



Requisitos de Capacidade das Redes 6G

xGMobile | **Inatel**
Centro de Competência EMBRAPAI
Inatel em Redes 5G e 6G

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

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

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

Índice

1. Introdução.....	1
2. Requisitos de Capacidade: Comparação entre Redes 5G e 6G.....	1
3. Requisitos de Capacidade para o IMT-2030: Atendendo aos Novos Serviços.....	3
4. Conclusão.....	6

1. Introdução

O IMT-2030 estabelece os requisitos de capacidade projetados para a sexta geração (6G). Esses requisitos estão relacionados à capacidade do sistema e ao desempenho da rede, sendo avaliados por meio de indicadores que envolvem medidas quantitativas ou qualitativas. Espera-se que o IMT-2030 forneça capacidades aprimoradas em comparação com as descritas para o IMT-2020 na Recomendação ITU-R M.2083, além de introduzir novas capacidades para atender aos cenários de uso expandidos pelo IMT-2030. Além disso, é importante destacar que cada capacidade pode ter relevância e aplicabilidade distintas nos diversos serviços oferecidos pelas tecnologias 6G.

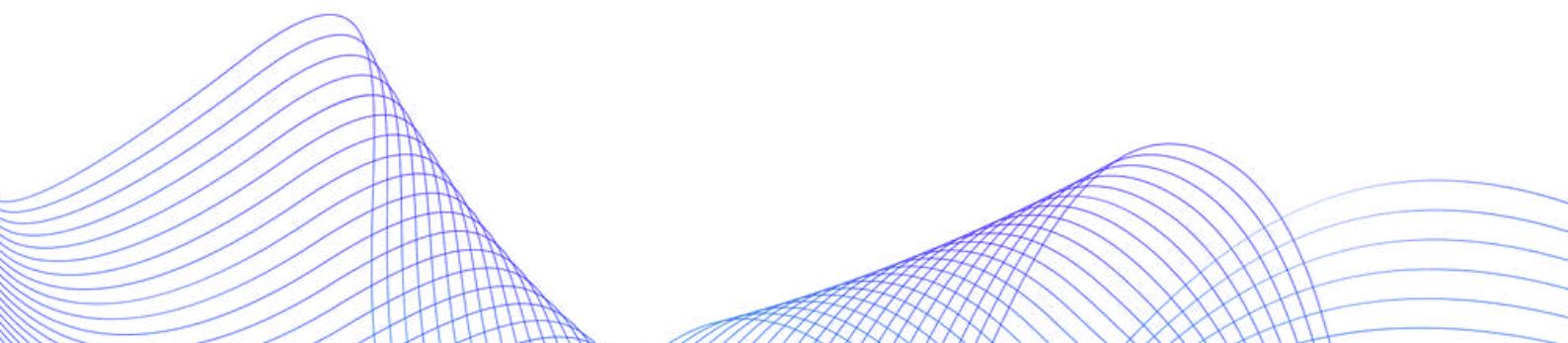
A faixa de valores fornecidos para os requisitos de capacidade são metas de igual prioridade estimadas para a pesquisa e investigação do IMT-2030, visando garantir que todas as áreas de desempenho da rede sejam adequadamente desenvolvidas e otimizadas para atender às demandas futuras.

2. Requisitos de Capacidade: Comparação entre Redes 5G e 6G

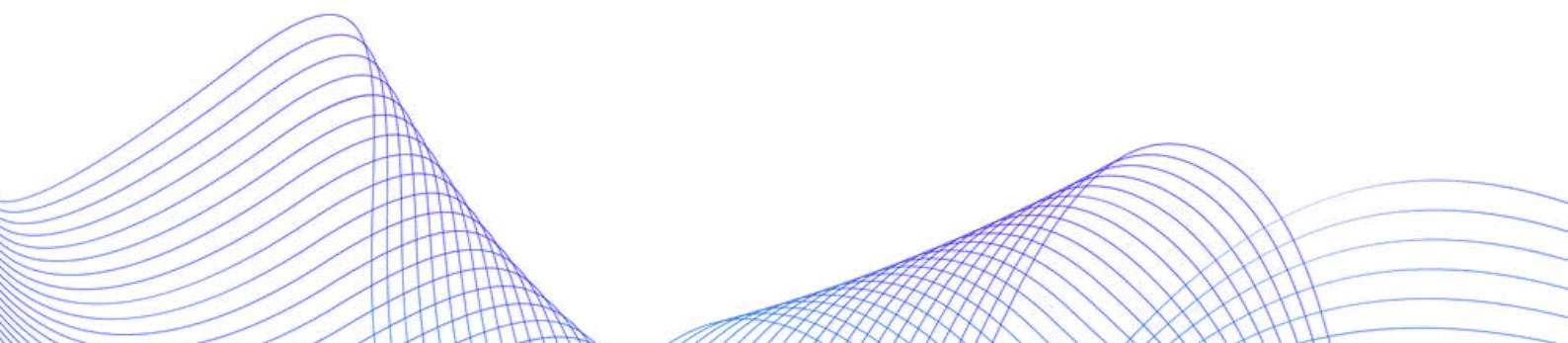
A Tabela 1 apresenta os valores conforme a Recomendação ITU-R M.2160-0 para o IMT-2030, comparando-os com os valores previstos para a quinta geração (5G) nas perspectivas do IMT-2020, conforme descrito na Recomendação ITU-R M.2083.

Tabela 1- Comparação dos requisitos de capacidade entre as redes 5G e 6G.

Requisitos	5G	6G
Taxa de dados de pico	20 GBps	Valores de 50, 100 e 200 Gbit/s são fornecidos como possíveis exemplos aplicáveis para cenários específicos, enquanto outros valores também podem ser considerados.



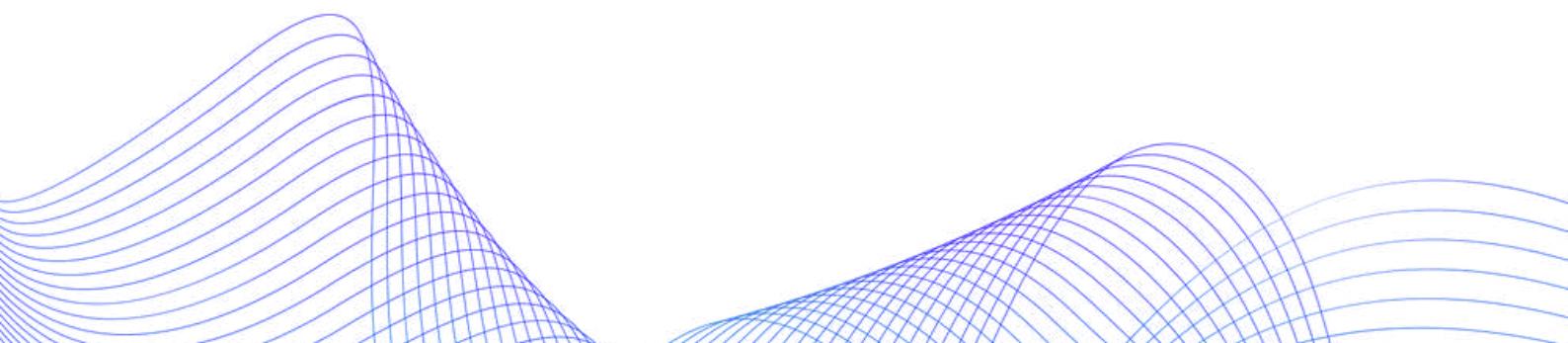
Taxa de dados experimentada pelo usuário	0,1 Gbps	Valores de 300 e 500 Mbit/s são apresentados como possíveis exemplos, embora valores superiores a esses também podem ser considerados.
Eficiência espectral	0,3 b/s/Hz	Valores 1,5 e 3 vezes maiores do que os da rede 5G são dados como possíveis exemplos, enquanto valores superiores a esses também podem ser considerados.
Capacidade de tráfego por área	10 Mbps/m ²	Valores de 30 e 50 Mbit/s/m ² são fornecidos como possíveis exemplos, enquanto valores superiores a esses também podem ser considerados.
Densidade de conexão	10^6 dispositivos/km ²	Pesquisas apontam para valores de 10^6 a 10^8 dispositivos/km ² .
Mobilidade	500 Km/h	Pesquisas apontam para valores de 500 a 1.000 km/h.
Latência	1 ms	Pesquisas indicam valores de 0,1 a 1 ms.
Confiabilidade	$1-10^{-5}$	Pesquisas apontam para valores de $1-10^{-5}$ a $1-10^{-7}$.



3. Requisitos de Capacidade para o IMT-2030: Atendendo aos Novos Serviços

Para atender aos diversos serviços estabelecidos para a próxima geração, foram necessários novos requisitos de capacidade além dos já definidos para o IMT-2020. A seguir, é apresentada a descrição detalhada desses requisitos de capacidade:

- **Taxa de dados de pico:** representa a taxa máxima alcançável em condições ideais, em Gbit/s, por usuário/dispositivo;
- **Taxa de dados experimentada pelo usuário:** refere-se à taxa de dados alcançável, disponível de forma onipresente na área de cobertura, em Mbit/s ou em Gbit/s, por usuário/dispositivo;
- **Eficiência espectral:** representa o *throughput* médio de dados por unidade de recurso de espectro e por célula, em bps/s/Hz;
- **Capacidade de tráfego por área:** refere-se ao *throughput* total por área geográfica, em Mbit/s/m².
- **Densidade de conexão:** representa o número total de dispositivos conectados e/ou acessíveis por unidade de área, km²;
- **Mobilidade:** representa a velocidade máxima alcançável, em km/h, que permite a entrega livre de erros de um fluxo de serviço entre dois nós da rede;
- **Latência:** representa o atraso temporal na transmissão de um pacote, desde a origem até o destino, em ms;
- **Confiabilidade:** está relacionada à capacidade de transmitir com sucesso uma quantidade predefinida de dados dentro de um período de tempo predeterminado com uma probabilidade específica;
- **Cobertura:** refere-se à capacidade de fornecer acesso a serviços de comunicação para usuários em uma área de serviço desejada;

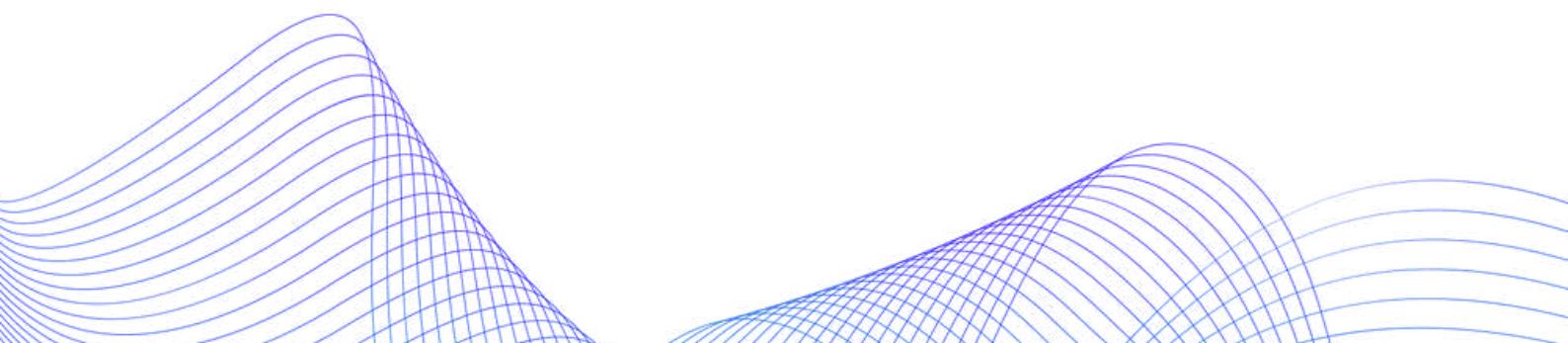


- **Posicionamento:** é a capacidade de calcular a posição aproximada de dispositivos conectados. A precisão do posicionamento é definida como a diferença entre a posição horizontal/vertical calculada e a posição horizontal/vertical real de um dispositivo;
- **Capacidades relacionadas à sensoriamento:** referem-se à capacidade de fornecer funcionalidades na interface de rádio, incluindo estimativa de alcance, velocidade e ângulo, detecção de objetos, localização, mapeamento, entre outros. Essas capacidades podem ser medidas em termos de precisão, resolução, taxa de detecção, taxa de alarme falso, entre outros.
- **Capacidades aplicáveis relacionadas à Inteligência Artificial (IA):** está relacionada à capacidade de fornecer certas funcionalidades ao longo do IMT-2030, visando suportar aplicações que se utilizam da IA. Essas funcionalidades são diversas e incluem, por exemplo, o processamento de dados em uma configuração distribuída, a realização de aprendizado de máquina de forma distribuída, operações de computação focadas em IA, a implementação e execução otimizada de modelos de IA, e a habilidade de extrair inferências precisas destes modelos.
- **Segurança e Resiliência: no contexto do IMT-2030:**

Segurança: refere-se à preservação da confidencialidade, integridade e disponibilidade de informações, como dados de usuário e sinalização, e à proteção de redes, dispositivos e sistemas contra ciberataques, ataques de negação de serviço distribuído (DDoS, *Distributed Denial of Service*), e uma variedade de outras formas de exploração cibernética.

Resiliência: refere-se às capacidades das redes e sistemas de continuar operando corretamente durante e após uma perturbação natural ou causada pelo homem, como por exemplo a perda da fonte primária de energia.

- **Sustentabilidade:** Refere-se à capacidade tanto da rede quanto dos dispositivos de minimizar as emissões de gases de efeito estufa e outros impactos ambientais ao longo de seu ciclo de vida. Fatores importantes incluem a melhoria da eficiência energética, a redução do consumo de energia e o uso otimizado de recursos, como a longevidade, reparo, reutilização e reciclagem de equipamentos.



Eficiência energética: é uma métrica quantificável de sustentabilidade. Refere-se à quantidade de bits de informação transmitidos/recebidos pelos usuários e pela rede, por unidade de consumo de energia, dada em bit/Joule. Espera-se que a eficiência energética seja aprimorada adequadamente com o aumento da capacidade, a fim de minimizar o consumo total de energia.

- **Interoperabilidade:** diz respeito à concepção da interface de rádio com base na inclusão de membros e transparência, permitindo assim a funcionalidade entre diferentes entidades do sistema.

Os requisitos de capacidade do IMT-2030, conforme descritos, são ilustrados na Figura 1. Esses valores representam indicadores que serão aprimorados à medida que a pesquisa avança e a padronização se desenvolve. A definição final desses requisitos dependerá das aplicações previstas, das necessidades da sociedade e das inovações tecnológicas que serão implementadas.

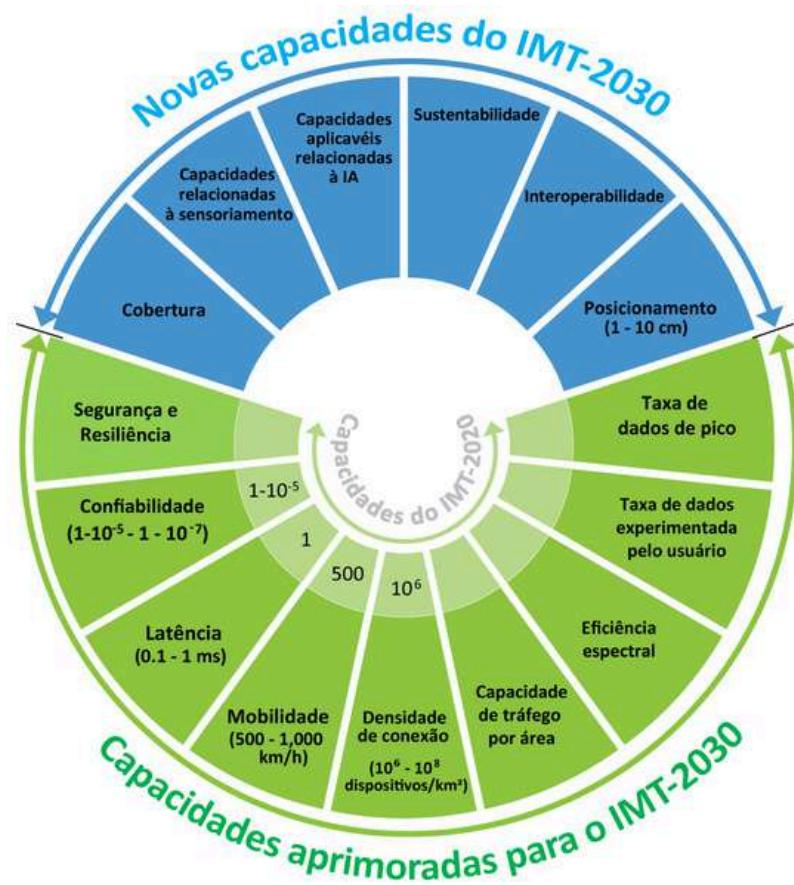


Figura 1. Requisitos de capacidade das redes 6G, onde as faixas de valores representam metas estimadas para pesquisa e investigação do IMT-2030. (Adaptado da Recomendação ITU-R M.2160-0).

3. Conclusão

Os requisitos de capacidade do IMT-2030 foram projetados para proporcionar uma infraestrutura de comunicação que não apenas satisfaz as necessidades atuais, mas também possibilita novas aplicações e serviços. Esses requisitos incluem taxas de dados de pico, eficiência espectral, densidade de conexão, latência, confiabilidade e muitos outros indicadores fundamentais para o desempenho da rede.

A comparação entre os requisitos de capacidade das redes 5G e 6G revela um salto significativo nas capacidades previstas, refletindo a necessidade de suportar um mundo cada vez mais conectado e interativo. A introdução de novas capacidades é essencial para atender aos casos de uso previstos para as redes 6G, como realidade estendida, gêmeos digitais, veículos autônomos e aplicações industriais avançadas, entre outros.

