

# TECNOLOGIA 5G MADE IN BRAZIL

Pesquisadores brasileiros desenvolvem sistemas de conexão, softwares e hardwares para o novo padrão de telefonia e internet móvel

Domingos Zapparoli



Torre de transmissão de telecomunicações: chegada do 5G no país deve trazer ganho de desempenho

Um sistema desenvolvido sob a coordenação técnica de pesquisadores brasileiros poderá se tornar padrão global para levar a tecnologia de telecomunicações de quinta geração (5G) para áreas remotas, beneficiando 1,4 bilhão de pessoas no mundo que hoje não têm acesso a cobertura de telefonia e internet móvel. A inovação também poderá permitir a transformação digital e implementação de internet das coisas (IoT) em propriedades rurais, mineradoras e infraestruturas distantes de áreas urbanas, tais como usinas hidrelétricas, linhas de transmissão de energia, sistemas de distribuição de água e redes ferroviárias.

Testes realizados em Santa Rita do Sapucaí, no interior de Minas Gerais, comprovaram a capacidade de um sistema de estações rádio-base (ERBs) transmitir sinais 5G, que será o futuro padrão global empregado pelas redes de telefonia móvel, em uma distância de 50 quilômetros (km) e numa velocidade de 100 megabits por segundo (Mbps). “Em uma rede 4G se consegue essa velocidade a uma distância entre 5 km e 10 km ou, ao contrário, se perde performance para alcançar longas distâncias”, compara o engenheiro eletricitista Luciano Leonel Mendes, coordenador técnico do projeto e do Centro de Referência em Radiocomunicações do Instituto Nacional de Telecomunicações (CCR-Inatel).

“A vazão de dados alcançada permite a um drone, por exemplo, enviar imagens em alta resolução em tempo real de uma lavoura para avaliar se há presença de pragas ou que irrigadores sejam acionados remotamente. Também possibilita a transmissão de voz e dados em alta velocidade, tudo ao mesmo tempo”, afirma Mendes.

O sistema, ainda não batizado, é fruto do trabalho de um consórcio formado por instituições brasileiras e europeias reunidas no Projeto 5G-Range, cujo objetivo é desenvolver soluções de conectividade em áreas remotas. Além do Inatel, participam do consórcio o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD), as universidades de São Paulo (USP), Federal do Ceará (UFC) e de Brasília (UnB), a Ericsson do Brasil e as universidades europeias Carlos III de Madri, na Espanha, de Tecnologia de Dresden, na Alemanha, e de Oulu, na Finlândia, além da empresa espanhola Telefónica I+D.

China, Índia, Rússia, Estados Unidos, Finlândia e Austrália são alguns países que já demonstraram interesse na solução criada no Brasil, que enfrenta a concorrência de outros sistemas gestados mundo afora. A tecnologia ainda levará um tempo para estar disponível globalmente, pois precisará antes do aval da organização internacional que estabelece padrões para a telefonia e a banda larga móvel, o 3rd Generation Partnership Project (3GPP). O documento que trará os

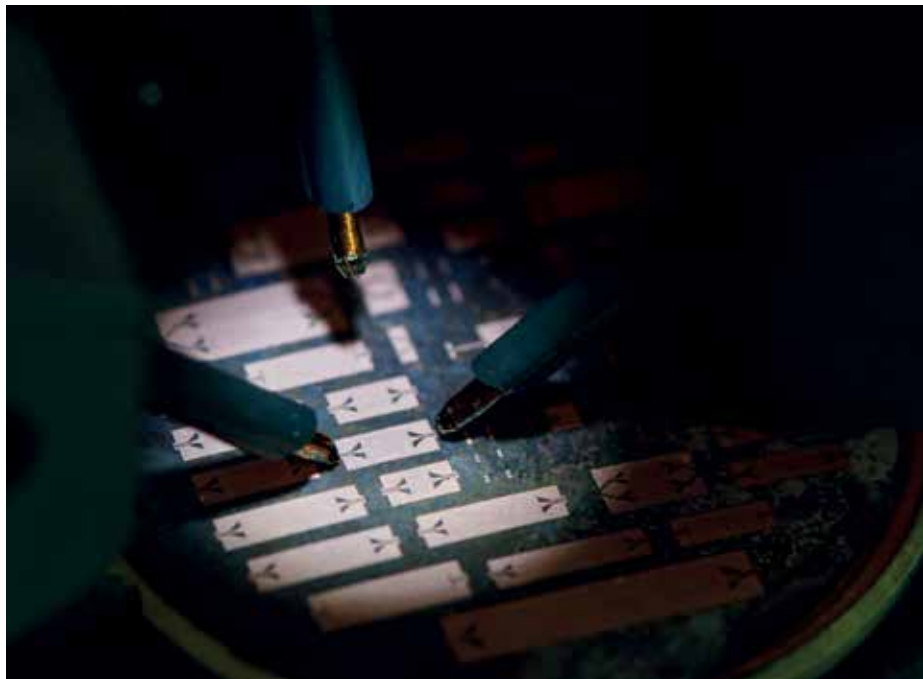


padrões para o 5G em áreas remotas, chamado de Release 17, está previsto para ser publicado em 2025. “Por ora, estamos trabalhando para a Agência Nacional de Telecomunicações [Anatel] aprovar o uso da tecnologia em território nacional para aplicações em redes de uso privativo no campo ou em indústrias”, informa Mendes.

**E**specialistas apontam que a tecnologia 5G deverá gerar ganhos de desempenho significativos nas telecomunicações, tanto em áreas remotas como nos centros urbanos. Enquanto as redes móveis atuais de quarta geração (4G e sua evolução, 4.5G) apresentam velocidades médias que vão de 15 Mbps a 25 Mbps, com potencial máximo de 300 Mbps, a conexão 5G promete velocidades a partir de 50 Mbps e que podem chegar a quase 2 gigabits por segundo (*ver tabela abaixo*). Uma comparação comum entre os especialistas é o tempo de download de um filme em alta definição: de 10 minutos no 4G e de apenas alguns segundos no 5G.

A latência, ou tempo de resposta para uma demanda, é de 5 milésimos de segundo no 5G, um décimo do registrado no 4G. Essa diferença é significativa quando está em jogo o tempo de resposta necessário para um veículo autônomo evitar uma colisão, para contornar um imprevisto em uma cirurgia robótica ou ainda para máquinas industriais sincronizarem suas tarefas. Outra vantagem do 5G é a densidade de dispositivos capazes de funcionar simultaneamente em uma mesma área, de 1 milhão de aparelhos por quilômetro quadrado (km<sup>2</sup>), enquanto hoje não chegam a 100 mil.

A tecnologia 5G começou a ser implementada em 2019 em alguns países da Europa, nos Estados



Substrato desenvolvido na USP para fabricação de antenas, filtros e outros dispositivos da nova tecnologia

Unidos, Japão, Coreia do Sul e China. No Brasil, a expectativa é de que o edital de licitação das frequências de uso público – aquelas nas quais as operadoras de telefonia atendem o usuário comum – seja publicado em 2021. A Anatel já informou que serão disponibilizadas quatro faixas de frequência: 700 megahertz (MHz), 2,3 GHz (gigahertz), 3,5 GHz e 26 GHz.

Devem participar do leilão as principais operadoras de telecomunicações, que escolherão os fornecedores de pacotes tecnológicos e equipamentos, entre eles as chinesas Huawei e ZTE, a sul-coreana Samsung, a sueca Ericsson e a finlandesa Nokia. O edital definirá a exclusão ou não de fornecedores de tecnologia, o índice de nacionalização de peças e a obrigatoriedade de investimentos em P&D no país (*ver box na página 75*).

## Muito mais veloz

Conexão em 5G amplia a velocidade de download e reduz tempo de execução de tarefas

	4G	4.5G	5G
Velocidade média de download	15 Mbps*	21,5 Mbps	50 a 400 Mbps
Velocidade máxima de download (potencial)	150 Mbps	300 Mbps	2 Gbps**
Latência em milissegundos (ms)	50 ms	50 ms	5 ms
Download de filme em alta definição	10 minutos	7,5 minutos	Alguns segundos

\* MEGABITS POR SEGUNDO; \*\* GIGABITS POR SEGUNDO

FONTE: RELATÓRIO OPENSIGNAL DE JULHO DE 2020 E PESQUISADORES DE TECNOLOGIA DE TELECOMUNICAÇÕES

### ONDAS MILIMÉTRICAS

A tecnologia 5G permite o uso de um amplo leque de frequências, desde a chamada Frequência Ultra Alta (UHF), que designa as faixas entre 300 MHz e 3 GHz – as utilizadas pelo experimento do Consórcio 5G-Range, do CCR-Inatel –, até as frequências em ondas milimétricas, entre 24 GHz e 300 GHz. Essas frequências mais altas não são utilizadas pelas atuais redes 4G. A vantagem delas é que permitem maior velocidade de conexão. No entanto, têm alcance reduzido, de centenas de metros, e são mais facilmente bloqueadas pela presença de objetos físicos, como portas, paredes, árvores ou mesmo o corpo humano. Isso exige a instalação de um maior número de antenas de transmissão, mais aperfeiçoadas.

A pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias para circuitos e sistemas, como antenas, trans-

# Rede de intrigas

Escolha do novo padrão é pano de fundo de disputa geopolítica entre Estados Unidos e China

O edital de licitação das frequências destinadas ao 5G no Brasil está previsto para ser publicado em 2021 e trará a definição mais aguardada pelo mercado de telecomunicações: o veto ou não por parte do governo brasileiro da participação de fornecedores de tecnologia de origem chinesa, como a Huawei e a ZTE. A Lei Geral das Telecomunicações estabelece a competência da decisão à Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), mas o presidente Jair Bolsonaro já declarou que a decisão caberá a ele.

Alegando preocupações em relação à segurança cibernética, a Anatel delegou oficialmente a decisão para o Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República. As operadoras de telecomunicações Vivo, Claro e TIM, potenciais concorrentes no leilão, já externaram publicamente que são contra o veto a qualquer fornecedor de tecnologia. Para elas, quanto maior o número de fornecedores habilitados, melhor. Maior será o poder de barganha e, conseqüentemente, a possibilidade de reduzir o custo de aquisição dos equipamentos.

Para o engenheiro electricista Moacyr Martucci, da Poli-USP e integrante do fórum Think Tank em Implantação de 5G no Brasil, não há estudos conhecidos de instituições independentes que demonstrem uma diferença qualitativa significativa entre os fornecedores de tecnologia nem trabalhos que evidenciem riscos de segurança cibernética associada a um ou outro fornecedor. “O veto a fornecedores não será uma decisão técnica, mas política”, diz.

Opinião distinta tem o engenheiro electricista e cientista da computação Paulo Lício de Geus, do Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas (IC-Unicamp), para quem há, sim, riscos de segurança cibernética na contratação do 5G. “É conhecida há pelo menos 15 anos a ingerência sobre fabricantes de equipamentos eletrônicos de governos de grandes potências, não só da China”, pondera. Para ele, a dúvida para países tecnologicamente dependentes, como o Brasil, é a respeito “de qual nação ficar refém: se de uma democrática, cujas ações são sujeitas ao referendo público, ou de uma que não deve tais explicações”.

O Brasil fará a escolha do padrão 5G após as eleições presidenciais de novembro nos Estados Unidos. Tanto democratas quanto republicanos já se manifestaram contrários a adoção de tecnologia chinesa no 5G norte-americano alegando riscos cibernéticos. Candidato à reeleição, o presidente Donald Trump coloca o peso da diplomacia para influenciar aliados, como o governo brasileiro, a vetar os chineses. Reino Unido, Austrália, Polônia e Portugal são alguns dos países que acompanharam a decisão de veto norte-americana. O peso que o candidato democrata Joe Biden, se eleito, dará ao tema em suas relações internacionais ainda é uma incógnita.

Os norte-americanos temem que chineses controlem a infraestrutura digital global. Por isso, já impuseram restrições à Huawei e à ZTE. Alegam que o país asiático pode instalar camadas ocultas de tecnologia nas redes de 5G capazes de espionar todas as atividades do complexo industrial e militar norte-americano e de seus aliados. O governo da China nega ter esse poder e reforça a independência de suas empresas.

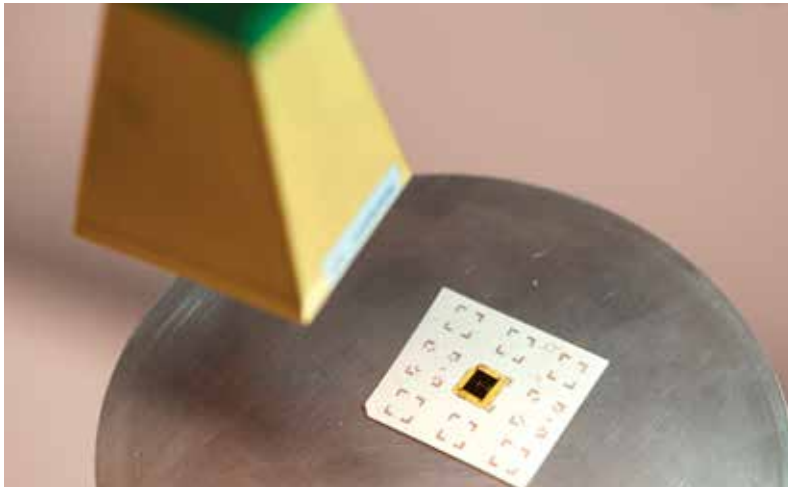
missores, receptores e radares, são o foco de trabalho do recém-criado Centro de Caracterização de Ondas Milimétricas (CentrommW) da Escola Politécnica (Poli) da USP, inaugurado em abril. É o único no Brasil equipado com instrumentos para caracterização de circuitos e sistemas em ondas milimétricas de até 110 GHz. Para isso, contou com financiamento da FAPESP.

“Nossa proposta é ser um espaço para a indústria testar seus circuitos, sistemas e equipamentos, mas também estamos empenhados em desenvolver soluções de hardware em ondas milimétricas”, conta o engenheiro electricista Gustavo Rehder, coordenador do Centro em parceria com a também engenheira electricista Ariana Serrano, ambos do Departamento de Sistemas Eletrônicos da Poli-USP.

Um dos focos do laboratório é o desenvolvimento de soluções *beamforming*, a formação de feixe para a transmissão do sinal para evitar a dispersão

das ondas que ocorre nas antenas tradicionais. “O objetivo é direcionar eletronicamente a radiação para um ponto de recepção determinado, o que irá melhorar a qualidade do sinal captado e aumentar o seu alcance”, explica Serrano. Outra linha de pesquisa do CentrommW é o desenvolvimento de uma tecnologia baseada em nanofios de cobre para a miniaturização de dispositivos com alta performance em ondas milimétricas.

**A** concepção e o desenvolvimento de toda a tecnologia 5G ocorrem de forma colaborativa em centros de pesquisa públicos e privados desde o início dos anos 2010 e prosseguirão nos próximos anos, com inovações que precisarão ser referendadas em novos protocolos do 3GPP. Depois que o órgão definir os padrões que serão usados no 5G, os fornecedores de equipamentos fazem uso deles para



desenvolver seus produtos, que serão utilizados pelas operadoras de telefonia.

No Brasil, o Grupo de Pesquisa de Telecomunicações Sem Fio (Gtel) da Universidade Federal do Ceará (UFC), mantido em parceria com a Ericsson, já apresentou quatro contribuições técnicas patenteadas internacionalmente. Uma delas é um sistema inteligente de conexão com as antenas da operadora de telecomunicações. Um usuário em movimento irá trocar de antena de forma muito rápida, uma vez que a área de cobertura delas é comparativamente menor em sistemas 5G. “Nossa solução utiliza inteligência artificial para prever com antecedência a antena para a qual o smartphone irá se direcionar alguns segundos antes de isso acontecer. Dessa forma é possível preparar a rede 5G para receber a nova conexão, reduzindo riscos de interrupção ou queda na conexão”, descreve o engenheiro eletricista Francisco Rodrigo Cavalcanti, coordenador do Gtel.

**O**tra característica da tecnologia 5G é a virtualização, ou seja, a transferência para softwares e computação em nuvem de várias tarefas tradicionalmente realizadas pela infraestrutura física, o hardware, como roteadores, decodificadores, sincronizadores de sinal e balanceadores de carga. “A virtualização permite simplificar as ERBs, reduzindo seu peso, tamanho e eletrônica, com impacto no consumo de energia”, afirma o engenheiro eletrônico Rodrigo de Lamare, coordenador do Laboratório 5G do Centro de Estudos de Telecomunicações da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (Cetuc-PUC-RJ). Lamare trabalha no desenvolvimento de técnicas de processamento de sinais e arquitetura de sistemas de comunicações para centros de compartilhamento de dados e computação em nuvem pelas operadoras.

Uma inovação do 5G é o fatiamento de rede. Enquanto no 4G todos os usuários recebem sinais

Caracterização de antena de 60 GHz no Centro de Ondas Milimétricas da Poli-USP

iguais, o fatiamento de rede permite à operadora de telecomunicações gerenciar as características de conexão, como disponibilidade de infraestrutura, taxa de transferência de dados e latência, de acordo com a demanda de cada usuário, sem que nenhum seja prejudicado. Uma possibilidade técnica no 5G é a interoperabilidade das conexões. Desde que haja um acordo entre as companhias de telefonia, o cliente de uma operadora pode ser atendido pela infraestrutura de outra, tendo sempre disponível a melhor conexão em cada momento.

A interoperabilidade e o fatiamento de rede precisam ser gerenciados a cada conexão de um dispositivo com cada antena. “A conexão com o hospital de uma ambulância atendendo uma emergência irá migrar de ERB e de operadora inúmeras vezes durante seu percurso, mas precisará haver a garantia de que essa conexão manterá sempre o *status* de prioritário”, exemplifica o engenheiro eletricista Moacyr Martucci, do Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da Poli-USP.

O CPQD é um dos principais desenvolvedores e fornecedores do país de Sistemas de Suporte de Operação (OSS), o conjunto de softwares que permite a automação da prestação de serviço e da administração da infraestrutura de telecomunicações, realizando tarefas como o de orquestrador de rede, que determina a requisição de serviço de cada infraestrutura, e o chamado *core*, que faz o processamento, controle dos serviços e interconexão com outras operadoras, calculando inclusive a tarifação referente a cada uma.

Ainda em 2020, o CPQD deve iniciar um projeto apoiado pelo Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (Funttel), em um convênio de R\$ 20,7 milhões distribuídos em três anos, que inclui a adequação de seus sistemas OSS ao 5G. “O projeto cobre o desenvolvimento de uma rede 5G completa, incluindo rede de acesso aberta e virtualizada, *core* de rede 5G e sistema de orquestração de serviços e infraestrutura”, diz Gustavo Correa Lima, líder da Plataforma de Comunicações Sem Fio do CPQD. “Será um projeto de inovação aberta, que irá explorar também o uso de inteligência artificial no gerenciamento da rede e a tecnologia *blockchain* para compartilhamento dinâmico de infraestrutura.” ■

## Projetos

1. Dispositivos mM de alta eficiência e baixo custo para aplicações em sistemas de ondas milimétricas de 30 a 110 GHz (nº 12/15159-2); **Modalidade** Jovens Pesquisadores; **Pesquisadora responsável** Ariana Serrano (USP); **Investimento** R\$ 795.724,65.
2. EMU concedido no processo nº 12/15159-2: Analisador Vetorial de Rede (VNA) até 70 GHz (nº 16/23779-9); **Modalidade** Programa Equipamentos Multiusuários (EMU); **Pesquisadora responsável** Ariana Serrano (USP); **Investimento** R\$ 469.808,18.