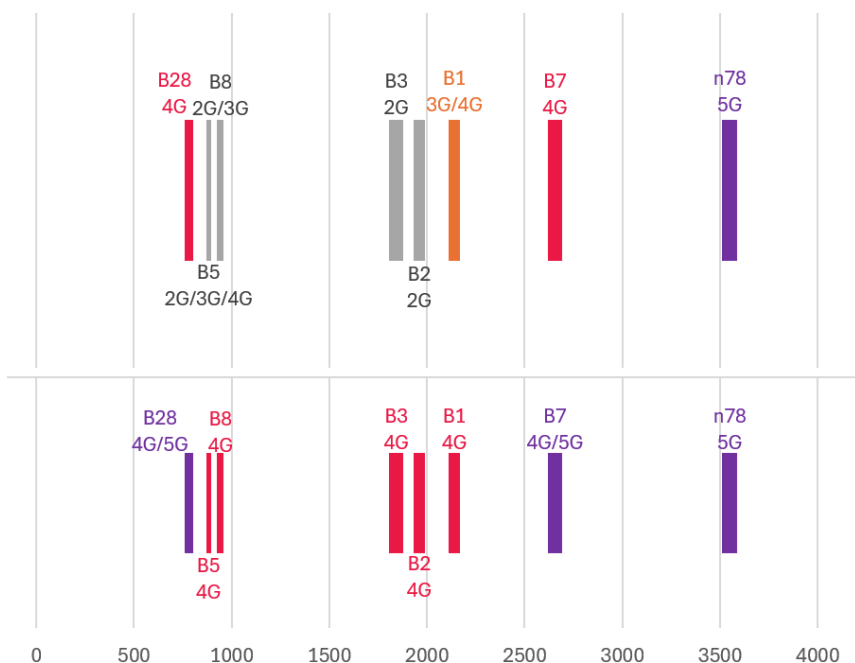
### Sercomtel

- 4G: B1 (2100), B5 (850)

## Bandas de frequência atualmente (2025)

Para melhor visualização das bandas antes e após do refarming, veja na página a seguir, o espectro abaixo entre o 700 Mhz e o 3.500 Mhz, para que possa entender que com a transição do 2G, **haverá alocação de grande parte do espectro para cobertura 4G**, melhorando significativamente o serviço. O gráfico superior mostra as Bandas de Frequência atuais (2025), e o de baixo a estimativa das Bandas de Frequência após o Refarming.

### Bandas de Frequência Atualmente (2025)



### Bandas de Frequência Após Refarming



# Capítulo 3

## Desafios do 4G: maturidade de abrangência da rede



**P**or muitos anos as operadoras investiram fortemente na implantação de uma ampla rede 2G, que cobre boa parte do país e por todo este período esta rede ofereceu qualidade de serviço e cobertura. E esta rede ainda está aí.

Com a introdução das novas redes 4G, as operadoras começaram também a investir nesta infraestrutura, ao mesmo tempo em que precisam seguir cuidando da rede 2G legada.

A implantação de uma nova rede coexistindo com uma rede legada trouxe para o cenário das comunicações celulares uma equação do tipo “ovo e galinha”: **aprimorar a rede 4G depende diretamente do desligamento da rede 2G** (isso porque, como vimos, a implantação das redes 4G dependem diretamente da disponibilidade de espectros de frequências que hoje estão alocados à tecnologia legada 2G).

A conclusão natural: aprimorar a rede 4G depende diretamente da degradação (ou desligamento) da rede 2G.

E este é exatamente o momento em que nos encontramos: a rede 2G deixa de estar no seu melhor momento, na sua melhor performance (pois começa a ser desligada) enquanto a rede 4G ainda não atingiu sua maturidade, ainda não oferece abrangência de cobertura e capacidade adequadas para um serviço de excelência, em todo o território nacional.

Quais as consequências disso? O que fazer enquanto experimentamos esta rede imatura? A resposta a estas questões não são simples, aliás, não existe uma resposta única e cada caso deve ser analisado com cautela. O fato é que a situação está aí e precisa ser encarada de frente.

### **Mercado “consumer”**

Quando olhamos para o mercado “consumer” o impacto, embora exista, é menor. Os usuários inseridos neste contexto normalmente se concentram em áreas urbanas, onde a rede 4G já foi implantada em maior escala e já atingiu boa maturidade.

Quando este usuário se desloca para regiões mais remotas, impactos começam a ser sentidos, mas um fator atenua tais impactos: os dispositivos são robustos, completos e certamente possuem tecnologia fallback para as redes legadas; estes dispositivos também são dotados de tecnologia Wi-Fi que reforçam/garantem a continuidade do serviço. Portanto, podemos dizer que o impacto a este tipo de usuário é menor.

### **Mercado IoT**

Já quando olhamos para o mercado de IoT, que opera em larga escala, os impactos percebidos pela imaturidade da rede 4G ou mesmo pelo período de transição, são muito maiores.

Devemos observar que **este mercado é sensível ao custo**, por conta natural do uso em volume (centavos fazem diferença em larga escala). E neste sentido, qualquer funcionalidade tecnológica incluída no dispositivo, trará custos extras à solução. Exatamente por isso é esperado que os dispositivos IoT sejam mais simples, sem modems para permitir o uso em tecnologia celular fallback ou mesmo contingência Wi-Fi.

Quando temos uma rede 4G madura, o tema contingência de tecnologia sequer é considerado. Porém, quando falamos de uma tecnologia não madura e em processo de transição, **o tema fallback passa a ser primordial**. Mesmo que durante um período temporário (o da transição em si).

E isso traz consequências: custos extras para se poder prestar um serviço de qualidade. Custos estes que pesam significativamente no valor final do dispositivo e da operação.

Afinal, um elemento tecnológico (modem 2G extra, por exemplo), tem peso na composição do custo final de um dispositivo mais simples, como um rastreador; isso não é tão sentido quando pensamos num dispositivo mais sofisticado, como um smartphone.

Claro, cabe ao usuário colocar na balança os prós e contras de custos extras para se prover soluções mais robustas, ou manter os custos dentro de patamares aceitáveis, tendo ciência dos impactos. Se os impactos afetarem a qualidade de forma aceitável (“controlada”), gerir a equação se torna um pouco mais simples. Mas se falamos de **operações sensíveis**, como é o caso das operações de telemetria e rastreamento, acaba sendo impossível **evitar o uso de soluções mais caras**, mas que garantam mais disponibilidade.

## Mapa interativo de cobertura 4G nas rodovias brasileiras

Um dos principais desafios na migração do 2G/3G para o 4G é garantir que a rede substituta tenha abrangência suficiente para manter a operação pelo menos da mesma forma como estava antes, pois diversas aplicações IoT tem característica de missão crítica, como rastreamento veicular e meios de pagamentos. Pensando nisso, a Links Field desenvolveu uma ferramenta exclusiva que mapeia a cobertura 4G nas rodovias brasileiras, utilizando dados da Anatel e do DNIT, dando clareza para empresas na tomada de decisão estratégica.

### Como a ferramenta funciona?

Disponível em <https://rodovias4g.linksfield.com.br/>, a plataforma apresenta um mapa interativo das rodovias do Brasil, classificando os trechos por nível de cobertura 4G (Muito Baixa, Baixa, Média, Boa e Excelente). Os dados são atualizados periodicamente e permitem análises personalizadas por:

- Tipo de rodovia (Federal ou Estadual);
- Operadora móvel (Links Field/Vivo, Claro, e TIM).

Além disso, um dashboard dinâmico exibe vários indicadores, como:

- Quilômetros totais vs. Quilômetros cobertos;
- Ranking de cobertura por operadora;
- Ranking de cobertura por estado.

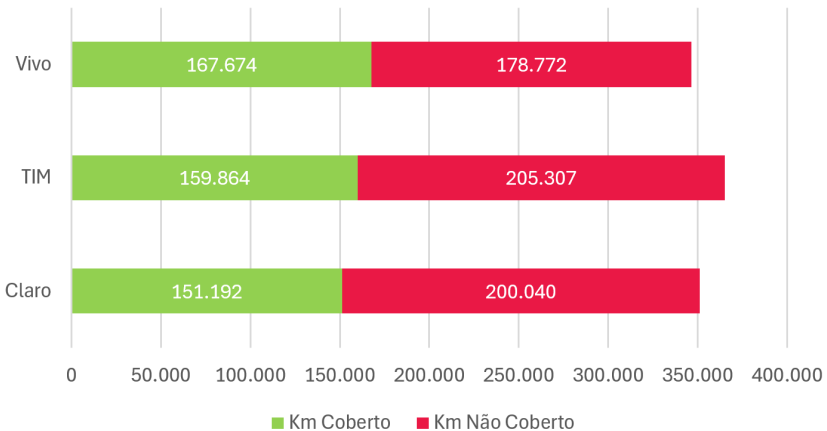


## Análise da Cobertura 4G nas Rodovias

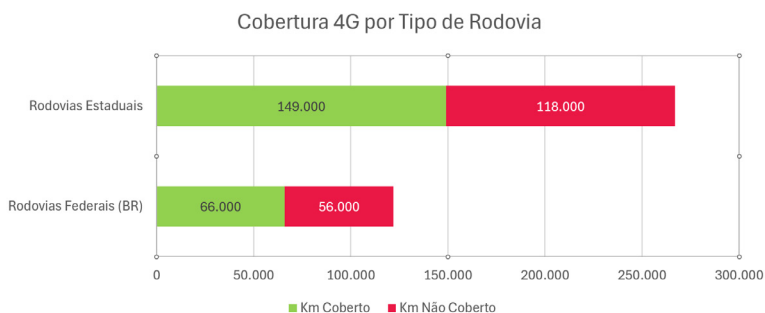
Com os dados obtidos pelos relatórios da Anatel sobre o percentual de cobertura das rodovias por operadora, conseguimos tirar algumas conclusões e ideias gerais sobre a situação da disponibilidade de sinal na principal infraestrutura de transporte do país.

A cobertura 4G nas rodovias brasileiras está presente em mais da metade da malha, mas ainda deixa grandes vazios. Dos 389 mil km mapeados pela Anatel em conjunto com o DNIT, cerca de **215 mil km têm sinal de pelo menos uma operadora**, ou 55%. Esse número sobe pouco quando se somam todas as redes, pois cada empresa cobre trechos distintos e ninguém chega sozinho a 50%.

### Cobertura 4G em Km por Operadora



A distribuição é desigual. **Vivo lidera em quilômetros cobertos** (~168 mil km, 48%), seguida por TIM (~160 mil km, 44%) e Claro (~151 mil km, 43%). Em termos práticos, quem depende de conectividade constante ainda precisa de múltiplos SIM Cards, ou uso de roaming para reduzir zonas sem serviço – no limite, utilizando cobertura satelital para garantir cobertura em grande escala.

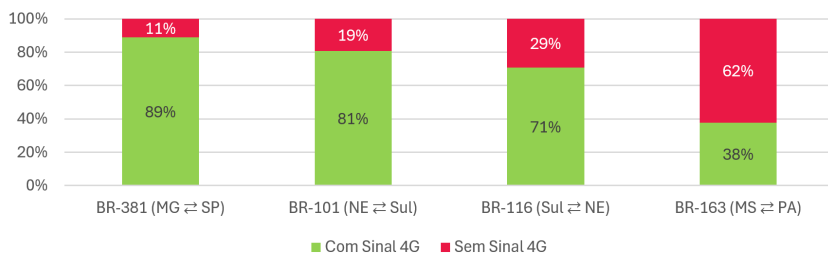


A diferença entre rodovias federais (BR) e estaduais é pequena—54 % contra 56 % de cobertura 4G, mas o impacto logístico das BRs torna cada “buraco” mais caro. Corredores rodoviários estratégicos para a logística do país mostram bem o cenário:

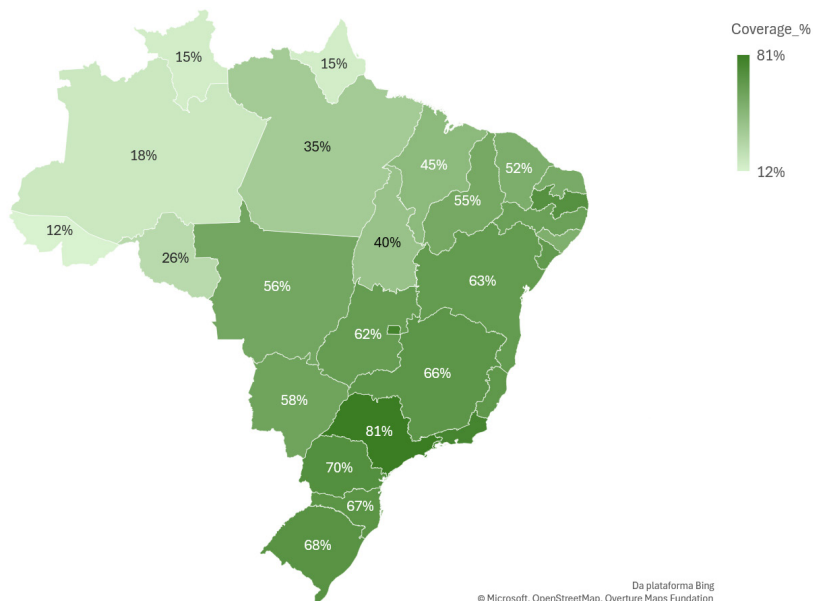
- **BR-381 (MG/SP)**
  - 89% de cobertura combinada (Vivo 80%, TIM 64%, Claro 75%).  
Apresenta boa cobertura em um trecho de grande movimento entre as capitais dos estados.
- **BR-101 (NE-Sul)**
  - 81% de cobertura combinada (Vivo 72%, TIM 66%, Claro 67%).  
São longos trechos litorâneos sem 4G.
- **BR-116 (Sul-Sudeste-NE)**
  - 71% com cobertura combinada (Vivo 60%, TIM 56%, Claro 56%). Isso afeta clareza e segurança na gestão do transporte de cargas entre as regiões.
- **BR-163 (MS-MT-PA)**
  - Somente 38% está coberta! (Vivo 29%, TIM 27%, Claro 29%)  
Gargalo crítico para o agronegócio, onde a telemetria de frota é fundamental.

Desafios do 4G: maturidade de abrangência da rede

### Cobertura 4G de Corredores Rodoviários Brasileiros



### % de Rodovia com Cobertura 4G



No detalhe por estado, São Paulo lidera com 81% de rodovias cobertas, seguido por DF (77%) e Rio de Janeiro (76%). No extremo oposto, Acre, Roraima e Amapá ficam abaixo de 15% de cobertura. **A disparidade reforça a urgência de soluções híbridas** (4G + 2G ou 4G + satélite) em rotas de integração Norte–Centro–Oeste.

## Como a ferramenta apoia a migração

Para empresas que dependem de conectividade em rodovias do Brasil como frotas de caminhões, logística e monitoramento de cargas, a ausência de cobertura 4G em determinadas rotas pode significar falhas na transmissão de dados, impactando a eficiência operacional.

Com essa ferramenta, é possível:

- Identificar rotas críticas onde o 4G ainda não está disponível, permitindo a adoção de estratégias alternativas, como utilização de dispositivos com fallback para o 2G.
- Evitar zonas onde o 4G ainda não está disponível, ou possui baixa qualidade
- Comparar o desempenho das operadoras em diferentes regiões, auxiliando na escolha do melhor provedor de conectividade.
- Planejar a migração gradual dos dispositivos, priorizando áreas com infraestrutura 4G consolidada.

## Como acessar

Acesse e explore o Mapa Interativo de Cobertura 4G nas Rodovias Brasileiras em <https://rodovias4g.linksfield.com.br/> ou leia o QR Code para acessar e verifique a cobertura 4G nas rodovias de seu interesse.





# Capítulo 4

## Desafios do 4G: SMS



O SMS é uma tecnologia de envio de mensagens de texto curtas que foi amplamente utilizada nas redes 2G e 3G. No entanto, com a chegada das redes LTE, que foram projetadas principalmente para dados de alta velocidade, o funcionamento do SMS precisou de algumas adaptações, já que o LTE não possui um canal de voz e sinalização de controle tradicional, como nas redes anteriores. Todos os serviços funcionam sobre redes de dados (IP).

Por isso mesmo, o SMS ganha denominações como:

- SMSoIP (SMS over IP)
- SMSoLTE (SMS over LTE)
- SMSoIMS (SMS over IMS)

O SMS 4G se torna uma aplicação bastante parecida com outras aplicações de mensagens instantâneas já bastante populares, como WhatsApp, Telegram, WeChat entre outros.

Em termos de funcionalidades agregadas à nova versão SMS, podemos citar:

- Envio de mensagens de texto, áudio e vídeo sobre a rede de dados
- Indicação de entrega em tempo real
- Indicação de leitura em tempo real

Em termos de estrutura/arquitetura, o SMSoLTE pode ser implementado conforme detalhado nos próximos itens.

### Arquitetura SMS puramente LTE

Diferente das redes 2G e 3G, em que o SMS era transportado pelos canais de controle da Rede de Acesso (RAN) e do núcleo de comutação por circuito (core CS, CS de “circuit-switched”), **as redes LTE foram projetadas para ser totalmente baseadas em pacotes de dados (IP)**. Isso significa que não há “comutação de circuitos” no LTE, e todos os serviços, incluindo voz e SMS, precisam ser adaptados para funcionar em um ambiente puramente IP.

### Métodos de Entrega de SMS no LTE

Para permitir a continuidade do serviço de SMS em redes LTE, **duas opções de solução foram implementadas:**

### SMS sobre SGs (SMSoSGs)

Nesta solução, **os SMS são entregues através de uma interface especial chamada “SGs”,** que conecta o core LTE (tecnicamente denominado EPC, ou Evolved Packet Core) ao core CS da rede 2G/3G (core legado).

O dispositivo registrado na rede LTE (4G) mantém uma conexão lógica com o core de comutação por circuitos (CS), por meio desta interface SGs.

O SMS de um dispositivo 4G é enviado ao MME (Mobility Management Entity) via a interface SGs, que, por sua vez, se comunica com o MSC (Mobile Switching Center), elemento do core CS responsável por tratar os SMS.

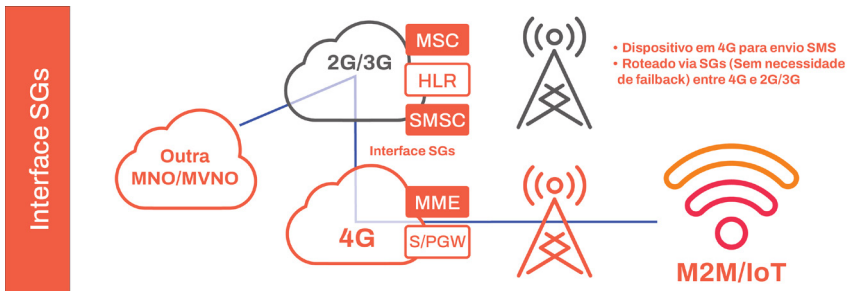
O SMS é então entregue ao destinatário legado<sup>14</sup> usando o mesmo mecanismo de envio de SMS das redes 2G/3G.

Se a origem do SMS é um dispositivo legado, o caminho da entrega é o contrário, ou seja, inicia na SMSC e por meio da interface SG é encaminhado para o MME, que por sua vez será responsável por entregar o SMS ao dispositivo 4G.

A vantagem desta solução é que ela permite que dispositivos compatíveis com LTE recebam SMS sem sair da rede LTE.

A desvantagem por sua vez é seguir dependendo da existência de um núcleo CS legado, o que limita o benefício de uma rede totalmente baseada em IP. Mas esta dependência só é necessária para prover a comunicação entre dispositivos LTE e dispositivos legados 2G/3G.

Na figura abaixo, é possível ver a arquitetura da solução SMSoSGs:



### SMS sobre IMS (SMSoIMS)

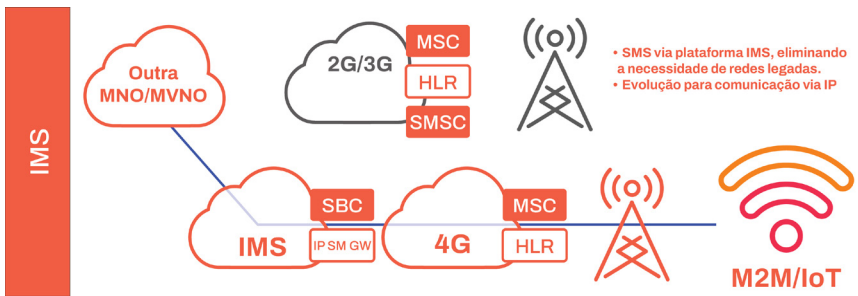
Esta opção usa o elemento IMS (IP Multimedia Subsystem) da rede LTE para transmitir mensagens SMS por meio de IP.

<sup>14</sup> Ou seja, usuário consumer ou dispositivo M2M/IoT que só conta com as tecnologias legadas 2G/3G.

O dispositivo LTE se registra na rede IMS por meio do protocolo SIP (Session Initiation Protocol).

O SMS é encapsulado em uma mensagem SIP e então enviado através do IMS para um servidor chamado IP-SM-GW (SMS Gateway).

O SMS pode ser entregue diretamente a outro usuário LTE ou, se o destinatário estiver em uma rede 2G/3G, o IP-SM-GW encaminha a mensagem ao MSC (que por sua vez, se encarrega de encaminhar a mensagem o SMSC).



A vantagem desta solução é utilizar apenas redes IP, eliminando a dependência do núcleo CS. É mais eficiente e prepara o caminho para redes 5G “standalone” (redes puramente 5G, independentes do core 4G).

A desvantagem é exigir que os dispositivos e a rede suportem IMS (com VoLTE ativado, por exemplo).

### Principais Componentes Envolvidos

Para resumir a sopa de letrinhas:

- MME (Mobility Management Entity): elemento da rede celular 4G que trata a mobilidade do usuário e permite o uso de SGs para entrega de SMS no modo “over SGs”.

## Desafios do 4G: SMS

- SGs Interface: interface lógica que conecta o MME ao core CS para permitir o envio de SMS no modo “over SGs”.
- IMS (IP Multimedia Subsystem): subsistema da rede celular que permite o envio de SMS diretamente por IP.
- IP-SM-GW (IP Short Message Gateway): elemento de rede que converte mensagens SMS do formato IP para o formato tradicional de SMS e vice-versa.
- MSC (Mobile Switching Center): é o elemento de rede usado para enviar e receber SMS de dispositivos que ainda estão na rede 2G/3G.

**Comparação: SMS sobre SG X SMS sobre IMS**

Critério	SMS over SGs	SMS over IMS
Dependência do core CS	Sim	Não (totalmente IP)
Dependência do IMS	Não	Sim
Rede IP pura	Não	Sim
Eficiência	Menor (requer conexão CS)	Maior (puramente IP)
Implementação	Mais simples	Mais complexa

**Benefícios da Abordagem em LTE**

- Compatibilidade: Mesmo os dispositivos LTE sem suporte a IMS (VoLTE) podem receber SMS através do modo “over SGs”.
- Continuidade: O SMS continua funcionando em redes LTE, garantindo a interoperabilidade com dispositivos mais antigos.
- Preparação para 5G: A solução SMS sobre IMS permite a transição para redes 5G puras, que não possuem núcleo de comutação de circuito.

**Arquitetura Híbrida – CS Fallback**

O **CS Fallback (CSFB)** é uma solução de transição usada desde as primeiras implementações de redes LTE, quando os dispositivos eram híbridos (multitecnologia), ou seja, dispositivos que são capazes de se comunicar através das redes 2G, 3G e 4G<sup>15</sup> (dispositivos multitecnologia).

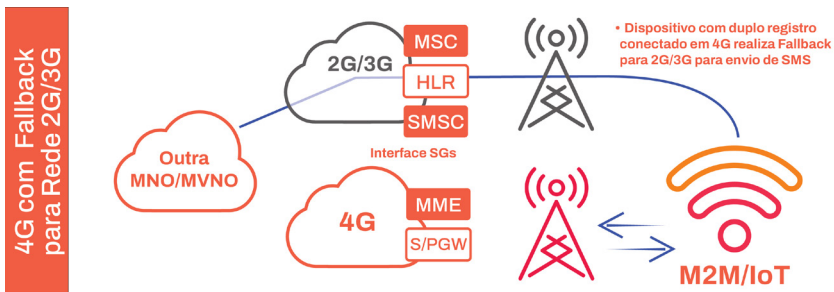
<sup>15</sup> Para isso, os dispositivos precisam ser equipados com “modems” de cada uma das tecnologias

<sup>16</sup> Ou simplesmente “queda” / “retorno”

Como a rede LTE não possui um core de comutação de circuito (CS Core), usado apenas nas redes 2G/3G, o CSFB permite que o usuário “reverta” para uma rede 2G ou 3G (que ainda usa comutação de circuito) para fazer chamadas de voz ou enviar/receber SMS.

É daí que vem a denominação CS Fallback, ou seja, reversão<sup>16</sup> do serviço LTE para uma rede legada, baseada em core CS (ou baseada em comutação de circuito).

Como se pode notar, esta opção é válida enquanto ainda existe o core legado 2G/3G e enquanto os dispositivos disponíveis no mercado são multitecnologia. Com a evolução para **VoLTE** e **SMS over IMS**, o CSFB está sendo gradualmente substituído, mas ainda é amplamente usado em regiões e operadoras que não suportam VoLTE.



Quando o desligamento do 2G for completado, os SMS serão entregues apenas através das soluções vistas anteriormente (IMS ou SGs).

O processo de envio e recebimento de SMS no CSFB segue etapas específicas, dependendo se o SMS está sendo enviado ou recebido. Para quem tem curiosidade sobre os detalhes técnicos da solução CSFB, siga lendo os próximos tópicos. Se preferir, pode ir direto ao tema “Desafios do Serviço SMS”).

### Envio de SMS (do usuário LTE para outro usuário)

1. **Disparo do SMS:** O dispositivo LTE emissor inicia o envio do SMS.
2. **Sinalização para o eNodeB:** O dispositivo envia uma solicitação ao eNodeB (estação base do LTE) para enviar o SMS.
3. **Comando do MME:** O MME identifica que o serviço de SMS precisa usar a rede 3G ou 2G, pois a rede LTE não tem capacidade de comutação de circuito.
4. **Fallback para 2G/3G:** O MME ordena que o dispositivo LTE faça o fallback para a rede 2G/3G. Isso significa que o dispositivo multitecnologia desativa sua conexão LTE e se conecta temporariamente à rede 2G ou 3G.
5. **Envio do SMS pelo MSC:** A rede 2G/3G (controlada pelo MSC, Mobile Switching Center) assume o controle. O dispositivo agora está registrado no núcleo de comutação de circuito (CS Core) e o SMS é enviado usando o canal de sinalização da rede 2G/3G.
6. **Retorno à rede LTE:** Após o envio do SMS, o dispositivo retorna automaticamente à rede LTE e restaura sua conexão de pacotes IP.

### Recebimento de SMS (para o usuário LTE)

1. **Chegada do SMS no MSC:** O SMS é enviado ao SMS Center (SMSC), que então entrega o SMS ao MSC.
2. **Verificação do Local do Usuário:** O MSC verifica em qual rede o usuário está registrado (LTE, 2G ou 3G).
3. **Fallback para 2G/3G:** Se o usuário estiver na rede LTE, o MSC informa esta condição ao MME e este, por sua vez, se comunica com o dispositivo e ordena que ele faça fallback para a rede 2G/3G.
4. **Entrega do SMS:** O dispositivo muda temporariamente para 2G/3G e o SMS é entregue normalmente, usando o canal de controle de sinalização.
5. **Retorno à rede LTE:** Após a entrega, o dispositivo retorna à rede LTE.

## Diferença entre CSFB e SMS over SGs

Critério	CSFB	SMS over SGs
Tipo de Conexão	O dispositivo muda para 2G/3G.	Dispositivo permanece na rede LTE.
Interrupção de Dados	Sim (conexão de dados é perdida).	Não (o usuário permanece no LTE).
Implementação	Mais simples, mas interrompe os dados	Mais eficiente, mas requer integrações adicionais
Dependência de CS	Sim, usa a rede CS (2G/3G).	Sim, usa a interface SGs para comunicação com o CS Core.

### Quando o CS Fallback é Usado?

- **Em Redes LTE Sem VoLTE:** Se o VoLTE (Voice over LTE) não está habilitado, o CSFB é uma solução de transição para suportar chamadas de voz e SMS.
- **Áreas de Cobertura Limitada:** Se a cobertura LTE for fraca e a rede 2G/3G for mais forte, o dispositivo pode forçar o CSFB.
- **Dispositivos Sem IMS Ativado:** Dispositivos que não suportam o IMS (usado no **SMS over IMS**) dependem de CSFB para enviar SMS.

### Os dispositivos IoT e o Serviço SMS

Como visto acima, o SMS adquire características totalmente novas na rede 4G. Por isso, antes de escolher um dispositivo, é de suma importância conhecer as características do dispositivo a ser adquirido.

Na visão de muitos usuários o serviço SMS já não está funcionando como deveria. A reclamação costuma ser mais frequente quando existe a necessidade de entrega de um SMS ao dispositivo.

Mas antes de tomar isso como verdade, vale a pena entender os mecanismos adotados na implementação do dispositivo, e até mesmo o estágio de evolução da rede celular da operadora escolhida pelo usuário.

**17** Normalmente esta é opção mais utilizada, afinal, ao se adquirir um dispositivo híbrido, é natural que se esteja buscando usufruir das características da rede 4G.

Para ajudar na escolha/definição do dispositivo a ser adquirido, e para ilustrar alguns casos relatados pelos usuários, indicamos nos itens a seguir algumas considerações.

### Dispositivos híbridos

A grande questão destes dispositivos passa pela resposta: o dispositivo suporta CSFB, também é compatível com SMSoIMS?

- Se o dispositivo não suportar nenhuma das soluções, o SMS só será entregue ou enviado quando o dispositivo estiver registrado na rede 2G/3G. Neste ponto se faz necessário validar as opções de configuração do dispositivo:
- Preferir registro no 4G<sup>17</sup>: o dispositivo vai tender a ficar mais tempo na rede 4G, só se registrando em 2G/3G na ausência de sinal 4G e desta forma, a entrega do SMS vai demorar a ocorrer.
- Preferir registro no 2G: o dispositivo vai tender a ficar mais tempo na rede 2G, só se registrando em 4G na ausência das redes legadas. Desta forma, a chance de entrega do SMS será maior.
- Se o dispositivo suportar CSFB, a tendência é que não haja impactos com o serviço SMS. O core de rede, através do elemento MME, vai se comunicar com o dispositivo e solicitar que ele realize o CSFB. Isso só não irá acontecer caso exista algum tipo de configuração no dispositivo que impeça o retorno às redes legadas (por exemplo: “se a rede 4G está OK, siga registrado nesta rede, só faça o fallback quando tiver que se reiniciar”).
- Se o dispositivo suporta SMSoIMS também existe uma grande chance de não haver impactos no serviço de SMS. A questão aqui surge quando o core de rede (ou seja, a operadora) não está preparada para o SMSoIMS ou SMSoSGs, ou seja, se a operadora ainda não implementou os elementos e integrações necessários para prover o SMS 4G, conforme opções descritas anteriormente neste material. Neste caso, a entrega ou envio do SMS só se dará através das soluções legadas, ou seja, somente quando o dispositivo estiver registrado nas redes 2G ou 3G.

## Dispositivos puramente 4G

Neste caso, a única forma de garantir o pleno funcionamento do SMS é através de dispositivos preparados para suportar a solução SMSoIMS.

E, como dito acima, não basta apenas o dispositivo estar preparado. É necessário garantir que a rede da operadora celular escolhida, também esteja (IMS ou interface SGs implantados).

## Mas há vantagens em se manter o serviço SMS nas redes 4G?

A resposta a esta pergunta apresenta uma opinião pessoal da Links Field. Se pensarmos em dispositivos consumer, como smartphones, a resposta é não. Afinal, outras opções de mensageria, como WhatsApp, já estão bastante consolidadas. O uso do SMS como mecanismo de comunicação entre empresas e usuários ou como fator de segurança também está perdendo espaço para estes outros aplicativos (justamente porque o SMS não foi desenvolvido pensando em segurança).

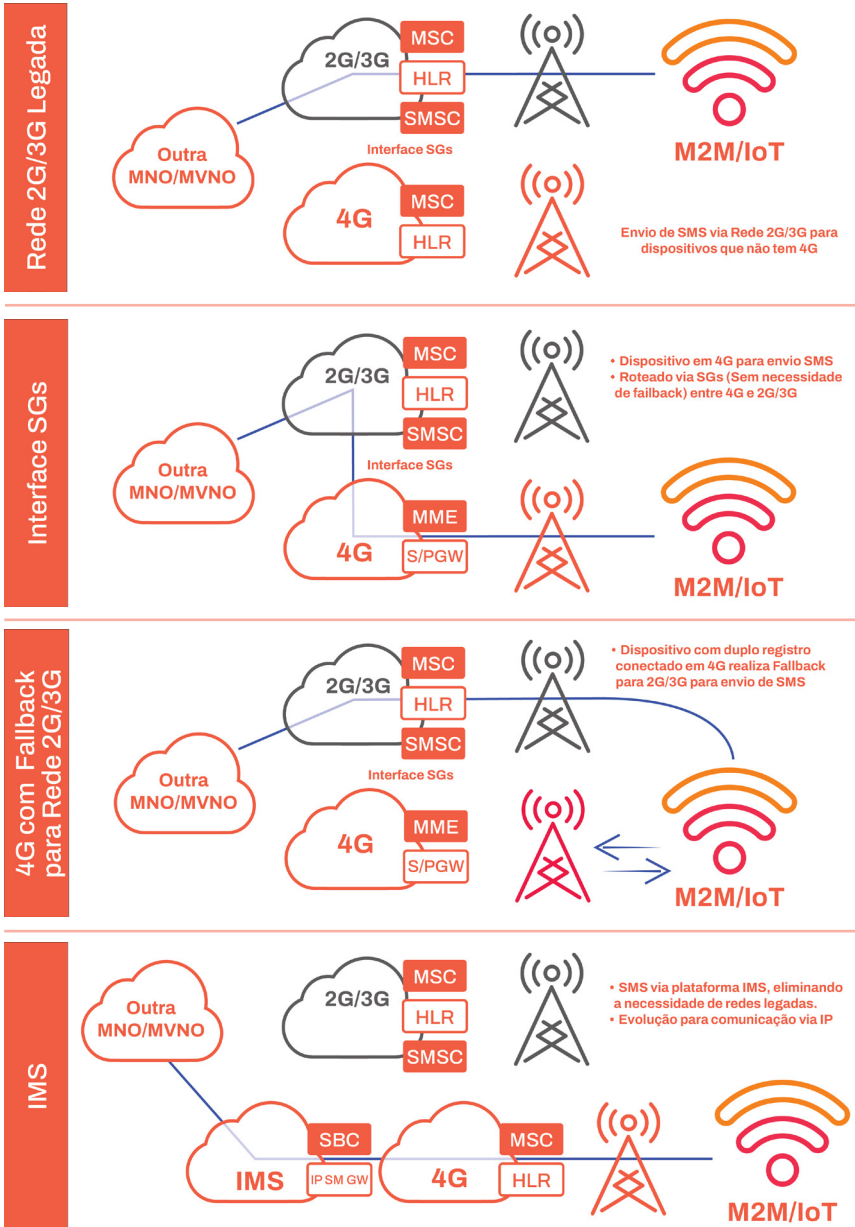
Pensando em dispositivos IoT, a resposta também é não. Nas redes 2G e 3G o SMS era utilizado como backup ao serviço de dados. E isso fazia muito sentido pois, de fato, a arquitetura destas redes trata os serviços Voz/SMS e Dados, através de dois conjuntos de elementos de rede distintos, o core CS e o core PS, respectivamente.

Ou seja, se o serviço de dados, que é tratado no core PS, sofre uma interrupção, o serviço pode ser continuado (talvez de forma reduzida, simplificada, mas ainda mantendo o serviço essencial), através do SMS, que é tratado por um outro bloco, o core CS.

No 4G isso não faz nenhum sentido. Todos os serviços passam a ser do domínio de dados (pacotes, core PS), e, portanto, não vemos vantagens claras em se manter o serviço SMS para dispositivos puramente 4G. O esforço em se desenvolver pilhas de protocolos para suportar o serviço SMS encarece o dispositivo sem trazer vantagens explícitas à solução.

Desafios do 4G: SMS

Em Resumo:





# Capítulo 5

O maior desafio de todos: a escolha do dispositivo



**T**odos os aspectos discutidos nos tópicos anteriores são essenciais para superar um dos maiores desafios que surge com o processo do desligamento das redes legadas: a escolha do dispositivo.

Isso porque esta escolha deve ser criteriosa e deve levar em consideração as seguintes questões:

- Disponibilidade da tecnologia na região de operação: por exemplo, a tecnologia NB-IoT está disponível nas regiões em que a operação vai estar presente?
- O dispositivo trabalha com todas as faixas de frequência (bandas) utilizadas no Brasil? O dispositivo pelo menos trabalha com as bandas utilizadas pela operadora escolhida para prover o serviço? Ou ainda, o dispositivo vai trabalhar com as bandas utilizadas na região em que a operação do cliente vai estar presente?
- O dispositivo utiliza SMS? Em que situações? É essencial ou pode ser substituído por soluções puramente de dados?

O maior desafio de todos: A escolha do dispositivo

- O dispositivo é homologado pela ANATEL?
- O dispositivo passou por testes junto às operadoras (“homologação informal das operadoras”)?
- Qual a maturidade da rede 4G na região de operação?
  - A rede 4G atende bem ou a região ainda possui localidades atendidas pela rede 2G?
  - Um dispositivo com tecnologia puramente 4G irá funcionar bem ou haverá degradação de serviço por conta de o dispositivo passar com regularidade por áreas atendidas apenas pela tecnologia 2G?
  - As vantagens à operação, com o uso de um dispositivo com tecnologia híbrida (4G com fallback 2G), superam os custos para se manter a contingência?
  - Em que momento a operação pode começar a introduzir dispositivos puramente 4G?

Vamos discutir em detalhes as questões levantadas acima.

### O que considerar na escolha do novo dispositivo 4G?

A escolha do dispositivo é um dos desafios mais críticos no contexto do desligamento das redes legadas 2G e 3G. Como discutido anteriormente, a transição para tecnologias mais modernas, como o 4G e o 5G, exige uma análise cuidadosa das necessidades da operação, da infraestrutura disponível e das características dos dispositivos.

### Disponibilidade da tecnologia na região de operação

A primeira questão a ser considerada é a **disponibilidade da tecnologia na região onde o dispositivo será utilizado**. Por exemplo, tecnologias como o NB-IoT podem não estar disponíveis em todas as regiões do Brasil. Portanto, é fundamental verificar se a tecnologia escolhida está presente nas áreas de operação. Caso contrário, o dispositivo pode não funcionar adequadamente, especialmente em áreas remotas ou com cobertura limitada.

O maior desafio de todos: A escolha do dispositivo

## Compatibilidade com as bandas de frequência

Outro ponto crucial é a compatibilidade do dispositivo com as bandas de frequência utilizadas no Brasil ou, mais especificamente, pelas operadoras escolhidas para prover o serviço. Como visto no capítulo 2, diferentes operadoras utilizam diferentes bandas de frequência para suas redes 4G. Por exemplo, a Vivo utiliza as bandas B1 (2100MHz), B3 (1800MHz), B5 (850MHz), B7 (2600 MHz) e B28 (700 MHz), enquanto a TIM opera nas bandas B3 (1800MHz), B7 (2600MHz), B28 (700MHz)<sup>18</sup>.

Portanto, é essencial que o dispositivo suporte as bandas utilizadas pela operadora na região de operação.

## Uso de SMS e alternativas baseadas em dados

O uso de SMS pode ser um fator importante, dependendo da aplicação. Em redes 4G, o SMS pode ser entregue através de diferentes métodos, como SMS sobre SGs ou SMS sobre IMS. No entanto, em dispositivos IoT, o SMS pode não ser essencial, especialmente se a operação puder ser realizada exclusivamente com transmissão de dados. Nesse caso, é importante avaliar se o dispositivo realmente precisa suportar SMS ou se pode ser substituído por soluções puramente baseadas em dados, o que pode reduzir custos e simplificar a operação.

No entanto, nem todo dispositivo está preparado para suportar o SMS na rede de dados. Portanto, ao se escolher um dispositivo, deve-se levar em conta:

- O dispositivo realmente precisa de SMS na rede 4G? Por exemplo: o dispositivo é configurado remotamente apenas por SMS<sup>19</sup>
- O dispositivo pode realizar o fallback para redes legadas para recebimento do SMS? E a operadora escolhida para prestação do serviço, segue apta para tratar o fallback?

<sup>18</sup> Estamos falando das frequências utilizadas atualmente pela TIM para prover o serviço 4G. Reforçando: depois que o 2G for desligado e a TIM completar o processo de rebranding, novas bandas (hoje, utilizadas pelo 2G), passarão a ser utilizadas para prover a rede 4G.

<sup>19</sup> Nossa recomendação é que o dispositivo também seja configurado por dados (e não por SMS).

O maior desafio de todos: A escolha do dispositivo

- O dispositivo suporta SMS 4G? E a operadora escolhida para prestação do serviço, está preparada para tratar o SMS 4G (IMS, interface SGs)?

### Homologação na ANATEL e testes com operadoras

A homologação na ANATEL é um requisito obrigatório para qualquer dispositivo que opere no Brasil. Além disso, **é recomendável que o dispositivo tenha passado por testes com as operadoras**, o que é conhecido como “homologação informal”. Esses testes garantem que o dispositivo seja compatível com a infraestrutura da operadora e funcione corretamente em suas redes. Dispositivos que não passaram por esses testes podem apresentar problemas de conectividade ou desempenho, especialmente em áreas com cobertura limitada.

### Maturidade da rede 4G na região de operação

A maturidade da rede 4G na região de operação é outro fator crítico. Em áreas onde a rede 4G ainda não está totalmente consolidada, pode haver uma dependência significativa das redes legadas 2G e 3G. **Nesses casos, dispositivos puramente 4G podem sofrer degradação de serviço ao passar por áreas atendidas apenas por redes 2G**. Portanto, é importante avaliar se a rede 4G na região de operação é suficientemente madura para suportar dispositivos puramente 4G ou se é necessário optar por dispositivos híbridos (4G com fallback 2G).

### Vantagens e custos de dispositivos híbridos versus puramente 4G

A escolha entre dispositivos híbridos (4G com fallback 2G) e dispositivos puramente 4G deve levar em consideração os custos e as vantagens de cada opção. Dispositivos híbridos oferecem maior flexibilidade, especialmente em áreas onde a rede 4G ainda não está totalmente disponível. No entanto, eles tendem a ser mais caros devido à necessidade de suportar múltiplas tecnologias. Por outro lado, dispositivos puramente 4G podem ser mais econômicos, mas só são viáveis em regiões onde a rede 4G já está bem estabelecida.

O maior desafio de todos: A escolha do dispositivo

## Especificações técnicas dos principais modelos do mercado

No quadro a seguir apresentamos exemplos de dispositivos rastreadores, preparados para a tecnologia 4G e que já estão disponíveis no mercado brasileiro (homologados inclusive).

A ideia deste quadro é listar as principais características técnicas que se deve avaliar/comparar no momento de se escolher um dispositivo 4G que seja aderente às necessidades da sua operação.

Característica	GV50 CG	ST8310UM	NT40 (CAT1/2G)	J16 Original	E3+ 4G
Fabricante	Queclink	Suntech	X3 Tech	Voxter	BWS
Rede Celular	CAT1 fallback 2G	CAT1 fallback 2G	CAT1 fallback 2G	CAT1 fallback 2G	CAT1 fallback 2G
Tipo de SIMCARD	4FF (Nano)	4FF (Nano)	3FF (Micro)	3FF (Micro)	3FF (Micro)
Módulo	QLC200 (Queclink)	EG915U-LA (Quectel)	A7670SA (SIMCOM)	A7670SA (SIMCOM)	EG915U-LA (Quectel)
Dimensões (mm)	76(C) x 39(L) x 16(A)	61 (C) x 53(L) x 20,8(A)	80(C) x 32(L) x 15(A)	79(C) x38(L) x16(A)	97(C) x37(L) x17(A)
Temperatura de Trabalho (°C)	-30 até +70	-30 até +85	-20 até +70	-20 até +60	-35 até +75
Tensão Elétrica (VCC)	9 até 90	8 até 33	9 até 90	9 até 90	9 até 100
Peso (g)	71.5	76	38	43.2	32
Entrada para Ignição	OK	OK	OK	OK	OK
Entradas Digital	1	1	-	-	1
Saída Digital	1	1	1	1	1
Suporte IGN Virtual	OK	OK	OK	OK	OK
Sensor de Movimento	OK	OK	OK	OK	OK
Bateria Interna	3,7V, Li-Po, 190 mAh	3.7V, Li-ion 220 mAh	3.7V, Li-ion 100 mAh	3.7V, Li-ion 300 mAh	3,7V, Li-Po, 280 mAh
Localização GNSS	GPS, Beidou		GPS, Beidou	GPS, Beidou	
Blindagem	IP55	IP67	IP65	IP55	IP67
Posições em memória (Max)	10.000	10.000	1.000	2.000	10.000
Anatel	10705-23-07782	04902-24-03554	08973-23-05974	18981-23-15524	15887-23-13041

O maior desafio de todos: A escolha do dispositivo

## GV50 CG (Queclink)

O GV50 CG se destaca por sua robustez e versatilidade, sendo ideal para aplicações que exigem alta confiabilidade em condições adversas. Com suporte para CAT1 com fallback 2G, ele garante conectividade mesmo em áreas com cobertura 4G limitada. Além disso, sua ampla faixa de tensão elétrica (9V a 90V) e a capacidade de operar em temperaturas extremas (-30°C a +70°C) o tornam adequado para veículos pesados e operações em ambientes desafiadores. A presença de entradas digitais e saídas digitais, além de suporte para ignição virtual e sensor de movimento, ampliam suas possibilidades de uso em soluções de rastreamento e telemetria.



Característica	GV50 CG
Fabricante	Queclink
Rede Celular	CAT1 fallback 2G
Tipo de SIMCard	4FF (Nano)
Módulo	QLC200 (Queclink)
Dimensões (mm)	76(C) x 39(L) x 16(A)
Temperatura de Trabalho (°C)	-30 até +70
Tensão Elétrica (VCC)	9 até 90
Peso (g)	71.5
Entrada para Ignição	OK
Entradas Digital	1
Saída Digital	1
Suporte IGN Virtual	OK
Sensor de Movimento	OK
Bateria Interna	3,7, Li-Po, 190 mAh
Localização GNSS	GPS, Beidou
Blindagem	IP55
Posições em memória (max)	10.000
Anatel	10705-23-07782

### Destaques:

- Robustez
- Versatilidade
- Conectividade: 2G + 4G
- Tensão Elétrica: 9V a 90V
- Temperaturas Extremas: -30°C a +70°C

O maior desafio de todos: A escolha do dispositivo

## ST8310UM (Suntech)

O ST8310UM é um rastreador compacto e eficiente, projetado para aplicações que exigem alta precisão e durabilidade. Com suporte para CAT1e fallback 2G, ele oferece conectividade confiável em diversas regiões. Sua classificação IP67 garante resistência a poeira e água, sendo ideal para veículos que operam em ambientes externos ou sob condições climáticas severas. Além disso, sua bateria interna de 220mAh e a capacidade de armazenar até 10.000 posições em memória o tornam uma excelente opção para operações que exigem monitoramento contínuo e detalhado.



Característica	ST8310UM
Fabricante	Suntech
Rede Celular	CAT1 fallback 2G
Tipo de SIMCard	4FF (Nano)
Módulo	EG915U-LA (Quectel)
Dimensões (mm)	61(C) x 53(L) x 20,8(A)
Temperatura de Trabalho (°C)	-30 até +85
Tensão Elétrica (VCC)	8 até 33
Peso (g)	76
Entrada para Ignição	OK
Entradas Digital	1
Saída Digital	1
Suporte IGN Virtual	OK
Sensor de Movimento	OK
Bateria Interna	3,7, Li-ion, 220 mAh
Localização GNSS	-
Blindagem	IP67
Posições em memória (max)	10.000
Anatel	04902-24-03554

### Destaques:

- Compacto
- Eficiente
- Conectividade: 2G + 4G
- Resistente: IP67
- Bateria Interna: 220mAh

O maior desafio de todos: A escolha do dispositivo

### NT40 (X3 Tech)

O NT40 é um rastreador leve e compacto, ideal para aplicações que exigem simplicidade e eficiência. Com suporte para CAT1 e fallback 2G, ele garante conectividade em áreas com cobertura 4G limitada. Sua bateria interna de 100mAh e a capacidade de armazenar 1.000 posições em memória o tornam adequado para operações de curto prazo ou com necessidades reduzidas de armazenamento de dados. Além disso, sua classificação IP65 oferece proteção contra poeira e jatos de água, garantindo durabilidade em ambientes externos.



Característica	NT40 (CAT1/2G)
Fabricante	X3 Tech
Rede Celular	CAT1 fallback 2G
Tipo de SIMCard	3FF (Micro)
Módulo	A7670SA (SIMCOM)
Dimensões (mm)	80(C) x 32(L) x 15(A)
Temperatura de Trabalho (°C)	-20 até +70
Tensão Elétrica (VCC)	9 até 90
Peso (g)	38
Entrada para Ignição	OK
Entradas Digital	-
Saída Digital	1
Suporte IGN Virtual	OK
Sensor de Movimento	OK
Bateria Interna	3,7, Li-ion, 100 mAh
Localização GNSS	GPS, Beidou
Blindagem	IP65
Posições em memória (max)	1.000
Anatel	08973-23-05974

### Destaques:

- Leve
- Compacto
- Conectividade: 2G + 4G
- Tensão Elétrica: 9V a 90V
- Resistente: IP65

O maior desafio de todos: A escolha do dispositivo

### J16 Original (Voxter)

O J16 Original é um rastreador versátil e econômico, projetado para aplicações que exigem custo-benefício e funcionalidades básicas. Com suporte para CAT1 e fallback 2G, ele garante conectividade em diversas regiões. Sua bateria interna de 300mAh e a capacidade de armazenar 2.000 posições em memória o tornam adequado para operações de médio prazo. Além disso, sua classificação IP55 oferece proteção contra poeira e respingos de água, sendo uma opção acessível para veículos leves e aplicações de rastreamento simples.



Característica	J16 Original
Fabricante	Voxter
Rede Celular	CAT1 fallback 2G
Tipo de SIMCard	3FF (Micro)
Módulo	A7670SA (SIMCOM)
Dimensões (mm)	79(C) x 38(L) x 16(A)
Temperatura de Trabalho (°C)	-20 até +60
Tensão Elétrica (VCC)	9 até 90
Peso (g)	43,2
Entrada para Ignição	OK
Entradas Digital	-
Saída Digital	1
Suporte IGN Virtual	OK
Sensor de Movimento	OK
Bateria Interna	3,7, Li-ion, 300 mAh
Localização GNSS	GPS, Beidou
Blindagem	IP55
Posições em memória (max)	2.000
Anatel	18961-23-15524

#### Destaques:

- Versátil
- Econômico
- Conectividade: 2G + 4G
- Tensão Elétrica: 9V a 90V
- Bateria Interna: 300mAh

O maior desafio de todos: A escolha do dispositivo

### E3+ 4G (BWS)

O E3+ 4G é um rastreador compacto e eficiente, ideal para aplicações que exigem alta precisão e conectividade 4G. Com suporte para CAT1 e fallback 2G, ele garante operação contínua mesmo em áreas com cobertura 4G limitada. Sua bateria interna de 280mAh e a capacidade de armazenar até 10.000 posições em memória o tornam adequado para operações de longo prazo. Além disso, sua classificação IP67 garante resistência a poeira e água, sendo uma excelente opção para veículos que operam em ambientes externos ou sob condições climáticas adversas.



Característica	E3 + 4G
Fabricante	BWS
Rede Celular	CAT1 fallback 2G
Tipo de SIMCard	4FF (Nano)
Módulo	EG915U-LA (Quectel)
Dimensões (mm)	97(C) x 37(L) x 17(A)
Temperatura de Trabalho (°C)	-35 até +75
Tensão Elétrica (VCC)	9 até 100
Peso (g)	32
Entrada para Ignição	OK
Entradas Digital	1
Saída Digital	1
Suporte IGN Virtual	OK
Sensor de Movimento	OK
Bateria Interna	3,7, Li-Po, 280 mAh
Localização GNSS	
Blindagem	IP67
Posições em memória (max)	10.000
Anatel	15887-23-13041

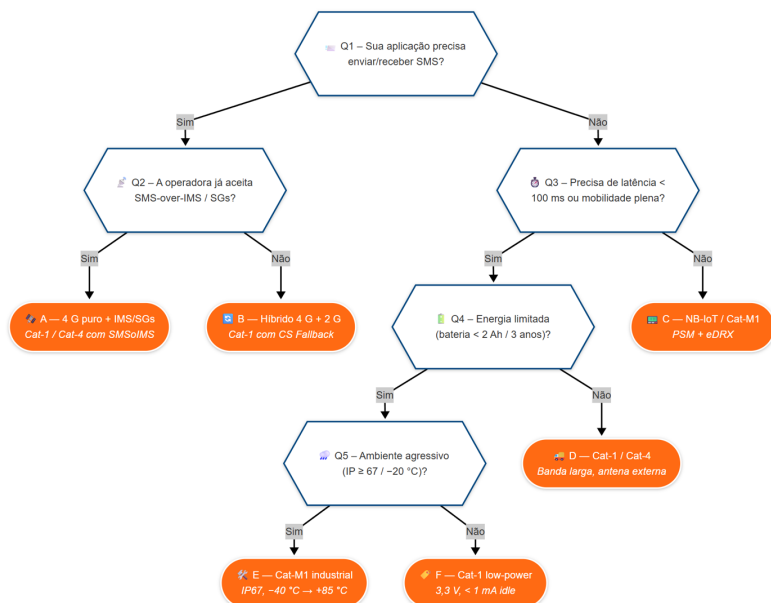
### Destaques:

- Compacto
- Eficiente
- Conectividade: 2G + 4G
- Resistente: IP67
- Bateria Interna: 280mAh

O maior desafio de todos: A escolha do dispositivo

### Em resumo...

A escolha do dispositivo é um processo complexo que deve levar em consideração diversos fatores, como a disponibilidade da tecnologia, a compatibilidade com as bandas de frequência, o uso de SMS, a homologação na ANATEL, a maturidade da rede 4G e os custos associados. A tabela comparativa apresentada anteriormente oferece uma visão geral de alguns 4G disponíveis no mercado, mas é essencial realizar uma análise detalhada das necessidades da operação e das características da região de operação para garantir que a escolha do dispositivo seja a mais adequada.



A transição para redes 4G exige uma abordagem cuidadosa e estratégica na escolha dos dispositivos. A análise criteriosa das questões levantadas neste capítulo ajudará a garantir que a operação continue funcionando de forma eficiente, mesmo com o desligamento das redes legadas 2G e 3G.



# Conclusão

A Links Field tem o amplo reconhecimento do mercado de M2M e IoT como uma operadora celular (MVNO) de excelência na prestação de seus serviços.

Mas não nos satisfazemos apenas em prover conectividade com qualidade: queremos também ser o parceiro ideal para a operação de nossos clientes, e utilizar a nossa expertise, adquirida em décadas de atuação neste mercado, para apoiar e contribuir com nosso cliente a tomar as melhores decisões neste momento complexo da transição tecnológica 2G x 4G.

Por isso elaboramos este material como o máximo de informações que julgamos importantes para este processo.

Caso tenha sentido falta de alguma informação, caso discorde de alguma abordagem ou caso tenha encontrado algum erro, pedimos por favor, entrar em contato. Vamos avaliar e se for o caso, vamos orientar nossos leitores para que todos possam ter acesso à informação correta.

Caso queira discutir outros temas, não deixe de nos contatar. Você pode nos encontrar nas principais redes sociais e nossos Gerentes de Contas estão sempre à disposição para um café e discutirmos juntos possibilidades de novos negócios e apoio mútuo.



# Apêndices

## Bandas de Frequência FDD

Banda	Faixa MHz	Nome	Uplink MHz	Downlink MHz	Largura MHz	Região
1	2100	IMT	1920 - 1980	2110 - 2170	60	Global
2	1900	PCS blocks A-F (subset of band 25)	1850 - 1910	1930 - 1990	60	NAM
3	1800	DCS	1710 - 1785	1805 - 1880	75	Global
4	1700	AWS blocks A-F (AWS-1) (subset of band 10)	1710 - 1755	2110 - 2155	45	NAM
5	850	CLR (subset of band 26)	824 - 849	869 - 894	25	NAM
6	850	UMTS only	830 - 840	875 - 885	10	APAC
7	2600	IMT-E	2500 - 2570	2620 - 2690	70	EMEA
8	900	E-GSM	880 - 915	925 - 960	35	Global
9	1800	Japan UMTS 1700 / Japan DCS (subset of band 3)	1749.9 - 1784.9	1844.9 - 1879.9	35	APAC
10	1700	Extended AWS blocks A-I (superset of band 4)	1710 - 1770	2110 - 2170	60	NAM
11	1500	Lower PDC	1427.9 - 1447.9	1475.9 - 1495.9	20	Japan
12	700	Lower SMH blocks A/B/C	699 - 716	729 - 746	17	NAM
13	700	Upper SMH block C	777 - 787	746 - 756	10	NAM
14	700	Upper SMH block D (for First Net - Public Safety)	788 - 798	758 - 768	10	NAM
17	700	Lower SMH blocks B/C (subset of band 12)	704 - 716	734 - 746	12	NAM
18	850	Japan lower 800 (subset of band 26)	815 - 830	860 - 875	15	Japan
19	850	Japan upper 800 (subset of band 26)	830 - 845	875 - 890	15	Japan
20	800	EU Digital Dividend	832 - 862	791 - 821	30	EMEA
21	1500	Upper PDC	1447.9 - 1462.9	1495.9 - 1510.9	15	Japan
22	3500		3410 - 3490	3510 - 3590	80	EMEA

# Apêndices

Banda	Faixa MHz	Nome	Uplink MHz	Downlink MHz	Largura MHz	Região
23	2000	S-Band (AWS-4)	2000 - 2020	2180 - 2200	20	NAM
24	1600	L-Band (US)	1626.5 - 1660.5	1525 - 1559	34	NAM
25	1900	Extended PCS blocks A-G (superset of band 2)	1850 - 1915	1930 - 1995	65	NAM
26	850	Extended CLR (superset of bands 5, 6, 18 and 19)	814 - 849	859 - 894	35	NAM
27	850	SMR (adjacent to band 5)	807 - 824	852 - 869	17	NAM
28	700	APT	703 - 748	758 - 803	45	APAC,EU
29	700	Lower SMH blocks D/E (for Carrier Aggregation only)	N/A	717 - 728	11	NAM
30	2300	WCS blocks A/B	2305 - 23151	2350 - 2360	10	NAM
31	450		452.5 - 457.5	462.5 - 467.5	5	Global
32	1500	L-Band (for Carrier Aggregation only)	N/A	1452 - 1496	44	EMEA
65	2100		1920 - 2010	2010 - 2200	190	Global
66	1700/2100	AWS-3	1710 - 1780	2110 - 2200	90/70	NAM
67	700	EU	(No Uplink - Downlink Only)	738 - 758	20	EMEA
68	700	ME	698 - 728	753 - 783	30	EMEA
69	2500	DL	(No Uplink - Downlink Only)	2570 - 2620	50	
70	1700/1900	AWS-4	1695 - 1710	1695 - 1710	25/15	NAM
71	600		663 - 698	617 - 652	35	NAM
72	450	PMR/PAMR	451 - 456	461 - 466	5	EMEA
73	450	APAC	450 - 455	460 - 465	5	APAC
74	1400	L-band	1427 - 1470	1475 - 1518	43	NAM
75	1500	DL 1500+	(No Uplink - Downlink Only)	1432 - 1517	85	NAM
76	1500	DL 1500-	(No Uplink - Downlink Only)	1427 - 1432	5	NAM

# Apêndices

Banda	Faixa MHz	Nome	Uplink MHz	Downlink MHz	Largura MHz	Região
85	700	700 a+	698 - 716	728 - 746	18	NAM
252	5 GHz	Unlicensed NII-1	(No Uplink - Downlink Only)	5150 - 5250	100	Global
255	5 GHz	Unlicensed NII-3	(No Uplink - Downlink Only)	5725 - 5850	125	Global

## Bandas de Frequência FDD

Banda	Faixa MHz	Nome	Uplink/Downlink MHz	Largura MHz	Região
33	1900	TD 1900	1900 - 1920	20	EMEA
34	2000	TD 2000	2010 - 2025	15	EMEA
35	1850	TD PCS Lower	1850 - 1910	60	NAM
36	1900	TD PCS Upper	1930 - 1990	60	NAM
37	1900	TD PCS Center gap	1910 - 1930	20	NAM
38	2600	IMT-E (Duplex Spacing) (subset of band 41)	2570 - 2620	50	EMEA
39	1900	TD 1900+	1880 - 1920	40	China
40	2300	TD 2300	2300 - 2400	100	China
41	2500	TD 2500 (BRS / EBS)	2496 - 2690	194	Global
42	3500	TD 3500	3400 - 3600	200	
43	3700	TD 3700	3600 - 3800	200	
44	700	TD 700	703 - 803	100	
45	1500	TD 1500	1447 - 1467	20	China
46	5 GHz	TD Unlicensed For Licensed Assisted Access (LAA)	5150 - 5925	775	Global
47	5 GHz	TD Unlicensed For V2X	5855 - 5925	70	Global
48	3600	CBRS/ TD 3600	3550 - 3700	150	Global
49	3600	TD 3600r	3550 - 3700	150	Global
50	1500	TD 1500+	1432 - 1517	85	
51	1500	TD 1500-	1427 - 1432	5	
52	3300	TD 3300	3300 - 3400	100	

# Apêndices

## Distribuição de Frequências 2G/3G por Região - Brasil

As operadoras de telefonia móvel no Brasil utilizam diferentes frequências para suas redes 2G e 3G, variando conforme a região e a disponibilidade de espectro. Abaixo, apresentamos uma tabela com as principais frequências utilizadas por cada operadora para as redes 2G e 3G, segmentadas por região:

Região	Operadora	Rede	Frequência (MHz)
São Paulo	Claro	2G	850
São Paulo	Claro	3G	2100
São Paulo	Vivo	2G	850
São Paulo	Vivo	3G	850
São Paulo	TIM	2G	1800
São Paulo	TIM	3G	2100
São Paulo	Oi	2G	1800
São Paulo	Oi	3G	2100
Rio de Janeiro	Claro	2G	850
Rio de Janeiro	Claro	3G	2100
Rio de Janeiro	Vivo	2G	850
Rio de Janeiro	Vivo	3G	850
Rio de Janeiro	TIM	2G	1800
Rio de Janeiro	TIM	3G	2100
Rio de Janeiro	Oi	2G	1800
Rio de Janeiro	Oi	3G	2100
Minas Gerais	Claro	2G	850
Minas Gerais	Claro	3G	2100
Minas Gerais	Vivo	2G	850
Minas Gerais	Vivo	3G	850
Minas Gerais	TIM	2G	1800
Minas Gerais	TIM	3G	2100
Minas Gerais	Oi	2G	1800
Minas Gerais	Oi	3G	2100
Paraná	Claro	2G	850
Paraná	Claro	3G	2100

# Apêndices

Região	Operadora	Rede	Frequência (MHz)
Paraná	Vivo	2G	850
Paraná	Vivo	3G	850
Paraná	TIM	2G	1800
Paraná	TIM	3G	2100
Paraná	Oi	2G	1800
Paraná	Oi	3G	2100
Bahia	Claro	2G	850
Bahia	Claro	3G	2100
Bahia	Vivo	2G	850
Bahia	Vivo	3G	850
Bahia	TIM	2G	1800
Bahia	TIM	3G	2100
Bahia	Oi	2G	1800
Bahia	Oi	3G	2100

## Observações:

- **Claro:** Em algumas regiões, a Claro opera a rede 2G na frequência de 850 MHz e a rede 3G em 2100 MHz.
- **Vivo:** A Vivo utiliza a frequência de 850 MHz tanto para 2G quanto para 3G em várias regiões.
- **TIM:** A TIM geralmente opera a rede 2G em 1800 MHz e a rede 3G em 2100 MHz.
- **Oi:** A Oi utiliza 1800 MHz para 2G e 2100 MHz para 3G na maioria das regiões.

É importante notar que essas frequências podem variar em determinadas localidades devido a fatores como licenças específicas, acordos de compartilhamento de espectro e estratégias de cobertura das operadoras.

Para informações mais detalhadas sobre as frequências utilizadas em sua região específica, recomenda-se consultar os sites oficiais das operadoras ou verificar as informações disponibilizadas pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel).



# Fontes

**Título:** Soluções Técnicas da Transição de Tecnologia 2G/4G no Brasil

**Autores:** Marcos Betiolo Romero e Thiago Paulino Rodrigues

**Revisão:** Daniel Malafaia, Gisele Leite e Wagner Borges

**Design de Capa e Imagens:** Bruno Gonçalves

**Diagramação:** Bruno Gonçalves

**Data da Criação:** Abril/2025

**Data de Lançamento:** Junho/2025

## 1ª Edição

**Links Field Brasil Ltda**

<http://www.linksfield.com.br>

<http://www.solucoestecnicas2g4g.com.br>

[ebook@linksfield.com.br](mailto:ebook@linksfield.com.br)

**+55 11 936180500**

Agradecemos, em primeiro lugar, à equipe da Links Field pelo empenho e dedicação em consolidar informações valiosas e transformá-las em um material de qualidade para o mercado.

Um agradecimento especial aos nossos clientes e parceiros, que após inúmeros contatos compartilharam suas dúvidas e necessidades, ajudando a direcionar quais conhecimentos eram mais relevantes para este estudo.

Também não poderíamos deixar de mencionar nossos parceiros de hardware, que contribuíram com dados essenciais para embasar nosso estudo. E, claro, à Telecall, pelo material técnico sobre SMS, que enriqueceu nossa discussão sobre as opções disponíveis no mercado.

É um orgulho poder entregar este conteúdo e trabalhar pela evolução e maturidade do setor. Seguimos firmes, torcendo e construindo um mercado cada vez mais preparado para os desafios e oportunidades que virão.

## Fontes:

- **GSMA** (<https://www.gsma.com/>)
- **GSA** (<https://gsacom.com/>)
- **Teleco** (<https://www.teleco.com.br/>)
- **Anatel** (<https://www.gov.br/anatel/pt-br>)
- **Telecompaper** (<https://www.telecompaper.com/>)
- **ITU** ([www.itu.int](http://www.itu.int))
- **FCC** ([fcc.gov](http://fcc.gov))



# Links Field

A Links Field é uma MVNO brasileira, faz parte do grupo Links Field Networks, especializada em soluções de conectividade M2M e IoT. Oferece serviço de gestão de dados customizados para diferentes projetos e necessidades para os mercados de: rastreamento e telemetria veicular, máquinas de pagamentos, dispositivos de monitoramento da Indústria 4.0, coleta de dados do agronegócio, sensores IoT para cidades inteligentes, dentre outros. A empresa chegou ao Brasil em 2019 com o propósito de entregar diferenciais técnicos e operacionais ao mercado, oferecendo redução de custo e otimização das tecnologias necessárias para o bom funcionamento dos dispositivos.

Fundado em Hong Kong, no ano de 2017, o grupo expandiu sua operação por todo mundo em seus três primeiros anos de existência e, por meio de 12 escritórios internacionais, atende clientes globais com equipes locais especializadas em cada região. Hoje, é líder global em soluções e serviços de conectividade IoT, sendo desenvolvedora da inovadora tecnologia SoftSIM, além de ter certificação GSMA da plataforma eSIM SM-DP+ com infraestrutura própria, atendendo as demandas mais recentes do mercado de telecomunicações.

Para mais informações, você pode entrar em contato conosco por e-mail, telefone e visitar o site oficial da Links Field em

contato@linksfield.com.br  
+55 11 3181-6116 (Telefone)  
+55 11 93618-0500 (WhatsApp)

2025



eBook – Soluções Técnicas da Transição de Tecnologia 2G/4G no Brasil  
no Brasil // versão 1.0 // Revisão Maio/2025