

Revista

# ABEE-MG

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS DEPARTAMENTO DE MINAS GERAIS



ABEE-MG  
Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas  
Departamento de Minas Gerais

ANO 1 | Nº 3

A TECNOLOGIA MÓVEL TEM MUDADO  
DRASTICAMENTE A SOCIEDADE E A FORMA COMO  
NOS COMUNICAMOS. A QUINTA GERAÇÃO  
DE COMUNICAÇÕES MÓVEIS,  
O CHAMADO 5G, VEM AÍ COM  
MUITAS NOVIDADES.  
CONFIRA OS DETALHES.



**ENTREVISTA** O engenheiro Hélio Nonato, presidente da ABEE-MG, fala de seu trabalho à frente da entidade, das ações desenvolvidas até então e dos planos futuros em prol dos interesses dos engenheiros eletricitistas.



**ABEE-MG**

Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas  
Departamento de Minas Gerais

Publicação da Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas - Departamento de Minas Gerais (ABEE-MG).

Av. Álvares Cabral, 1.600 - 2º Andar - CEP 30170-001 | Belo Horizonte-MG | Tel: (31) 3299 8718  
<https://abee-mg.com.br/>

ANO I • Nº 3 • NOVEMBRO 2021

**Diretoria ABEE-MG**  
(gestão 2021-2023)

**Presidente**

Eng. Hélio Nonato de Oliveira

**Vice-presidente**

Eng.ª Cláudia Deslandes Figueiredo

**1º Secretário**

Eng. Fernando Luis de Almeida

**2º Secretário**

Eng. Fábio Oliveira Souto

**1º Tesoureiro**

Eng. Miguel Angelo dos Santos Sá

**2º Tesoureiro**

Eng. Eduardo Sabarense Prado

**Diretor de Relações Institucionais**

Eng. Alfredo Marques Diniz

**Diretor de Eventos Técnicos**

Eng. Claudio do Carmo Barsante

**Conselho Deliberativo (Titulares)**

Eng. Gilmar Pereira Narciso  
Eng. Fabio Luis de Oliveira e Silva  
Eng. José Flávio Gomes  
Eng. Welhilton Adriano de Castro Silva  
Eng. Luiz Carlos Sperandio Nogueira  
Eng. Marcelo Marques Santana

**Conselho Deliberativo (Suplentes)**

Eng. André Luiz Freire  
Eng. Alípio Monteiro Barbosa  
Eng. João Jackson Batista Braga

**Conselho Fiscal (Titulares)**

Eng. Igor Braga Martins  
Eng. Lucio Francisco Junior  
Eng. Luiz Reis Lana

**Conselho Fiscal (Suplentes)**

Eng. Mario Veras Junior  
Eng. Paulo Roberto de Paiva Novo  
Eng. Nicolau Neder Pinheiro Damasceno

PRODUÇÃO



**Diretoria**

Hilton Moreno | Marcos Orsolon

**Redação**

**Diretor de Redação:**

Marcos Orsolon

**Editor:** Paulo Martins

**Jornalista Responsável:**

Marcos Orsolon  
(MTB nº 27.231)

**Produção Visual e Gráfica**  
Estúdio AM

## 03 EDITORIAL



07

### ARTIGO 5G

Rinaldo Duarte Teixeira de Carvalho, executivo do Inatel, explica neste artigo como será a quinta geração de comunicações móveis - 5G. De acordo com o autor, o 5G trará nos próximos anos grandes oportunidades para os setores do poder público, da indústria, do agronegócio, da saúde e da educação e principalmente benefícios para a sociedade como estímulo para o desenvolvimento socioeconômico.



### ENTREVISTA

O engenheiro Hélio Nonato, presidente da ABEE-MG, é o entrevistado desta edição. Ele fala de seu trabalho à frente da entidade, das ações desenvolvidas até então e dos planos futuros em prol dos interesses dos engenheiros eletricitistas.



### ARTIGO LUIZ REIS LANA

“Tecnologia da Informação na Engenharia: um elo inseparável para o engenheiro do século 21 e Indústria 4.0” é o tema do artigo do engenheiro eletricitista Luiz Reis Lana, especialista em eletrônica e Tecnologia da Informação.



Foto: Shutterstock

# CHEGAMOS A MAIS UMA EDIÇÃO DA SUA REVISTA ABEE-MG

Em artigo assinado por Rinaldo Duarte Teixeira de Carvalho, do Instituto Nacional de Telecomunicações – Inatel, o especialista apresenta o tema “Como será a quinta geração de comunicações móveis - 5G”.

De acordo com ele, o 5G é considerado uma rede totalmente disruptiva com uma estrutura flexível, altíssima capacidade, com aplicações inovadoras, como internet tátil, Internet das Coisas (IoT) e comunicações entre máquinas (M2M) e trará nos próximos anos grandes oportunidades para os setores do poder público, da indústria, do agronegócio, da saúde, da educação e principalmente benefícios para a sociedade, como estímulo para o desenvolvimento socioeconômico.

O entrevistado desta edição é o engenheiro Hélio Nonato, presidente da Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas - Departamento de Minas Gerais (ABEE-MG).

Ele fala de seu trabalho à frente da entidade, das ações desenvolvidas até então e dos planos futuros em prol dos interesses dos engenheiros eletricitistas.

Também bastante interessante é o artigo escrito pelo engenheiro eletricitista Luiz Reis Lana, diretor da empresa Som Ambiente. O tema é “Tecnologia da Informação na Engenharia: um elo inseparável para o engenheiro do século 21 e Indústria 4.0”.

Por enquanto é só. Esperamos que o leitor aprecie esta edição. No próximo mês tem mais.



# A volta à normalidade

O PRESIDENTE DA ABEE-MG, HÉLIO NONATO, FALA SOBRE OS PLANOS DA ENTIDADE PARA BENEFICIAR OS ENGENHEIROS ELETRICISTAS, ENTRE OS QUAIS ESTÁ A VOLTA DOS EVENTOS PRESENCIAIS.

ENTREVISTA A PAULO MARTINS

O engenheiro Hélio Nonato, presidente da Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas - Departamento de Minas Gerais (ABEE-MG) é o convidado desta entrevista. Ele fala de seu trabalho à frente da entidade, das ações desenvolvidas até então e dos planos futuros em prol dos interesses dos engenheiros eletricitas. “As tecnologias estão em constante renovação e a ABEE-MG está empenhada em proporcionar aos seus associados cursos e treinamentos on-line de curta duração e agora, com a diminuição das restrições devido à pandemia, iremos aos poucos proporcionar, também, eventos presenciais, disponibilizando conteúdo inovador e atual”, comenta o engenheiro. Confira a entrevista completa a seguir.

**REVISTA ABEE-MG - O SENHOR ASSUMIU A PRESIDÊNCIA DA ABEE-MG NESTE ANO. QUE PONTOS O SENHOR DESTACARIA DE SUA ATUAÇÃO ATÉ O MOMENTO? COMO TEM SIDO SEU ESTILO DE TRABALHO?**

**Hélio Nonato** - Assumi a presidência da Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas - Departamento de Minas Gerais - ABEE-MG em julho de 2021 para cumprir a minha segunda gestão à frente da instituição. Mas o início do desafio de ser gestor de uma entidade da importância da ABEE-MG foi em agosto de 2019, em minha primeira gestão, quando assumi com o firme propósito de abrir um canal de interação junto aos poderes estaduais e municipais em prol da engenharia elétrica. Na ABEE-MG todos somos voluntários e procuro desenvolver um trabalho cultivando a harmonia entre os membros para que os resultados possam refletir uma real sintonia entre todos. O custo mensal é alto para todas as entidades, mas graças a Deus estamos em dia com os nossos compromissos. Para alcançar esses resultados buscamos parcerias. No decorrer de 2020, devido a pandemia, todas as atividades promovidas pela ABEE-MG ou com o seu apoio, foram desenvolvidas pela internet, sendo 04 Eventos e 09 Cursos, todos com divulgações no site da ABEE-MG, do CREA-MG e de outros parceiros. Considero que o resultado do Edital de Chamamento Público 001/2021 do CREA-MG foi uma vitória para a ABEE-MG ao apresentarmos um excelente projeto, classificado com nota máxima, e cujas pautas executaremos até fevereiro de 2022. Recentemente, a diretoria da ABEE-MG promoveu três encontros importantes, de forma presencial, para discussão de temas de grande relevância: com o vice-governador Paulo Brant, sobre questões da Empregabilidade na Engenharia; com o vice-presidente da Assembleia Legislativa – ALMG, o deputado Antônio Carlos Arantes, sobre o incentivo para a instalação da montadora Bravo de carro elétrico no município de Nova Lima e com o deputado Gil Pereira tratamos da fomentação de Projetos de Fotovoltaico no Estado de Minas Gerais.

Foto: Divulgação



HÉLIO NONATO



## REVISTA ABEE-MG - QUE AÇÕES TÊM SIDO DESENVOLVIDAS PELA ABEE-MG NO SENTIDO DE PROMOVER A VALORIZAÇÃO PROFISSIONAL DOS ENGENHEIROS ELETRICISTAS DE MINAS GERAIS?

**Hélio Nonato** - Acredito que a valorização profissional dos engenheiros eletricitas de Minas Gerais passa pela sua qualificação e atualização. As tecnologias estão em constante renovação e a ABEE-MG está empenhada em proporcionar aos seus associados cursos e treinamentos on-line de curta duração e agora, com a diminuição das restrições devido à pandemia, iremos aos poucos proporcionar, também, eventos presenciais, disponibilizando conteúdo inovador e atual. A valorização profissional encontra-se também bastante atrelada às demandas do mercado de trabalho. Temos uma grande perspectiva nas soluções tecnológicas: na área da geração de energia, temos a micro e minigeração de energia fotovoltaica; na linha da Indústria 4.0 para a área de comunicação temos, por exemplo, a Internet das Coisas (IoT) que viabiliza a interconexão de equipamentos e dispositivos e será grandemente impulsionada pela tecnologia 5G. A Revista Digital da ABEE-MG, fruto do Chamamento Público 001/2021 do CREA-MG, está cumprindo a sua missão nessa direção de valorização profissional dos engenheiros eletricitas trazendo matérias de grande relevância para a nossa categoria profissional. Mas temos que batalhar para que somente engenheiros eletricitas tenham atribuições para assinaturas de Projetos Elétricos. Enfrentamos também a

concorrência das próprias concessionárias de Energia que estão executando os projetos de fotovoltaicos, concorrendo com os engenheiros eletricitas. Cobramos do CREA-MG, via Câmara Especializada de Engenharia Elétrica, o rigor na fiscalização para impedir ações que prejudiquem a nossa categoria.



Foto: Divulgação

HÉLIO NONATO

## REVISTA ABEE-MG - COMO O SENHOR PRETENDE CONDUZIR O RESTANTE DO SEU MANDATO NA PRESIDÊNCIA DA ABEE-MG, QUE VAI ATÉ 2023?

**Hélio Nonato** - Continuaremos atuando em várias frentes. Com a diminuição das restrições, iremos priorizar a realização de eventos técnicos presenciais, pois abrem oportunidades de networking

para os engenheiros e as empresas. A nossa meta é passarmos para duas cadeiras na Câmara Especializada de Engenharia Elétrica e para isso é necessário ampliarmos o número de associados. Também faremos a reformulação e a atualização do site da ABEE-MG.

## REVISTA ABEE-MG - QUAIS AS PRINCIPAIS AÇÕES E PROJETOS QUE ESTÃO PREVISTOS ATÉ 2023?

**Hélio Nonato** - Já estamos bastante adiantados na mobilização para trazer para Minas Gerais, em 2022, um evento nacional na área da Engenharia Elétrica. Minas Gerais está muito carente de grandes feiras de negócios no setor de Engenharia. Devemos ampliar a divulgação da Revista Digital da ABEE-MG, que está sendo um sucesso, com ampla aceitação. Concluir com êxito todos os projetos em andamento e participar dos próximos Editais de Chamamento Público do CREA-MG, apresentando projetos que contemplem, dentre outros, novos cursos para atualização e valorização profissional dos associados. Também pretendemos contribuir, em sintonia com a ABEE Nacional, para o fortalecimento de ações conjuntas com a ANATEL, a ANEEL e o Governo Federal que promovam maior presença de profissionais da Engenharia Elétrica nessas agências reguladoras, pois atualmente não temos profissionais dessa categoria nos quadros diretivos das agências mencionadas e nem mesmo nos seus conselhos diretor e consultivo.



## **REVISTA ABEE-MG - QUAL A PREOCUPAÇÃO DA ABEE-MG COM A FORMAÇÃO, CAPACITAÇÃO E ESPECIALIZAÇÃO DOS ENGENHEIROS ELETRICISTAS?**

**Hélio Nonato** - Nossas ações são voltadas tanto para os profissionais que já estão atuando no mercado, quanto aos recém-formados e estudantes de Engenharia Elétrica e suas modalidades e visam propiciar aos participantes a oportunidade de networking para geração e captação de negócios, trabalhos e parcerias. O projeto aprovado no Chamamento Público 001/2021 do CREA-MG, denominado “APERFEIÇOAMENTO PROFISSIONAL E FORTALECIMENTO DA ASSOCIAÇÃO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS DE MINAS GERAIS” apresenta como seus objetivos fortalecer a nossa Entidade de Classe, ABEE-MG, a partir de ampla divulgação de suas atividades e oferecer uma base técnica e normativa para que os profissionais já formados e os estudantes de engenharia possam se atualizar, reciclar e aperfeiçoar nas principais questões relacionadas com energia elétrica. Até fevereiro de 2022 contemplaremos 75 bolsas gratuitas para diversos cursos nesse segmento.

## **REVISTA ABEE-MG - COMO A ABEE-MG PODE CONTRIBUIR PARA A GERAÇÃO DE NOVAS OPORTUNIDADES DE EMPREGO PARA ENGENHEIROS E PRIMEIRO EMPREGO PARA RECÉM-FORMADOS?**

**Hélio Nonato** - Vejamos o exemplo de Santa Rita do Sapucaí, conhecida como o Vale da Eletrônica. Foi a partir de muita vontade política que se transformou em uma cidade empreendedora, um polo tecnológico com alta concentração de empresas de eletrônica. Precisamos de outros polos de eletrônica em Minas Gerais. Para que isso ocorra é necessária a interação com o Governo Estadual e a Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, ALMG, para a implementação de ações que propiciem o desenvolvimento de vocações tecnológicas em outras cidades mineiras. Nessa linha de atuação, a Diretoria da ABEE-MG reuniu-se em 30 de setembro de 2021 com o vice-governador do Estado, o engenheiro civil e economista Paulo Brant, e o vice-presidente da ALMG, deputado Antônio Carlos Arantes, para tratarmos sobre pautas de incentivo a empregabilidade na engenharia elétrica e energias renováveis. Nessa oportunidade, também foi tratado sobre a cadeia produtiva do carro elétrico no município de Nova Lima, na grande Belo Horizonte, que receberá um importante centro da montadora de Carros Elétricos – Bravo e pode despontar como um novo polo de eletrônica no Estado de Minas Gerais, atraindo uma rede de fornecedores no entorno da capital, incentivos de cursos técnicos de eletrônica, gerando oportunidades de emprego para diversos segmentos.

## **REVISTA ABEE-MG - QUESTÕES COMO VEÍCULOS ELÉTRICOS, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA TÊM GANHADO CADA VEZ MAIS FORÇA NO MERCADO. COMO OS ENGENHEIROS ELETRICISTAS PODEM E DEVEM SE PREPARAR PARA ATENDER A ESSAS NOVAS DEMANDAS DA SOCIEDADE EM SEU TRABALHO?**

**Hélio Nonato** - Estamos presenciando uma excelente oportunidade para todos nós, engenheiros da modalidade eletricistas, e que demanda de cada profissional uma atualização constante. As Universidades e Faculdades nacionais têm oferecido cursos de graduação com excelentes estruturas curriculares, além de cursos de Especialização e de Pós-graduação, bem como cursos tecnológicos. Em contrapartida, estamos carentes de grandes projetos para alavancar com força nossa economia, principalmente neste momento de pós-pandemia, pois a engenharia é estruturadora de vários outros mercados da economia. Nesse contexto, a engenharia precisa ser mais ouvida pelos poderes públicos para viabilizar as melhores soluções para a sociedade. A cidade precisa ser mais inteligente e a solução está na engenharia, e para atendermos a essas novas demandas precisamos, cada vez mais, da união de todos: Empresas, Universidades, Escolas Técnicas, Conselhos de Classe e Entidades.

## **REVISTA ABEE-MG - FIQUE À VONTADE PARA FAZER OUTROS COMENTÁRIOS QUE JULGAR NECESSÁRIOS.**

**Hélio Nonato** - Registro aqui o meu profundo agradecimento a todos os Diretores e Conselheiros da ABEE-MG e àqueles que contribuem para o sucesso de nossa entidade. ●



# Como será a quinta geração de comunicações móveis - 5G

## 1. Introdução

A tecnologia móvel tem mudado drasticamente a sociedade e a forma como nos comunicamos. Tem-se observado um crescimento desta tecnologia nos últimos anos com a popularização dos smartphones e tablets e as previsões para os próximos anos são impressionantes [1].

A quinta geração de comunicações móveis (5G) virá com muitas novidades. Segundo o relatório chamado Virtual Network Index da CISCO [2], teremos nos próximos anos:

- ◆ Um tráfego mensal global de dados móveis próximo de 77,5 Exabytes;
- ◆ Cerca de 1,5 dispositivos móveis conectados por pessoa;
- ◆ Uma velocidade média global de conexão móvel que ultrapassará 28,5 Megabits por segundo (Mbps);
- ◆ Aproximadamente quatro quintos do tráfego de dados móveis do mundo serão vídeo.

Tudo isto está sendo impulsionado com a evolução tecnológica da capacidade de processamento, da capacidade de armazenamento das memórias, da resolução das câmeras e telas de celulares, da geração de fotos e vídeos e principalmente com a redução do custo de armazenamento de bit por memória.

O fenômeno das redes sociais e as mudanças comportamentais colocaram o usuário comum na condição de gerador de tráfego e não apenas consumidor. O tráfego nas redes sem fio (*wireless*) cresce exponencialmente e há demandas crescentes por





taxas de transmissão cada vez mais elevadas. A internet das coisas (*IoT-Internet of Things*), a internet de qualquer coisa (*loE-Internet of Everything*), as comunicações máquina com máquina (*M2M-Machine-to-Machine*), as comunicações dispositivo com dispositivo (*D2D-Device-to-Device*) e a internet tátil prometem aumentar de maneira inimaginável o número de dispositivos conectados, podendo chegar a trilhões de acordo com alguns pesquisadores.

A motivação para a evolução das comunicações móveis para o 5G é que as redes atuais não suportam o incremento de tráfego e os novos serviços esperados. Segundo a União Internacional de Telecomunicações (*ITU-International Telecommunications Union*) [3], a identificação para a tecnologia 5G é *IMT-2020 (International Mobile Telecommunication-2020)* e esta nova geração terá foco em uma sociedade perfeitamente conectada a partir de 2020, reunindo pessoas juntamente com coisas, dados, aplicativos, sistemas de transporte e cidades, em um ambiente de comunicação em rede inteligente.

A fim de suportar as tendências de mercado e para harmonizar-se com a explosão de tráfego móvel, os aspectos que devem ser considerados são:

- ◆ Aumento drástico da vazão média;
- ◆ Melhoria na experiência de usuário;
- ◆ Escalabilidade, com o crescimento do número de terminais móveis por estação de transmissão (*BS-base station*) devido aos novos serviços relacionados à *IoT*, *M2M* e *D2D*;
- ◆ Redução da latência no estabelecimento da conexão e entrega dos pacotes;
- ◆ Eficiência e baixo consumo de energia;
- ◆ Diminuição do capital de investimento e operação para motivar a expansão e melhoria das redes;
- ◆ Flexibilidade no uso de diversas tecnologias;
- ◆ Novos serviços como vídeo móvel em alta definição;
- ◆ Eficiência no uso do espectro de frequência.

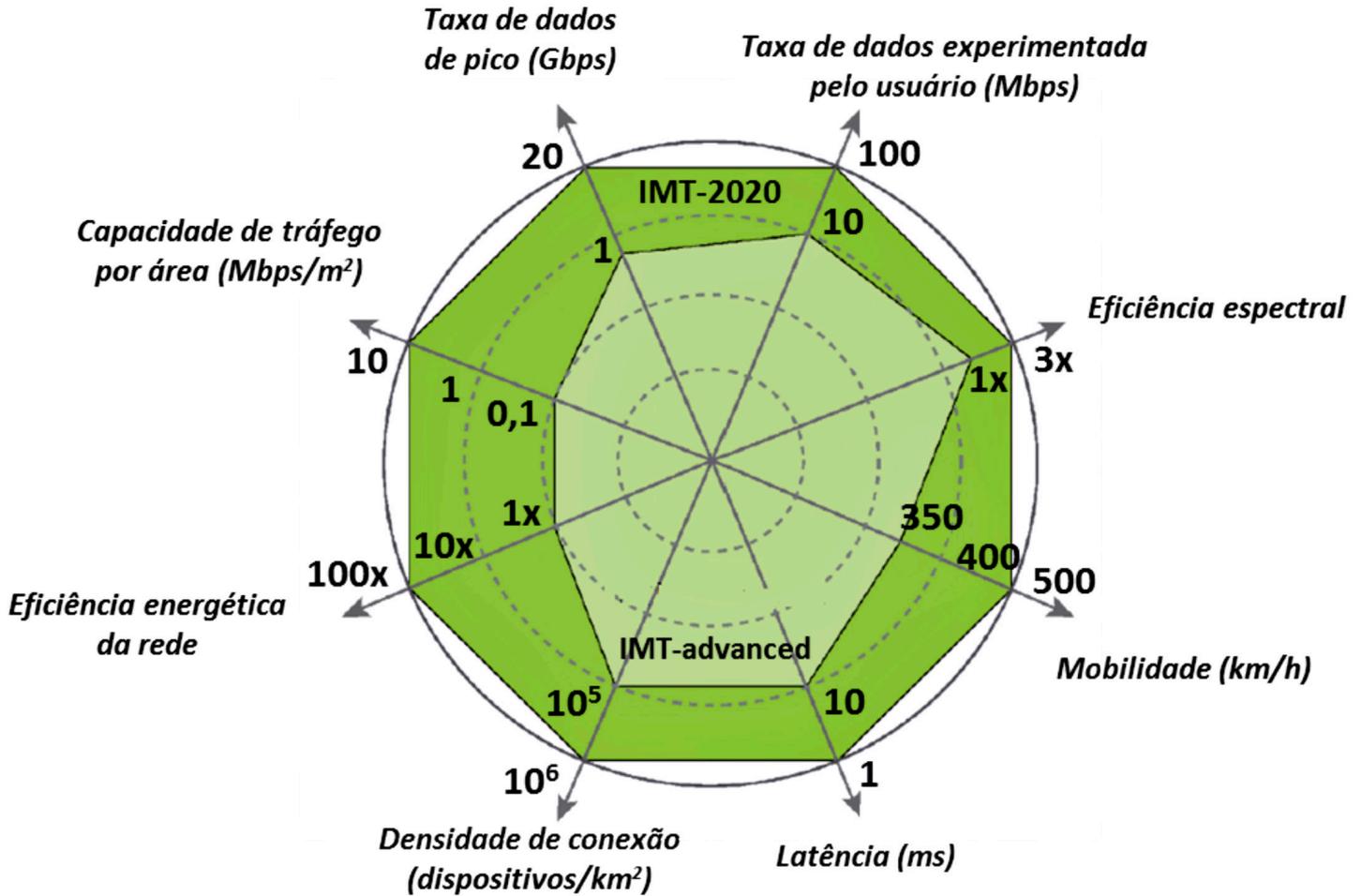
## 2. Requisitos

Para o desenvolvimento do 5G, oito parâmetros foram considerados como requisitos estratégicos de acordo com a recomendação *ITU-R M.2083-0* [3]. São eles:

- ◆ Taxa de dados de pico em gigabits por segundo (Gbps);
- ◆ Taxa de dados experimentada pelo usuário em megabits por segundo (Mbps);
- ◆ Latência em milissegundos (ms);
- ◆ Mobilidade em quilômetros por hora (km/h);
- ◆ Densidade de conexão em dispositivos por quilometro quadrado (dispositivos/km<sup>2</sup>);
- ◆ Eficiência energética da rede;
- ◆ Eficiência espectral;
- ◆ Capacidade de tráfego por área em megabits por segundo por metro quadrado (Mbps/m<sup>2</sup>).



A figura 1 ilustra a comparação entre 4G x 5G, onde a teia central apresenta os números dos requisitos atuais e a teia externa os números da rede futura (5G).



### Recommendation ITU-R M.2083-0

Figura 1 - Comparação dos requisitos do 4G x 5G [3]

A intenção do 5G, comparada com as redes atuais (4G), é ter banda larga móvel onipresente, alcançando taxas de 1Gbps em redes ultradensas, aumentando em 1000 vezes o volume de dados por área, de 10 a 100 vezes a taxa de dados por usuário, de 10 a 100 vezes o número de dispositivos conectados, em 10 vezes o tempo de duração da bateria dos dispositivos e diminuindo em 5 vezes a latência.

## 3. Cenários e Aplicações

Grandes esforços estão sendo tomados em várias vertentes das telecomunicações em prol da realização das redes 5G. Espera-se uma grande diversidade de aplicações que estão associadas à pelo menos um dos quatro eixos ilustrados na Figura 2, que apresenta os cenários do 5G e seus casos de uso mais desafiadores.

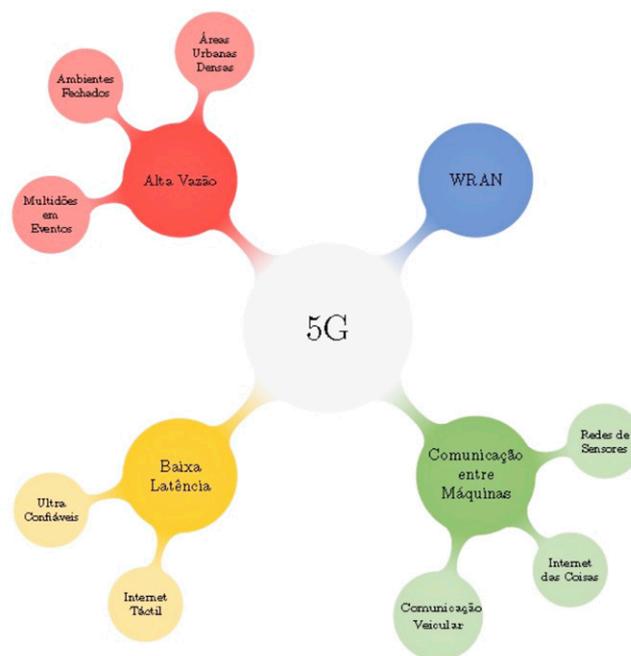


Figura 2 - Cenários que irão compor as redes 5G [4]

### a. Alta vazão

Este cenário tem como objetivo suprir a demanda por uma elevada taxa de dados. Este volume de dados advém do produto entre densidade de usuários conectados e vazão necessária para o envio e recebimento de conteúdos digitais. As aplicações para este cenário estão em ambientes fechados, áreas urbanas densas, multidões em eventos e são serviços de distribuição de vídeos como IPTV (*Internet Protocol Television*) e 3DTV (*Third Dimension Television*), compartilhamento de imagem e vídeos em alta definição [4].

### b. Baixa latência

A latência é a diferença de tempo entre o início de um evento e o momento em que os efeitos se tornam perceptíveis. Dentro do 5G, este cenário visa atender aplicações que demandam uma latência total menor do que pode ser ofertado pelas redes atuais. Representa a demanda por comunicação em tempo real com necessidades de latência menores que 1 ms. Estes baixos valores se fazem necessários para prover soluções que envolvem segurança e também atender ao crescimento do uso de aplicações executadas na nuvem (*cloud computing*). As aplicações para este cenário estão direcionadas para usuários de internet tátil como, por exemplo, jogos online, controle remoto de robôs cirúrgicos e conexões ultra-confiáveis como, por exemplo, direção autônoma de veículos e controle e segurança no trânsito [4].

### c. Comunicação entre máquinas – M2M

Neste cenário a rede deve prover acesso a um elevado número de dispositivos com requisitos e especificações heterogêneas. As aplicações para este cenário são encontradas nas redes de sensores, nas comunicações veiculares e na internet das coisas. As redes elétricas inteligentes e as cidades inteligentes são tendências que estarão presentes em todo mundo e poderão fazer medição de consumo de energia elétrica e de água, monitoração de temperatura, umidade, ruído, poluição e luminosidade. Isto tudo exigirá conectividade de uma ampla variedade de coisas jamais vistas anteriormente, como por exemplo, eletrodomésticos inteligentes com finalidades de automatizar tarefas e conexões de roupas e calçados [4].

### d. Acesso em áreas remotas - WRAN

Este cenário objetiva promover conexão de dados de banda larga de qualidade para usuários localizados em áreas que atualmente possuem cobertura precária ou não possuem cobertura. Visa atender principalmente regiões rurais de baixa densidade populacional e de baixa receita por usuário. Portanto, será necessário que o 5G apresente soluções para oferecer acesso à internet nessas áreas com baixo custo de implantação provendo um modo de operação com alcance superior a 50 km com uma única célula [4].



## 4. Tecnologias

As redes de comunicações móveis basicamente são projetadas e construídas baseadas em uma arquitetura de duas camadas, conforme ilustrado na figura 3.

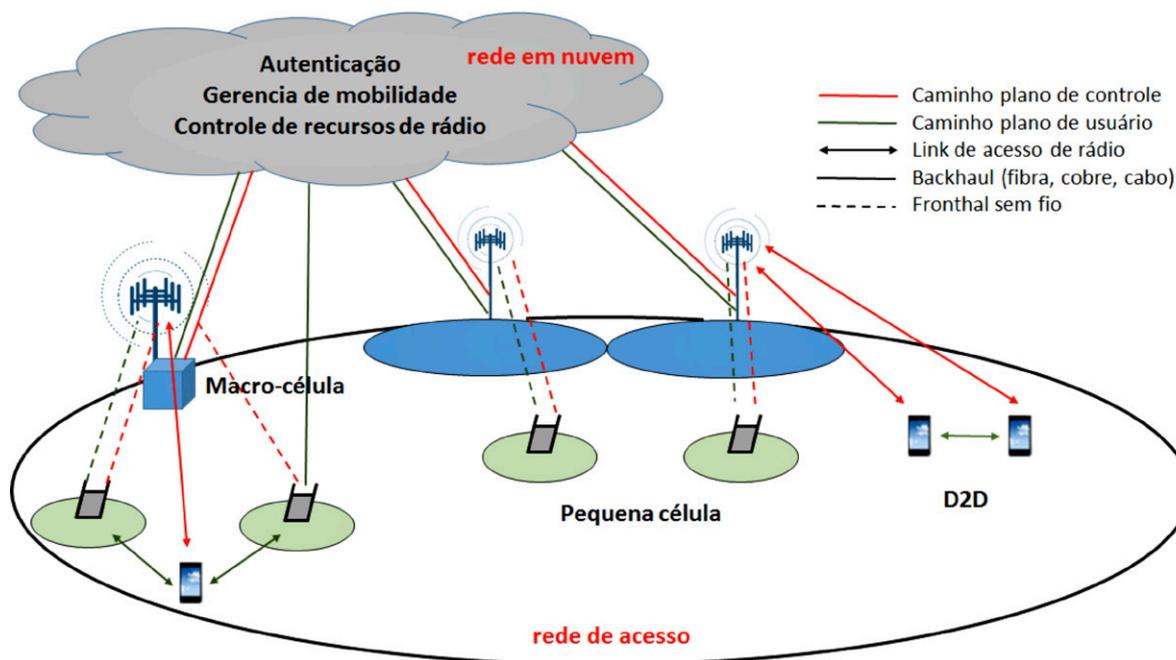


Figura 3- Arquitetura proposta para o 5G em duas camadas [14]

Uma camada composta por uma rede de acesso ou de rádio (RN-*Radio Network*) e outra camada composta por uma rede em nuvem (CN-*Cloud Network*).

Para suportar este modelo de arquitetura em duas camadas, as principais tecnologias promissoras para efetividade da rede são:

- ◆ Para a camada de CN: virtualização das funções de rede (NFV-*Network Function Virtualization*), e redes definidas por software (SDN-*Software Defined Network*);
- ◆ Para a camada de RN: implantação de pequenas células (UDN-*Ultra Dense Network*), MIMO massivo e 3D, conectividade dupla e utilização de altas frequências em ondas milimétricas (mmWave - *millimeter wave*).

Na sequência serão descritos os conceitos básicos das tecnologias e o ganho que elas trazem para a futura rede.

### a. Virtualização das funções de rede – NFV

NFV é um conceito de arquitetura de rede que propõe utilizar técnicas relacionadas à virtualização de Tecnologia da Informação – TI. Consiste na substituição de hardware especializado por máquinas virtuais, que podem executar diferentes processos sobre servidores de alta capacidade, switches e armazenamento ou também sobre infraestrutura na nuvem, o que resultará em soluções mais econômicas e sustentáveis, dando a opção de se trabalhar com diferentes fabricantes para administração da rede.

Esta nova proposta de arquitetura aponta uma redução, nos custos de investimento de capital (CAPEX) e operação (OPEX) da rede e no espaço físico.



### b. Redes definidas por software – SDN

Espera-se que o 5G seja uma rede dinâmica, gerenciável, econômica e adaptável. Esses requisitos não podem estar todos em uma rede a menos que ela seja programável. SDN emerge como uma solução perfeita a este respeito, onde as funções de controle de rede são dissociadas das funções de encaminhamento de pacotes. O SDN é uma mudança de paradigma na rede que oferece vários aspectos inovadores para as redes de próxima geração, decisões de encaminhamento baseadas em fluxo, controle centralizado da operação da rede, de fácil reconfiguração e programação por meio de aplicativos de software. Um aspecto interessante desta tecnologia é a neutralidade do fornecedor, pois as especificações são abertas e baseadas em padrões.

### c. Redes ultradensas – UDN

O conceito de UDN representa uma nova arquitetura em todos os aspectos de redes móveis. A ideia básica é fazer com que os nós de acesso estejam tão perto quanto possível dos usuários finais. A realização disto é simplesmente feita com a implantação densa de pequenas células em hotspots onde imenso tráfego é gerado. Tal como ilustrado na Figura 4, as células são implantadas pelos clientes em suas instalações (edifícios e residências), e hotspots (aeroportos, estações de metrô/trem, e mercados). Assim, o cenário de implantação de UDN introduz um ambiente de cobertura diferente onde qualquer usuário estaria em estreita proximidade com muitas células.

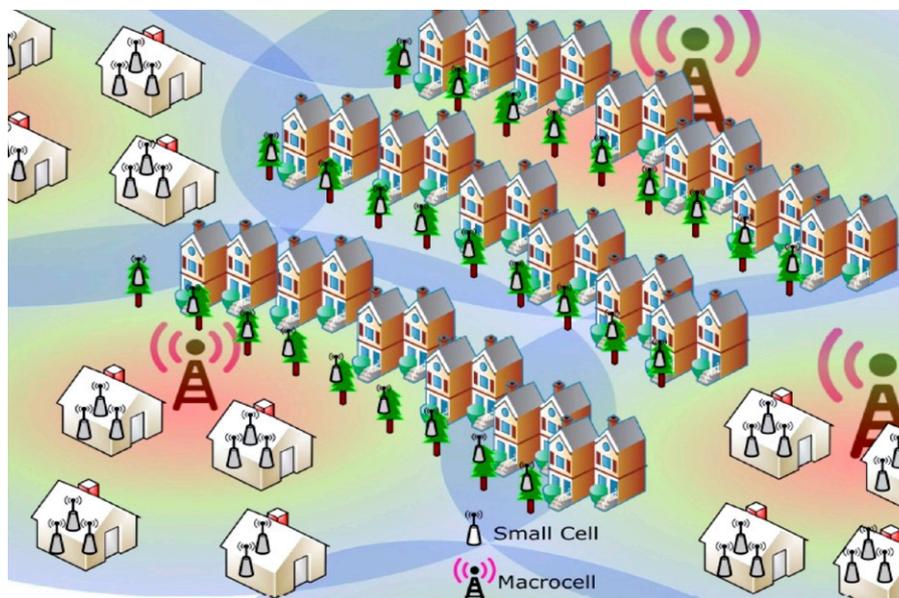


Figura. 4 - Redes ultradensas [5]

### d. MIMO massivo e 3D

O MIMO - *Multiple-Input and Multiple-Output* é uma tecnologia sem fio que utiliza várias antenas no transmissor e no receptor para transferir mais dados ao mesmo tempo, conforme ilustrado na figura 5. Usa um fenômeno natural de ondas de rádio chamado de multi-percursos. No 5G a ideia é utilizar um grande número de antenas na estação transmissora (base station), por isso o termo massivo. A utilização de elementos ativos nos arranjos de antenas permite controlar o feixe de transmissão do sinal em ambas as direções, vertical e horizontal aumentando a setorização dentro de uma célula. Isto que se chama de MIMO 3D [5].

Os benefícios esperados com a implantação desta tecnologia é melhorar a cobertura da célula, aumentar a vazão da rede, minimizar a interferência, aumentar a eficiência espectral e melhorar a eficiência energética.

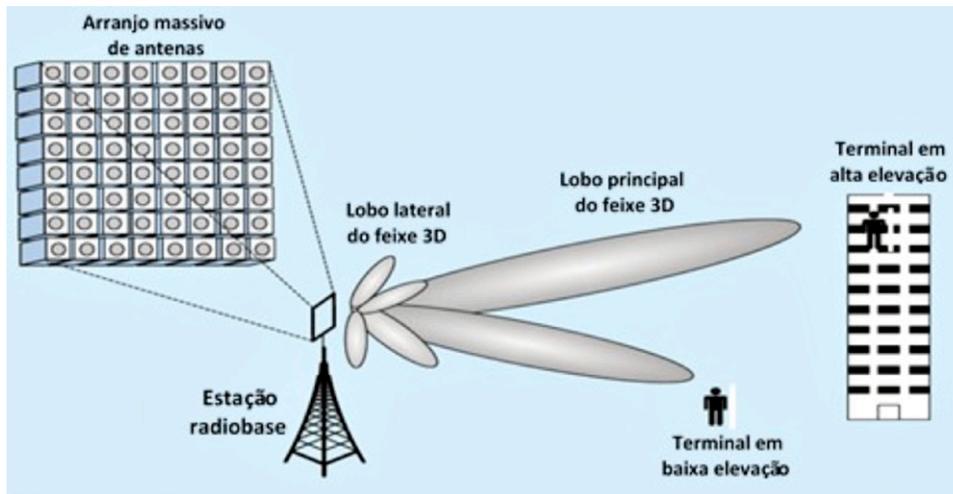


Figura 5 - MIMO massivo e 3D [5]

### e. Conectividade dupla - DC

Uma alternativa emergente de associação de usuário é a conectividade dupla (DC-Dual Connectivity), ilustrada na figura 6. Neste modo, o usuário se conecta a uma macro-célula e a um conjunto de pequenas células simultaneamente. O objetivo é a separação do plano de controle do plano de usuário, onde a macro-célula fica responsável pela sinalização do móvel e as pequenas células pelo tráfego. Isto garante robustez da gestão de mobilidade dos usuários, uma vez que eles estão conectados a duas camadas de células. O principal uso de DC é a divisão do fluxo de tráfego de usuário para satisfazer os requisitos de taxa de dados e para distribuir a carga de usuários entre um conjunto de pequenas células em sua vizinhança [5].

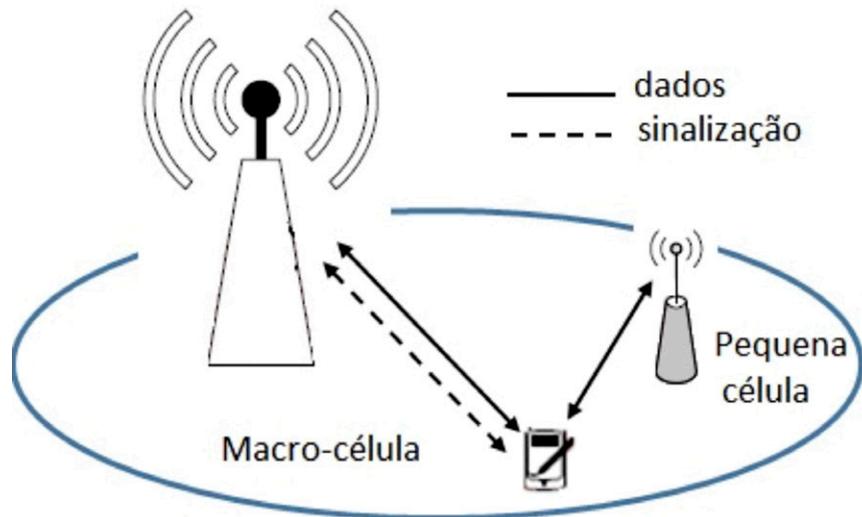


Figura 6 - Conectividade dupla [5]

### f. Ondas milimétricas – mmWave

A crise do espectro de frequências emergiu como um problema sério nesta década, pois a faixa de micro-ondas está praticamente esgotada. O espectro na faixa de 30-300 GHz (mmWave) subutilizado surge como um potencial candidato para evitar esta consequência. A utilização desta faixa traz um ganho aos usuários permitindo conexões com altas taxas de dados podendo chegar a 10 Gbps ou mais. Porém a limitação das ondas milimétricas está no alcance do enlace de comunicação entre estação transmissora e o dispositivo móvel. Portanto esta tecnologia terá eficácia na implantação das redes ultradensas onde teremos uma quantidade enorme de pequenas células com distâncias curtas em centros urbanos, principalmente em ambientes internos com residências, edifícios, escritórios comerciais, shoppings e aeroportos [5].



## 5. O 5G No Brasil

O leilão das frequências do 5G no Brasil aconteceu nos dias 04 e 05 de novembro. Foi considerado o maior da história das telecomunicações no Brasil. As frequências leiloadas para uso das aplicações da rede foram 700MHz, 2,3GHz, 3,5GHz e 26Hz. Além das operadoras tradicionais já conhecidas no mercado como Algar Telecom, Claro, Sercomtel, TIM e Vivo, aprecem novas empresas como Brisanet, Consórcio 5G (Copel e Unifique), Cloud2You e Winity. O que naturalmente é muito bom para o consumidor pois ampliará a capilaridade (cobertura) da rede e aumentará a oferta dos planos [6].

De acordo com a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), a previsão é de que o 5G funcione nas 26 capitais do Brasil e no Distrito Federal até julho de 2022. Para as cidades com mais de 30 mil habitantes, o prazo é julho de 2029.

## 6. Conclusões

As tecnologias aplicadas nas telecomunicações possibilitam e facilitam geração de novos negócios principalmente com aplicações inovadoras. São muito importantes para a evolução da sociedade como um todo. Com os benefícios que a rede de quinta geração (o 5G) trará, principalmente nos dias atuais, é possível realizar uma porção de coisas de forma prática, rápida e eficiente.

O 5G é considerado uma rede totalmente disruptiva com uma estrutura flexível, altíssima capacidade, com aplicações inovadoras como internet tátil, internet das coisas (IoT) e comunicações entre máquinas (M2M). Trará nos próximos anos grandes oportunidades para os setores do poder público, da indústria, agronegócio, saúde, educação e principalmente benefícios para a sociedade como estímulo para o desenvolvimento socioeconômico. E no Brasil não será diferente. Grande são nossas expectativas para os próximos anos. ●

## Referências Bibliográficas

- [1] FETTWEIS, Gerhard; ALAMOUTI, Siavash. 5G: Personal mobile internet beyond what cellular did to telephony. IEEE Communications Magazine.
- [2] Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast, 2017-2022.
- [3] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION - ITU (Swiss). IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond, 2015. (Recommendation ITU – R, M. 2083 - 0).
- [4] MENDES, Luciano Leonel et al. Cenários de aplicações das redes 5G no Brasil. Santa Rita do Sapucaí: Inatel, 2015. Centro de Referência em Radiocomunicações - Inatel.
- [5] KAMEL, M et al. Ultra-Dense Networks: A Survey. IEE Communications Survey & Tutorials, v.8, i.4, quarto trimestre 2016.
- [6] Anatel – Agência Nacional de Telecomunicações.



**RINALDO DUARTE TEIXEIRA DE CARVALHO** INSTITUTO NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – INATEL

Foto: Divulgação



# Tecnologia da Informação na Engenharia: um elo inseparável para o Engenheiro do Século 21 e Indústria 4.0

**D**evido aos enormes desafios, mudanças tecnológicas e institucionais constantes na engenharia, arquitetura e indústria, a aplicação prática e massiva da Tecnologia da Informação em todos esses segmentos tornou-se rotina, conjuntamente com a aplicação de práticas sustentáveis. Tanto o engenheiro, quanto o arquiteto do Século 21 devem ser capazes de lidar com um ritmo acelerado de mudanças tecnológicas, um mundo altamente interconectado e complexo, problemas que requerem soluções multidisciplinares e que fazem parte do *capitalismo cognitivo* atual. É fato que já estamos na 4ª Revolução Industrial, que vai permitir conectar todas as máquinas de uma planta de produção com produtos de consumo (IoT), havendo imperiosa necessidade de atualização e domínio da tecnologia da informação aplicada à engenharia.

E para proporcionar essas soluções multidisciplinares sem o uso da TI na Engenharia em vários cenários seria quase impossível ter-se a solução, em virtude de depender de gigantesco trabalho humano que faria papel da máquina para executar o que o hardware e o software fazem, de forma automatizada e em fração do tempo humano que seria despendido.

Um dos propósitos deste artigo, além de demonstrar a importância e necessidade imperiosa do uso da TI em todas as áreas da engenharia, é despertar o ardor no profissional que é engenheiro, que é bom

Foto: Shutterstock



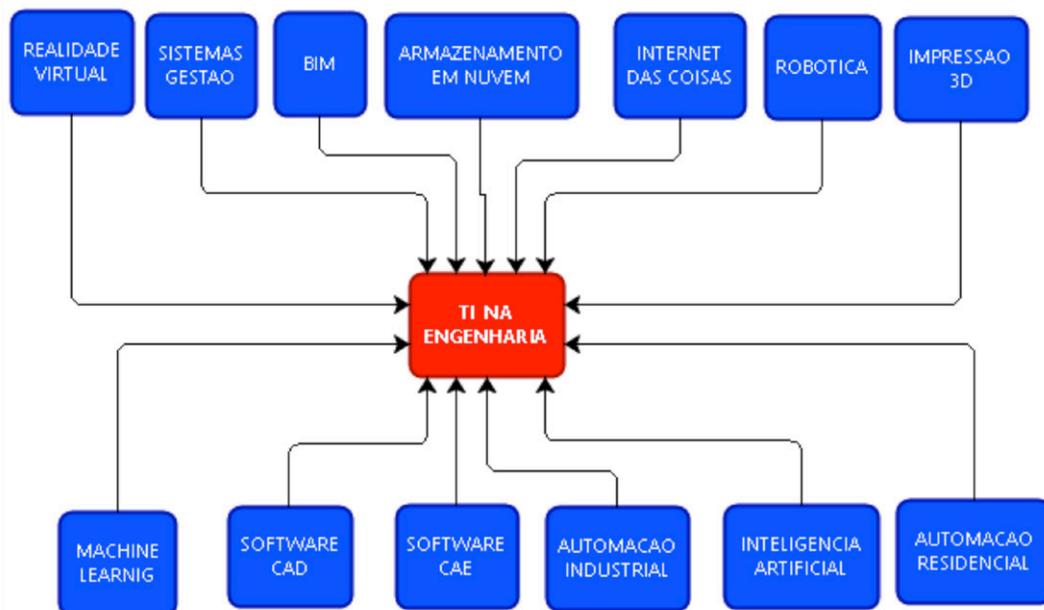


de cálculo - caneta e papel - porém avesso, ou com menos familiaridade com tecnologia, a mover-se rapidamente no sentido de especializar-se, familiarizar-se com as diferentes ferramentas e soluções que a aplicação da TI oferta à engenharia, sendo basicamente uma necessidade fazer parte da rotina profissional do engenheiro atual.

O engenheiro ou o arquiteto pode ser um brilhante calculista e projetista, um exímio administrador, mas se estes profissionais forem avessos à tecnologia e não souberem aplicar a TI inerente a sua área de atuação em suas atividades, sempre estarão incompletos em suas carreiras, e dependerão diretamente de outros profissionais para complementarem seus trabalhos. O domínio de alguns *softwares*, o conhecimento de alguns *hardwares*, o domínio de processos de tecnologias inerentes à atividade que exerce, são essenciais para o êxito profissional.



Algumas aplicações práticas da Tecnologia da Informação na engenharia



As várias soluções e aplicações que valem-se da TI para tornarem-se possíveis para a engenharia. Fonte: Biblioteca corporativa da Som Ambiente® Ltda.



São vários segmentos dentro da **TI que ofertam soluções inseparáveis para a engenharia**, como: **realidade virtual, sistemas de gestão, armazenamento em nuvem, Internet das Coisas (IoT), Robótica (industrial, clínica), softwares como o CAD, softwares CAE, BIM** e várias outras soluções de tecnologias, não cabendo aqui contextualizar cada uma delas, mas, demonstrar a importância da aplicação e necessidade de familiarização pelo engenheiro e arquiteto.

Contextualizando, **na prática**, a necessidade de o engenheiro possuir conhecimento de TI temos:

- ◆ **ENGENHARIA AUTOMOTIVA:** Um bom engenheiro automotivo que **não tem conhecimento do que é um firmware**; do que é uma ECU (*Electronic Control Unit*), Rede CAN, arquitetura centralizada e distribuída no veículo etc; sempre será especializado em veículos que tendem para o funcionamento analógico e mecânico. Como terá mercado na atuação com veículos elétricos e conectados da atualidade? Para o profissional de engenharia automotiva, o conhecimento especializado atualizado o permitirá deixar de ser uma bola de vidro, no meio de bolas de cristal (engenheiros especialistas em veículos elétricos/eletrônicos/conectados). Porém, para a engenharia de manutenção automotiva, mesmo tendo o domínio, nem sempre a solução estará garantida. Haverá casos em que, por questões contratuais legais entre montadora e fabricante do dispositivo instalado no veículo, apenas o responsável técnico pela linha desse dispositivo do respectivo fabricante possuirá acesso à documentação técnica, acesso ao software, programação e configuração do dispositivo.
- ◆ **ENGENHARIA CIVIL:** Um bom **engenheiro civil**, ainda que **não conheça adequadamente a aplicação do 3D**, poderá ter vários problemas em sua carreira, cometer erros de execução na construção, dificultar o processo construtivo e até mesmo deixar de encantar seu cliente com uma estonteante maquete nos projetos. Como ele executará a construção de um prédio inteligente sem conhecimento de tecnologia, IOT e inteligência artificial?
- ◆ **ENGENHARIA MECÂNICA:** Um **engenheiro mecânico** que não conheça as aplicações da IA (*Artificial Intelligence*), *big data*, *machine learning*, dentre outras aplicações tecnológicas, não estará apto a projetar e implantar vários projetos para a indústria 4.0.

Foto: Shutterstock





◆ **ENGENHARIA DE ÁUDIO E ACÚSTICA - AUDIOVISUAL:** Um **engenheiro de áudio** ou da indústria audiovisual, que **não possui domínio de TI**, simplesmente não conseguirá usar vários dispositivos e equipamentos de áudio que possuem funções com a tecnologia atual (sistema operacional, programação hardware etc.), visto que quase todos são controlados por *software*, onde reside a inteligência. Por exemplo, como ele fará um projeto e implantação de um sistema de alta voz - *security* e audiovisual para um estádio, aeroporto ou terminais rodoviários - se não conhece protocolos de comunicação de áudio por rede, áudio por IP, programação e TI. Essas instalações de áudio são soluções complexas que exigem no mínimo 60 % de conhecimento em tecnologia e o restante é trabalho físico braçal na integração/implantação. É fato que, sem dominar e aplicar a TI neste segmento de engenharia AV, muito pouco ou quase nada se conseguirá. Vai muito além dos cálculos e especificações de: cálculo de carga, das linhas de transmissão de áudio de alta impedância, do cálculo de infraestrutura e de potência dos dispositivos, ou seja: é imperioso ter domínio de programação, rede *ethernet*, protocolos, além de outras tecnologias inerentes, ofertadas pela TI à engenharia de áudio.



No que tange a instalações de áudio, infelizmente, por **desconhecimento técnico**, alguns integradores do segmento de áudio acham que som é aparelho e que o som em determinado local (ambiente) é caixinha de embutir/ “receiverzinho” USB e som em baixo volume. Didaticamente na física e na engenharia acústica, *“Som é uma onda mecânica, longitudinal que se propaga em um meio elástico, o movimento de rarefação e compressão das moléculas do ar ao vibrarem o tímpano humano, tem-se a sensação do som”*. A NBR 16313 conceitua o som como uma sensação.

**Um ambiente comporta variados tipos de projetos com equipamentos de áudio, ou até mesmo de tipos de som**, como o gerado por um martelo pneumático **sem esse mesmo local (ambiente) deixar de ser ambiente** e sem significar que o som, nesse ambiente, é apenas som em baixo volume (quantidade de decibéis - SPL), ou seja, tecnicamente e didaticamente, o som em determinado local que é tecnicamente chamado zona (ambiente), não tem nada a ver com caixinha de embutir.

É fato ainda que o som é usado em algumas modalidades da engenharia como poderosa ferramenta para **ensaios não destrutivos** como: na engenharia civil em análise por ondas de ultrassom, em estruturas de concreto; alertas de segurança em pátios (sirenes, alertas de voz); o ultrassom na engenharia médica; o sonar na engenharia naval, tratamento e condicionamento da onda sonora na engenharia acústica, dentre outras aplicações. <https://www.somambiente.com/blog/>



- ◆ **ENGENHARIA ELÉTRICA:** O **Engenheiro eletricista** que não estiver interagido com as soluções da TI não terá condições de atuar em soluções complexas inerentes à atualidade e realidade da engenharia elétrica tais como: mobilidade do futuro (veículos elétricos e autônomos), implantação de engenharia de redes para a vida diária, projeção e execução de projetos de sistemas inteligentes, desenvolvimento e execução de automações dos processos de produção, geração de energia limpa e sustentável, utilização de soluções robustas de análise, não invasivas, como a **análise por termografia** para inspeção de circuitos, dispositivos e painéis elétricos dentre várias outras atividades.
- ◆ **ENGENHARIA CLÍNICA:** Todo os recursos tecnológicos proporcionados pela engenharia clínica para manter e salvar vidas, só são possíveis graças a aplicação da TI, robôs cirúrgicos de altíssima precisão como o *Da Vinci*, só foram possíveis existir, graças à junção entre **TI** (software, automação, diagnóstico por imagem, informação em tempo real etc.), e **engenharia**. Sem a Tecnologia da Informação na engenharia clínica, além da escassez de recursos que o profissional médico teria, o maquinário seria um conjunto de engrenagens, sem vida, mobilidade, conectividade, sem precisão funcional carente de várias soluções. Portanto inteirarse, familiarizar-se com tecnologia, tornou-se essencial e inerente à profissão de engenheiro clínico.
- ◆ **MANUTENÇÃO PREDITIVA:** Várias técnicas utilizadas de coletas de dados na **manutenção preditiva** só são possíveis graças à interação/aplicação entre TI e Engenharia, em que a engenharia especifica e fornece o *hardware*; a TI fornece e permite o acesso (*software*, IHM – interface homem-máquina, etc.); armazenamento, processamento e gerenciamento da informação de forma útil para o profissional.

A independência profissional só é conseguida com habilidades profissionais multidisciplinares, sendo uma das tendências e necessidade da nova era tecnológica para os profissionais e futuros engenheiros. ●

## Alguns outros artigos do mesmo autor:

- ◆ Conectividade Tecnologias de tendência ou rotina

- ◆ REDE CAN tráfego de dados e conectividade de dispositivos em automóveis parte 1 (2009)

Link: <https://administradores.com.br/artigos/rede-can-trafego-de-dados-e-conectividade-de-dispositivos-em-automoveis-parte-i>

- ◆ REDE CAN tráfego de dados e conectividade de dispositivos em automóveis parte II

Link: <https://administradores.com.br/artigos/rede-can-trafego-de-dados-conectividade-e-automacao-em-automoveis-parte-ii>

- ◆ Carro Conectado – Smart Car (2018)

Link: <https://www.somambiente.com/blog/?p=197>

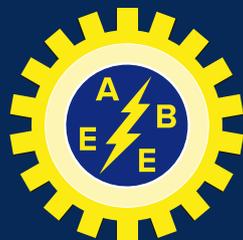
- ◆ Relés domine o uso parte 1

- ◆ Relés domine o uso parte II

**LUIZ REIS LANA** É ENG. ELETRICISTA POSSUINDO TAMBÉM GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, MATEMÁTICA, ESPECIALISTA EM ELETRÔNICA E TI, POSSUI CERTIFICAÇÃO EM VÁRIOS FABRICANTES DA INDÚSTRIA DE AUDIO VISUAL. DIRETOR DE ENGENHARIA E TI DA EMPRESA SOM AMBIENTE® LTDA FUNDADA EM 1981, ELEITO ENTRE TOP 100 INTEGRADORES LATIN AMERICA 2019. ATUA HÁ MAIS DE 30 ANOS NO SEGMENTO DE ENGENHARIA DE AUDIO ELETRÔNICA E TECNOLOGIA. FOI RESPONSÁVEL TÉCNICO CREDENCIADO DE VÁRIOS FABRICANTES DE ELETRÔNICOS E AUDIO AUTOMOTIVO OEM DURANTE A DÉCADA DE 80/90 E ATUALMENTE. ESPECIALIZADO EM CUSTOMIZAÇÃO DE VEÍCULO CONECTADO MULTIMÍDIA, PROJETOS E INSTALAÇÃO DE SOLUÇÕES DE ENGENHARIA AUDIOVISUAL PROFISSIONAL DE GRANDE PORTE/ALTAVOZ E SALAS DE REUNIÃO/COLABORAÇÃO ON-LINE. INTEGRANTE DO COMITÊ DE ESTUDOS QUE ELABOROU A NORMA: ABNT NBR IEC/CISPR 35:2021 (COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA DE EQUIPAMENTO MULTIMÍDIA-REQUISITOS DE IMUNIDADE), UM DOS AUTORES DO LIVRO: CONGONHAS & ALEIJADINHO EM PROSA E VERSO, REDIGE ARTIGOS TÉCNICOS PARA REVISTAS TÉCNICAS ESPECIALIZADAS E ALGUNS GRANDES PORTAIS DE INFORMAÇÃO WEB. EMAIL: [LUIZLANA@SOMAMBIENTE.COM.BR](mailto:LUIZLANA@SOMAMBIENTE.COM.BR)



Foto: Divulgação



**ABEE-MG**

Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas  
Departamento de Minas Gerais

Av. Álvares Cabral, 1.600 - 2º Andar - CEP 30170-001 | Belo Horizonte-MG | Tel: (31) 3299 8718  
<https://abee-mg.com.br/>