

Revista

ABEE-MG

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS DEPARTAMENTO DE MINAS GERAIS



ANO 2 | Nº 9

Acústica

ARTIGO ASSINADO POR KRISDANY CAVALCANTE E POR JÚNIOR SILVA FAZ UMA IMERSÃO NA ÁREA DA ACÚSTICA, DESTACANDO A EVOLUÇÃO DO MERCADO E OS DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A ENGENHARIA BRASILEIRA

RINALDO DUARTE TEIXEIRA DE CARVALHO fala sobre a implantação do 5G no Brasil e as vantagens que a tecnologia oferece em termos de alta velocidade, resposta quase instantânea e capacidade de suportar mais dispositivos ao mesmo tempo na área de cobertura

ENTREVISTA Figura conhecida no meio industrial mineiro, o engenheiro Olavo Machado Júnior conta um pouco de sua história, experiência profissional e opina sobre a situação atual da indústria no Brasil



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 II • Nº 9 • NOVEMBRO 2022

Diretoria ABEE-MG
(gestão 2021-2023)

Presidente

Eng. Hélio Nonato de Oliveira

Vice-presidente

Engª 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

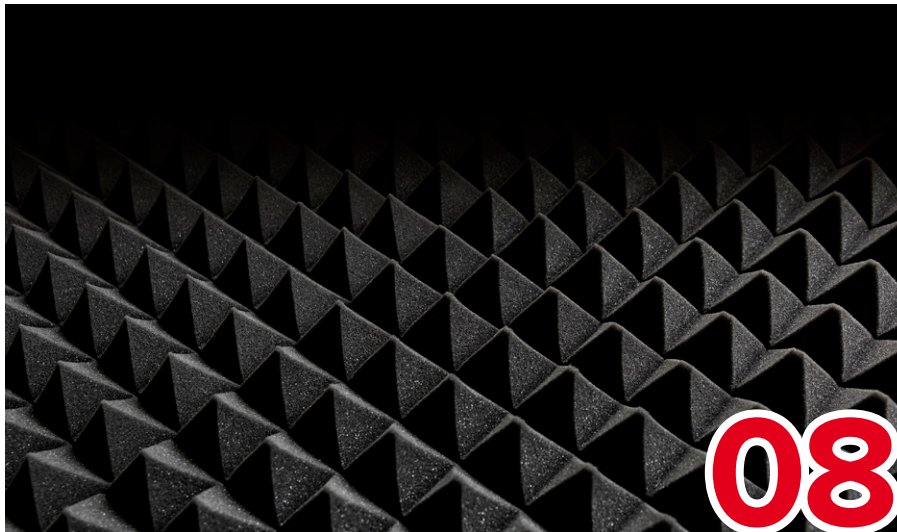
Editor: Paulo Martins

Jornalista Responsável:

Marcos Orsolon
(MTB nº 27.231)

Produção Visual e Gráfica
Estúdio AM

03 EDITORIAL



ACÚSTICA

“Acústica – desafios e oportunidades para a engenharia brasileira” é o nome do artigo assinado pelo engenheiro electricista Krisdany Vinícius S. M. Cavalcante e pelo técnico em automação industrial Júnior Guilherme da Silva. O texto começa descrevendo o histórico da acústica no Brasil, contando desde o surgimento das primeiras normas técnicas e lembrando o surgimento das entidades representativas de classe da área, bem como os principais eventos realizados no segmento. Formação acadêmica, conhecimentos em acústica e desafios e oportunidades são outros tópicos abordados.



ENTREVISTA

Engenheiro electricista de formação, Olavo Machado Júnior, de 74 anos, é proprietário da MCT Transformadores, indústria instalada no estado de Minas Gerais. Atual vice-presidente da CNI (Confederação Nacional da Indústria), ele transita há várias décadas por entidades de classe que representam a indústria brasileira. Nesta entrevista Olavo conta um pouco de sua história e opina sobre a situação da indústria e o que espera do novo governo.



5G

O 5G é o mais recente padrão tecnológico para serviços móveis e a Anatel trabalha incessantemente em promover sua implementação no País de forma segura e sustentável. Em artigo nesta edição, Rinaldo Duarte Teixeira de Carvalho analisa como está a implantação do 5G no Brasil.

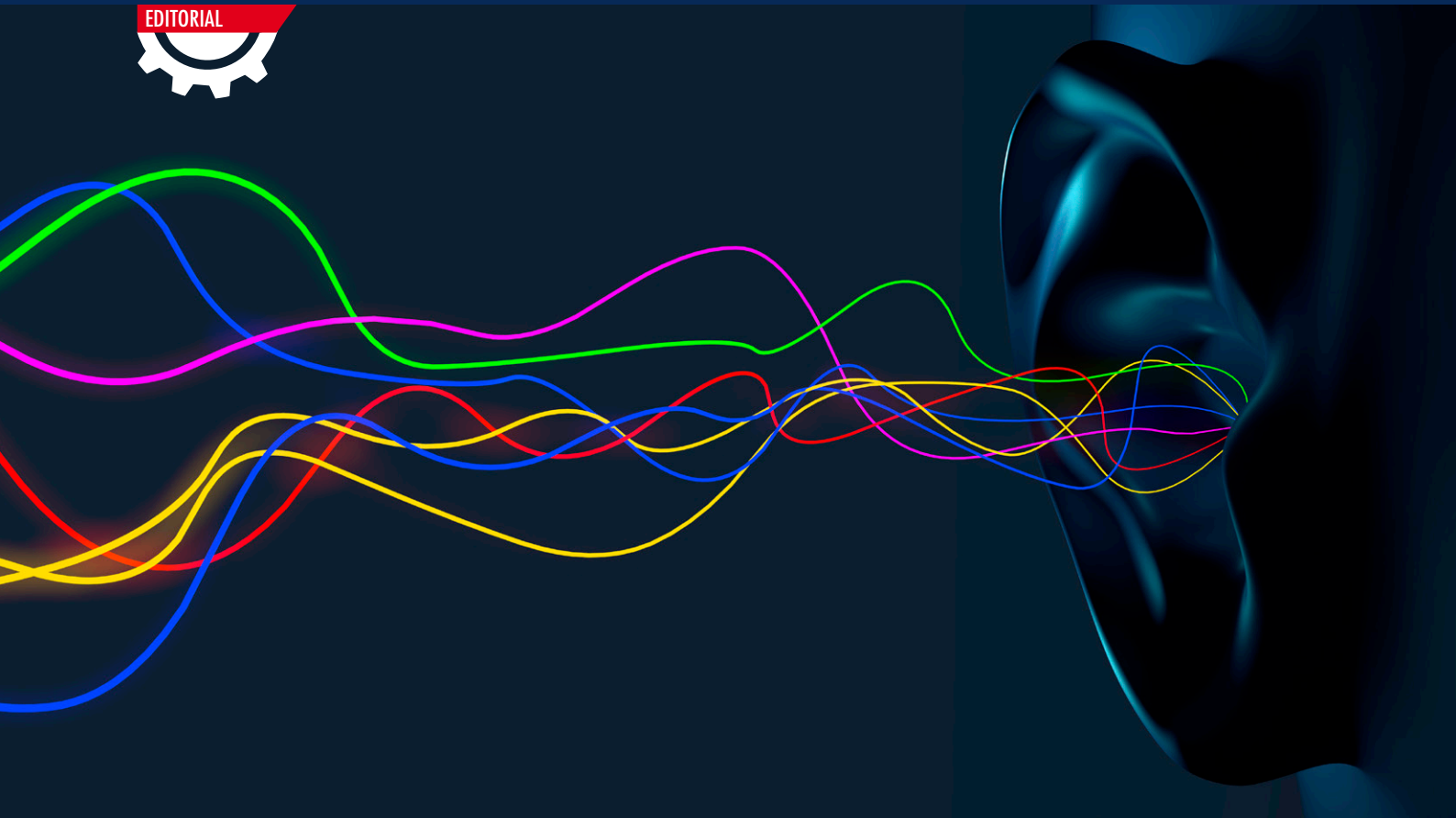


Foto: Shutterstock

DESTAQUES DA EDIÇÃO

O destaque da capa desta edição é o artigo “Acústica – desafios e oportunidades para a engenharia brasileira”, assinado pelo engenheiro eletricista Krisdany Vinícius S. M. Cavalcante e pelo técnico em automação industrial Júnior Guilherme da Silva.

O texto começa descrevendo o histórico da acústica no Brasil, contando desde o surgimento das primeiras normas técnicas e lembrando o surgimento das entidades representativas de classe da área, bem como os principais eventos realizados no segmento. Formação acadêmica, conhecimentos em acústica e desafios e oportunidades são outros tópicos abordados no texto dos especialistas.

Trazemos também uma entrevista imperdível com o engenheiro eletricista Olavo Machado Júnior, de 74 anos. Ele é proprietário da MCT Transformadores, indústria instalada no estado de Minas Gerais. Vinho de uma família de técnicos em eletrônica e eletricidade, Olavo montou seu próprio negócio bastante jovem, acumulando grande experiência com o passar do tempo. Atual vice-presidente da CNI (Confederação Nacional da Indústria), ele transita há várias décadas por entidades de classe que representam a indústria brasileira. Nesta entrevista Olavo conta um pouco de sua história e opina sobre a situação da indústria e o que espera do novo governo.

O 5G é o mais recente padrão tecnológico para serviços móveis e a Anatel trabalha incessantemente em promover sua implementação no País de forma segura e sustentável. Devido às características de rede, destacam-se aplicações com altas taxas de transmissão de dados e baixa latência (tempo de resposta), a tecnologia oferece uma variedade de novas possibilidades, ainda a serem exploradas. Em artigo nesta edição, Rinaldo Duarte Teixeira de Carvalho analisa como está a implantação do 5G no Brasil.

Por enquanto é isso. Boa leitura e até a próxima edição!



Uma vida dedicada ao setor eletroeletrônico

COM GRANDE EXPERTISE NA INDÚSTRIA MINEIRA, OLAVO MACHADO JÚNIOR CONTA DETALHES DE SUA TRAJETÓRIA PROFISSIONAL.

Engenheiro de formação, Olavo Machado Júnior, de 74 anos, é proprietário da MCT Transformadores, indústria instalada no estado de Minas Gerais. Atual vice-presidente da CNI, ele transita há várias décadas por entidades de classe que representam a indústria brasileira. Nesta entrevista Olavo conta um pouco de sua história e opina sobre a situação da indústria e o que espera do novo governo.

REVISTA ABEE-MG - QUAL SUA FORMAÇÃO ACADÊMICA E ONDE O SENHOR SE FORMOU?

OLAVO MACHADO JÚNIOR – Eu sou engenheiro electricista. Me formei na PUC de Minas Gerais em 1972, há 50 anos.



Foto: Divulgação

REVISTA ABEE-MG - FALE UM POUCO DE SUA TRAJETÓRIA PROFISSIONAL.

OLAVO MACHADO JÚNIOR – Venho de uma família de técnicos em eletrônica e eletricidade. Até minha avó foi radioamadora com registro na LABRE. Era uma casa onde sempre havia um ferro de solda ligado. Meu pai, autodidata fabricava equipamentos de radiotransmissor e na época da Segunda Guerra até corte de cristal oscilador ele sabia fazer. A primeira emissora de TV em Belo Horizonte teve como um de seus técnicos desde o início um tio-irmão de meu pai. Isso contaminou toda família e meu irmão mais velho também se dedicou à eletrônica. Não sendo o mais brilhante, fui estudar eletricidade na Escola de Engenharia da PUC- MG onde me formei em junho de 1972. Nesta época, consegui um estágio numa fábrica de tecidos em BH, a Cia. Industrial Belo Horizonte. E também tive o privilégio de ter como meu orientador um velho amigo de meu pai, o Professor Hugo Luiz Sepúlveda, que mais tarde veio a ser diretor da Escola de Engenharia da UFMG. Permaneci nesta empresa até me formar e aí tive oportunidade de trabalhar com eletricidade industrial. Fui me especializando na montagem de subestações, além de projetar e montar mais de 120 km de linhas de transmissão em 34,5 kV e participar da reforma total de uma Usina Hidroelétrica na Serra do Cipó, em Minas. Sempre acompanhando e aprendendo com os melhores professores das escolas de engenharia de Minas Gerais, e, neste caso, em especial, com o Professor João Batista Ricci, da EFE de Itajubá. Frequentei todo o curso de Engenharia no período da noite, assim trabalhava durante o dia com eletricidade e aprendia na prática como ser engenheiro. Quando me formei, para de-



cepção do meu então chefe Dr. Leonardo Bahia Machado, engenheiro e diretor da CIBH, pedi demissão e justifiquei que iria empreender no meu próximo negócio, seria fabricante de equipamentos elétricos, junto com outros dois colegas e meu irmão Marco Aurelio. Talvez contaminado pelo ambiente acadêmico e pelo fato de lidar com tantos professores. Enquanto construía o primeiro galpão de minha fábrica, fui convidado e aceitei ser professor na Universidade Federal de Juiz de Fora. Lecionava na disciplina de Proteção de Sistemas Elétricos e foi aí que vi o pouco que sabia. Entendi que para ensinar deveria estudar mais e muito para assumir uma responsabilidade tão importante. Depois desta experiência meu respeito e admiração pelos mestres e professores cresceu e fica aqui minha eterna gratidão. Já na vida empresarial, tivemos nossos tropeços, mas também vitórias. De fabricantes de painéis para diversas instalações de infraestrutura e fabris, incluímos em nosso portfólio a fabricação de equipamentos de transmissão e repetição de sinais de VHF e UHF, como meu pai fez anos antes, fabricamos receptores e antenas parabólicas. Houve a necessidade de formar novas empresas, todas elas sempre focadas na fronteira da inovação, na área de automação e TI. Certamente, influenciado pelo Prof. Hugo, numa oportunidade de ampliação de negócios, adquirimos uma reformadora de transformadores elétricos. A partir dela ampliamos os nossos negócios e nos tornamos fabricantes de transformadores de distribuição, especiais e de meia força. Negócio que mantemos até hoje. Nossos negócios sempre se preocuparam com a inovação e com a qualidade dos produtos oferecidos ao mercado. Certamente, fomos os primeiros a nos preocupar com o desempenho e eficiência dos equipamentos fabricados. É forjado nessa história que fico feliz em dizer que já fornecemos equipamentos para todas as concessionárias de energia do Brasil, com destaque especial para a CEMIG, que durante muito tempo foi nossa incentivadora. Hoje é muito triste ver uma empresa como a CEMIG estampar capas de jornais, site e até mesmo possuir uma própria CPI, por questões de corrupção. A empresa é um ícone de nosso Estado e tem e sempre teve um papel importante para o desenvolvimento social, industrial e econômico de Minas Gerais.

REVISTA ABEE-MG - O SENHOR FOI PRESIDENTE DA FIEMG EM QUE PERÍODO?

OLAVO MACHADO JÚNIOR – Desde a fundação de minha primeira empresa, venho participando de entidades de classe como Sindicatos e Associações Industriais, seja em Contagem ou Belo Horizonte e até mesmo de nível nacional, como a CNI - Confederação Nacional da Indústria, em Brasília. Particpei por longo período da ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, onde fui diretor nacional e presidente na Regional de Minas Gerais. No Sistema Indústria, tive como vizinho de fábrica o Dr. Nansen Araújo, que na ocasião era vice-presidente e posteriormente, presidente da FIEMG. Meu ilustre amigo me convidou a participar da entidade através do SINAEES – MG - Sindicato da Indústria de Aparelhos Elétricos, Eletrônicos e Similares de Minas Gerais, entidade que fui membro, diretor, vice e presidente. Toda essa trajetória começa em 1972, no auge da minha juventude, com meus 23, 24 anos, formado em Engenharia e calouro de empresário. Em 2010 fui levado à presidência da FIEMG e reeleito por unanimidade em 2014 e finalizando o meu mandato em 2018. Particpei e ainda faço parte da diretoria da CNI, onde estou no cargo de vice-presidente. No início desta trajetória de líder sindical não posso deixar de citar a participação de Stefan Salej, industrial dono da Tecnowatt, fabricante de luminárias em Contagem e grande incentivador da participação de todos nas entidades de classe. Ponto interessante ou coincidência foi o fato que o Dr. Nansen Araújo, Dr. Stefan Salej, Dr. Robson Braga de Andrade, hoje presidente da CNI e eu, fomos todos presidentes da FIEMG e empresários do setor elétrico em Minas Gerais.

REVISTA ABEE-MG - COMO ESTÁ O MOMENTO DA INDÚSTRIA EM MINAS GERAIS?

OLAVO MACHADO JÚNIOR – A indústria mineira enfrenta as mesmas dificuldades e desafios da indústria nacional. Padecemos dos mesmos despreparos em tecnologia, da falta de percepção das autoridades



para as necessidades de desenvolvimento, que o mercado tanto nos cobra. Continuamos com dificuldade da formação de mão de obra, na falta de diálogo com a academia, ainda que se note um esforço de todas as partes para uma efetiva aproximação. A indústria continua buscando apoio e parceria externa, dificultada pelos interesses estrangeiros de exploração de um mercado de mais de 200 milhões de consumidores, com potencial menor que o desejável e despreparado. Do outro lado está o industrial brasileiro, resiliente e de uma esperança enorme, que continua lutando pelo sonho de realização. Não podemos deixar que o movimento das “startups” acabe por falta de visão e apoio. A Indústria 4.0, certamente tem no meio industrial mineiro e brasileiro sua razão, e trará a solução que precisamos. É preciso valorizar a engenharia e engenheiros. Não podemos permitir que empresas e empregos sejam destruídos por falta de visão. Principalmente por aqueles que praticam julgamos precipitados e que acreditam que mais de 50 anos de estudos e desenvolvimento tecnológico sejam destruídos como se nada valessem ou importassem.

REVISTA ABEE-MG - QUAIS SETORES DA INDÚSTRIA SE DESTACAM NO MOMENTO?

OLAVO MACHADO JÚNIOR – Todo e qualquer setor da indústria é importante e deve ser valorizado e protegido. Condições de igualdade devem ser estabelecidas, regras devem ser claras e haver oportunidade e acesso iguais para todos. Na indústria têxtil, tive oportunidade de ver os primórdios das empresas e as dificuldades que se apresentavam. Desde a instalação da empresa, até a chegada das máquinas e equipamentos nos portos e que tinham que ser transportados em carros de bois para o interior do Estado. O funcionamento desses equipamentos era por meio de rodas d’água. Com a evolução industrial vieram os motores elétricos. O setor elétrico passou a ser o coração de todas as indústrias. Na nossa atualidade, entendemos que a energia ainda é uma força motriz significativa, mas que divide a eficiência e qualidade graças ao setor digital. Há uma verdadeira revolução industrial, ante os nossos olhos. Um novo cenário, que cresce com rapidez e agilidade. Preparar pessoas para este desafio é vital, vai do idioma que precisa ser ampliado e dominado por todas as áreas da empresa, além do fortalecimento da cultura. A sensibilidade das pessoas precisa ser aperfeiçoada com cultura, elemento primordial para o desenvolvimento humano.

REVISTA ABEE-MG - COMO ESTÁ O ANO DE 2022 PARA A INDÚSTRIA?

OLAVO MACHADO JÚNIOR – Todos os índices indicam que 2022 certamente foi melhor que os anos anteriores e que a tendência do nosso mercado é de crescimento. Mas, infelizmente, disputas políticas não nos permitem ter certeza de que o futuro poderá ser melhor. Somente com muita preocupação e investimento em educação vamos mudar o quadro de disputa do social com o financeiro. Virada a página da sucessão, por mais complicado que seja temos todos que torcer pelo sucesso do novo governo. Temos que ajudar. Queiramos ou não a conta sempre será nossa.



Foto: Divulgação

REVISTA ABEE-MG - QUAL SUA EXPECTATIVA PARA O NOVO PRESIDENTE?

OLAVO MACHADO JÚNIOR – Eu acredito que não vai ser um período fácil; toda vez que você tem que justificar alguma coisa é porque a coisa não está boa. Mas a grande realidade é que nós temos que acreditar que vai dar certo. Se o povo colocou, se foi eleito, nós temos agora que tentar ajudar, acreditar e



fazer o que for possível pelo nosso país. Investi uma vida nesse país, em Minas Gerais, e tenho que acreditar que as políticas públicas serão feitas para o crescimento de todos. A esperança continua grande.

REVISTA ABEE-MG - A INDÚSTRIA MINEIRA EXPORTA BASTANTE? A GENTE TEM VISTO O DÓLAR UM POUCO ALTO, ENTÃO ESTE SERIA UM BOM MOMENTO PARA ESTAR EXPORTANDO, NÃO?

OLAVO MACHADO JÚNIOR – Minas Gerais é um estado onde se produz muita commodity, principalmente a mineral. Produto esse que em quase toda a sua totalidade é exportado. Hoje, a agricultura, com toda base tecnológica e o empenho do pessoal do Agro, transforma-se na nossa nova fronteira em busca de divisas. Durante muitos anos, me lembro, o superávit da balança comercial brasileira era o mesmo valor do que Minas Gerais produzia. Precisamos cada dia mais agregar valor ao que produzimos. O valor agregado é o que faz resultado. O volume que produzimos, seja no setor mineral, metalúrgico, têxtil, precisa agregar valor, gerar empregos e riquezas. O resultado só aparece quando utilizamos da tecnologia aqui desenvolvida.

REVISTA ABEE-MG - QUAIS SÃO OS MAIORES DESAFIOS QUE A INDÚSTRIA TEM NESTE MOMENTO?

OLAVO MACHADO JÚNIOR – Acho que até mesmo antes dos aspectos citados de tecnologia e inovação nosso maior mal é justamente a insegurança jurídica. Fala-se que o investidor do exterior não vem... espantado pelos riscos extras, além dos inerentes ao negócio. Mas antes deste problema, o mais sério é o empresário nacional não ter confiança e não ter crédito para poder fazer os investimentos que se precisa. Um país onde para você comprar uma máquina para sua produção, você tem que pagar imposto e antecipado, já tem alguma coisa errada. Existe muita conversa e pouca solução daquilo que se chama de banco de desenvolvimento, seja no BNDES ou até mesmo no nosso banco local, cuja práticas são piores que a apresentada pelo mercado. Essas instituições, onde burocratas bem remunerados trabalham apertando o empresário, não assumem riscos. O que desanima é que da maneira que as coisas estavam indo, sinalizava que nós estávamos caminhando para ter efetivamente recursos à disposição do empresário para poder fazer investimento, produzir, dar emprego e gerar riqueza e isso agora parece tender a acabar.

REVISTA ABEE-MG - QUE RECOMENDAÇÕES O SENHOR DARIA PARA OS EMPRESÁRIOS?

OLAVO MACHADO JÚNIOR – Acho que o jovem tem que tentar, sim, tem que ser ousado, tem que ter discernimento, mas tem que ter principalmente coragem. Como dizia o poeta Guimarães Rosa “A vida quer da gente é coragem”. E mais do que isso: tem que ter conhecimento daquilo que ele vai empreender, afinal é o seu futuro e da sua família, “normalmente temos um único tiro”. Seja área técnica, seja área empresarial, seja área de gestão do negócio, ele tem que se preparar. E dar tempo. Nem todos irão andar na mesma velocidade, mas se tiver resiliência e persistência a maioria tem sucesso. ●

Foto: Divulgação





ACÚSTICA – Desafios e Oportunidades para a Engenharia Brasileira

1. A Acústica no Brasil

Nas décadas de 70 e 80, especialistas em acústica, em sua maioria formados em engenharia e física, que atuavam no Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, na Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Universidade de São Paulo – USP dentre outras instituições voltadas ao ensino e a pesquisa e também em empresas de consultoria e indústrias de materiais e produtos, se reuniam e organizavam atividades para a difusão e o compartilhamento dos conhecimentos em acústica e suas especialidades, e participavam de eventos internacionais.

Atentos ao crescimento e à consolidação do setor, em 21 de novembro de 1984 esses profissionais fundaram a Sociedade Brasileira de Acústica – SOBRAC, entidade que congrega profissionais, empresas e instituições que atuam nas áreas de acústica, sons e vibrações. Atualmente, a entidade tem núcleos em todas as regiões do Brasil, publica uma Revista on-line de acesso gratuito e organiza, regularmente, eventos científicos nacionais e internacionais. (www.acustica.org.br)





Na mesma época da fundação da SOBRAC, dando impulso ainda maior à aplicação dos conhecimentos desenvolvidos, especialistas reunidos na Comissão de Estudos de Ruído Aeronáutico, do Comitê Brasileiro de Aeronáutica e Espaço – CB-08 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, elaboraram e publicaram as primeiras Normas Técnicas Brasileiras em acústica (ABNT NBR 7731:1983, ABNT NBR 8572:1984), que posteriormente vieram a ser citadas em legislações e regulamentos legais, a exemplo da Lei Estadual n.º 10100 de 1990 de Minas Gerais e da Lei n.º 3508 de 2006 de Teresina – PI, que referenciam a ABNT NBR 7731.

Em meados dos anos 80, atendendo as demandas da sociedade, a ABNT criou a Comissão de Estudos de Acústica – ABNT/CE-00:001.06, que viria a elaborar a primeira edição da principal norma brasileira de acústica, a ABNT NBR 10151, com o título: “Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade”, publicada em dezembro de 1987, juntamente com a ABNT NBR 10152 Acústica – Níveis de ruído para conforto acústico – Procedimento. Nos anos seguintes essa comissão elaborou e publicou mais quatro normas técnicas antes de ser desativada.

No final dos anos 80, já com a redemocratização consolidada, foi publicada, pelo então Departamento de Aviação Civil – DAC, vinculado ao Ministério da Aeronáutica, a Portaria n.º 1141/GM5, de 8 de dezembro de 1987, que Dispõe sobre Zonas de Proteção e Aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e dá outras providências. Tal regulamento visava orientar e disciplinar a aplicação do Código Brasileiro de Aeronáutica e proteger a população dos males produzidos pelo ruído de operações de pousos e decolagens em aeródromos de todo o país.

Logo após a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, em fevereiro de 1989, profissionais do IBAMA, INMETRO e da FIOCRUZ, dentre outros, se reuniram para elaborar as diretrizes de políticas públicas de prevenção, controle, prevenção e combate à poluição sonora, dando origem às Resoluções CONAMA n.º 01 e n.º 02, ambas de 1990.

A Resolução CONAMA 01/1990 estabelece requisitos quanto a emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades, sejam elas industriais, comerciais, sociais, recreativas, inclusive as de propaganda política, e referencia a ABNT NBR 10151 como requisito técnico para a medição e para a avaliação dos níveis sonoros, no interesse da saúde, do sossego público e fixa que: “as emissões de ruídos produzidos por veículos automotores e os produzidos no interior dos ambientes de trabalho, obedecerão às normas expedidas, respectivamente, pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, e pelo órgão competente do Ministério do Trabalho”.

A Resolução CONAMA n.º 02, de 08 de março de 1990, instituiu o programa de Educação e Controle da Poluição Sonora, conhecido como “Programa Silêncio”. Em consonância a este programa, em dezembro de 1994 foi publicada a Resolução CONAMA n.º 20, que instituiu o “Selo Ruído”, como forma de indicação do nível de potência sonora, em decibels (dB), de uso obrigatório a partir desta Resolução para aparelhos eletrodomésticos, que venham a ser produzidos, importados e que gerem ruído no seu funcionamento.

Os ensaios para medição e cálculo dos níveis de potência sonora, para a obtenção do Selo Ruído, são realizados por laboratórios, conforme a norma ISO 4871 Acoustics – Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment e suas referências, ou de acordo com normas nacionais.



Atualmente o Selo Ruído é compulsório às pessoas jurídicas que importam ou fabricam liquidificadores, secadores de cabelo e aspiradores de pó para uso residencial ou semelhante.

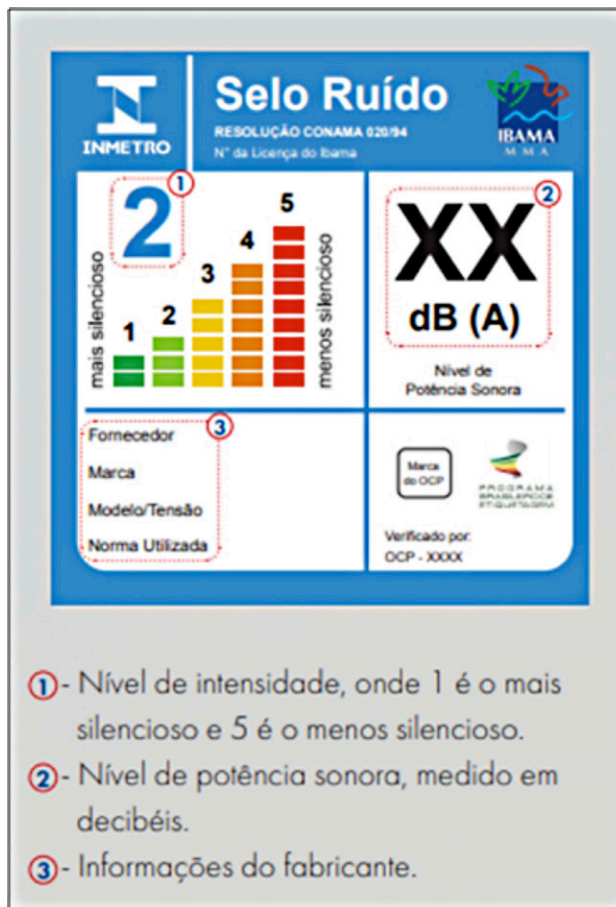


Figura 1: Selo Ruído (<http://www.ibama.gov.br/autorizacoes/selo-ruído/sobre-selo-ruído>).

Em 2005, organizado pela SOBRAC, a cidade do Rio de Janeiro recebeu a primeira edição brasileira do INTER NOISE, maior congresso e exposição internacional de engenharia de controle de ruído. A segunda edição do INTER NOISE no Brasil será em 2025, na cidade de São Paulo, organizada pela Associação Brasileira para a Qualidade Acústica – ProAcústica, com o apoio institucional da SOBRAC.

Em 2009, através do programa REUNI (Reestruturação e Expansão das Universidades Federais), a Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, sob a liderança da Prof.^a Dr.^a Dinara X. Paixão implantou o primeiro curso de graduação em Engenharia Acústica no Brasil, cujo título e atribuições profissionais vieram a ser reconhecidos e regulamentados pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia em 2016, por meio da Resolução CONFEA 1078/2016.

Em 2011, sob a liderança de empresários em acústica, foi fundada em São Paulo a Associação Brasileira para a Qualidade Acústica – ProAcústica, que é uma entidade sem fins lucrativos que congrega empresas e profissionais, que atuam pelo desenvolvimento da qualidade acústica nas edificações e no meio ambiente, como fator de bem-estar e de saúde pública.

Em outubro de 2012, dentro do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, o Inmetro publicou a portaria n.º 544 que fixa requisitos de Avaliação da Conformidade para Pneus Novos, com o indicador de emissão de ruídos.

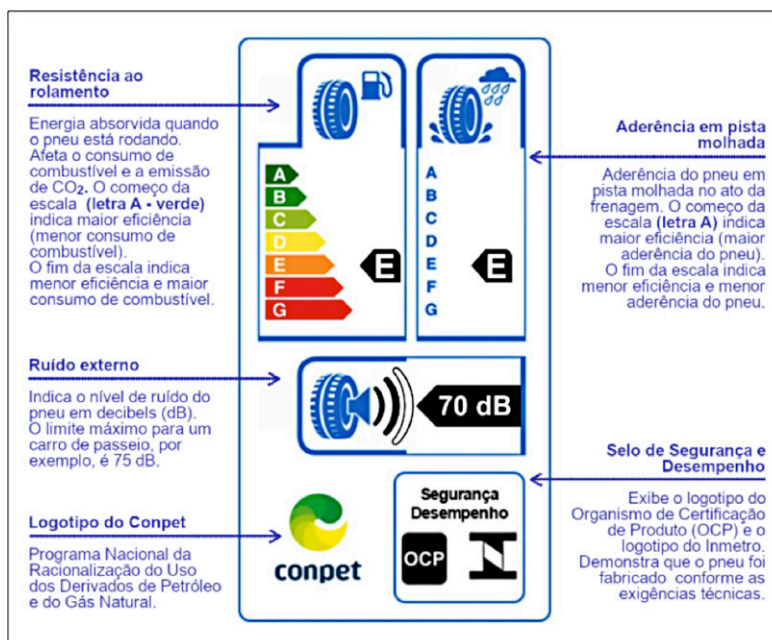


Figura 2: Selo de Identificação da Conformidade

(<https://ipemsp.wordpress.com/2020/02/03/pneus-novos-o-que-observar/>).

Em julho de 2013, na sede do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais – CREA-MG, a partir de uma parceria SOBRAC/ABNT, houve a instalação da Comissão de Estudos Especiais de Acústica – ABNT/CEE-196 Acústica, responsável pela elaboração e publicação de 19 normas brasileiras de acústica, sendo considerada o embrião do Comitê Brasileiro de Acústica – ABNT/CB 196 Acústica.

Em 2019 a ABNT publica a terceira edição da ABNT NBR 10151, agora sob o título Acústica Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas Aplicação de uso geral. Tratou-se de uma ampla revisão com a participação de mais de 200 colaboradores de diferentes setores, públicos e privados.

Em julho de 2022, Florianópolis – SC foi sede do XII Congresso Iberoamericano de Acústica, evento da Federação Iberoamericana de Acústica – FIA, e XXIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica – SOBRAC, sendo o primeiro grande evento presencial da acústica brasileira e de países latinos após o período de contenção social para a prevenção ao Covid 19.



Figura 3: Fotografia dos participantes da sessão de encerramento do XII FIA e XXIX Encontro da SOBRAC, Florianópolis – SC, BR (agosto-2022).



Em 24 de novembro de 2022 houve a implantação do Comitê Brasileiro de Acústica – ABNT/CB-196 Acústica. Com essa ação, o setor ganha o status e a responsabilidade de articulação setorial juntamente com os demais setores industriais, como a Construção Civil (CB-02), Eletricidade (CB-03), Automotivo (CB-05), Metroferroviário (CB 06), Aeronáutica e Espaço (CB-08), Cimentos, Concreto e Agregados (CB-18), dentre outros.



Figura 4: Participantes do evento de implantação do Comitê Brasileiro de Acústica – ABNT/CB-196, com a presença do Presidente do Conselho Deliberativo (Mário W. Esper) e do Presidente do Conselho Técnico (José S. Viel) da ABNT; da Vice-presidente da Federação Iberoamericana de Acústica – FIA (Dinara X. Paixão); do Presidente da ProAcústica (Luciano N. Marcolino) e do Presidente da Sociedade Brasileira de Acústica – Sobrac e Gestor do ABNT/CB-196 (Krisdany Cavalcante).

Esta data entra para o calendário oficial da SOBRAC e da ProAcústica, sendo comemorada como o Dia Nacional da Acústica.

2. Formação Acadêmica

Com suas características multidisciplinares a Acústica atrai profissionais de diferentes áreas de formação: físicos, engenheiros, arquitetos, urbanistas, geógrafos, biólogos, fonoaudiólogos, advogados, dentre outros.

Atualmente no Brasil, para quem deseja buscar a formação acadêmica em acústica, encontra o curso de graduação em Engenharia Acústica.

Com 3750 h, distribuídas em 10 semestres, o curso é ofertado presencialmente no campus Camobi da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, em Santa Maria – RS.

Para quem já é graduado há opções de cursos de especialização, mestrado e doutorado, com destaque aos programas de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da UFSM, em Engenharia Mecânica (PEM/COPPE) da UFRJ, em Engenharia Mecânica (POSMEC) da UFSC, em Arquitetura e Urbanismo e em Engenharia Mecânica da Escola Politécnica (PPGEM), ambos da USP, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, em Arquitetura e Urbanismo e em Engenharia Mecânica da UFPA e em Integridade de Materiais da Engenharia (PPG) da UnB.

A relação completa de cursos está disponível no portal da Sociedade Brasileira de Acústica em: <https://acustica.org.br/graduacao-e-pos-graduacao/>



3. Conhecimentos em Acústica

Para quem busca se atualizar e compartilhar conhecimentos em Acústica, o mais tradicional evento brasileiro em Acústica é o Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica – SOBRAC.

Em 2022 o XXIX Encontro da Sobrac foi realizado no Costão do Santinho Resort, em Florianópolis – SC e contou com mais de 300 artigos inscritos para apresentação e cerca de 500 profissionais. O XXX Encontro da Sobrac será em novembro de 2024 , em Natal – RN.

O ano de 2022 contou também com o 14º Seminário Internacional NUTAU. Evento realizado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAU/USP e abordou o tema Paisagem Sonora Urbana: Inovações tecnológicas para o planejamento e projeto. (<https://www.even3.com.br/nutau2022/>)

Outra data tradicional é o Dia Internacional da Conscientização Sobre o Ruído – INAD. Realizado, anualmente, sempre na última quarta-feira do mês de abril de cada ano, tem como objetivo a conscientização da população sobre o ruído e seus efeitos na saúde, na qualidade de vida, no meio ambiente, bem como a conscientização sobre a responsabilidade de cada um em reduzir o ruído gerado pelas atividades diárias.

Em 2022, o tema foi “Os efeitos do ruído na infância”, trazendo o lema “Na infância, diversão e proteção. Ruído não!” e contou com Sofia e Otto como Embaixadores do INAD Brasil 2022.

De autoria do cartunista Pedro Leite, Sofia e Otto são personagens que compõem uma família que trata de temas do cotidiano de uma maneira crítica e divertida em uma série de livros infantis e quadrinhos, destacando temas como amizade, amadurecimento, diversidade, brincadeiras, pandemia e tantos outros que evidenciam o quanto são antenados e engajados. (<https://www.sofiaeotto.com.br/>)

Detalhes dos eventos realizados e das atividades do próximo ano estão disponíveis em: <http://www.inadbrasil.com/>



Figura 5: Material da campanha do INAD Brasil 2022.



Há também os eventos realizados pelas Regionais da Sociedade Brasileira de Acústica, trazendo temas relevantes e abordagens diferenciadas, a exemplo do Seminário Gaúcho de Acústica e Vibrações (SeGAV) e do Simpósio de Acústica do Nordeste, que estão se tornando eventos tradicionais.

Na área de engenharia de áudio, a AES Brasil (Audio Engineering Society Brazil Section) promove o Congresso de Engenharia de Áudio. Com mais de quinze edições já realizadas é um ambiente onde pesquisadores e desenvolvedores de produtos e soluções divulgam seus trabalhos e compartilham seus conhecimentos em desenvolvimento e aplicações de sistemas de áudio, equipamento, sonorização de ambientes, modelagens numéricas, processamento de sinais de áudio, instrumentos e equipamentos musicais, aparelhos auditivos, tratamento acústico de ambientes de gravação de áudio e vídeo, dentre outras áreas da engenharia de áudio e sonorização de ambientes e espaços.

Uma lista completa de eventos realizados em 2022 e que ocorrerão em 2023 e 2024 está disponível em: <https://acustica.org.br/eventos/>

Para pesquisadores, estudantes, professores e desenvolvedores a revista Acústica e Vibrações é o journal/periódico da Sociedade Brasileira de Acústica – Sobrac para publicação de temas de acústica, vibrações, áudio, audição e áreas correlatas. Com isso, profissionais de todas as formações podem publicar seus trabalhos técnico-científicos, técnico-aplicados e de revisões de literatura.

A revista segue políticas de qualidade para publicação e possibilita a submissão de artigos em português, espanhol, inglês ou bilíngues. A comissão científica e editorial é formada por especialistas, sendo professores, mestres, doutores ou profissionais de notório saber. Com 53 edições, a revista A&V está disponível para leitura em: <https://revista.acustica.org.br/acustica/index>

4. Desafios e Oportunidades

Devido as suas características de transversalidade do conhecimento, são inúmeras as demandas e as áreas de atuação dos profissionais em Acústica. Nessa seção faremos uma breve apresentação de algumas áreas e oportunidades de aplicação.

4.1. Acústica Ambiental

A Organização Mundial da Saúde – OMS considera a poluição sonora como a segunda maior causa de perda de anos de vida sadia das populações de centros urbanos. Essa posição é devida às reações do organismo humano quando exposto à energia sonora.

A exposição ao ruído altera as taxas de adrenalina, cortisol e por consequência eleva a pressão sanguínea, dos batimentos cardíacos, dilatação da pupila, perda da capacidade de concentração, da libido, de relaxamento e de um sono saudável, dentre outros.

Em prefeituras de grandes cidades, é comum as reclamações e denúncias de poluição sonora corresponderem a cerca de 67% das queixas ambientais. Essas demandas refletem a ausência de profissionais de acústica na elaboração de projetos acústicos e arquitetônicos de empreendimentos e eventos.

Para proteção da saúde humana faz-se necessária a adequação acústica das condições dos ambientes urbanos, industriais e internos às edificações.

Para redução dos níveis sonoros em áreas habitadas há legislações que estabelecem regras para a concessão de alvarás e de licenciamento ambiental, onde o monitoramento e controle das emissões sonoras são aplicadas.



Outro recurso aplicável às situações onde não é possível o controle do ruído na fonte de origem é a adoção de barreiras acústicas. Seus projetos consideram aspectos de geometria e materiais com o objetivo de projetar sombras sonoras sobre a área a ser protegida acusticamente, reduzindo os níveis de pressão sonora a que estaria exposta a população.



Figura 6: Vista interna da Barreira Acústica construída pela Kinross Brasil Mineração, Paracatu - MG. (Foto: do autor).

Quando se trata de fontes de ruído devido a sonorização de bares, casas de shows e eventos, projetos de sonorização distribuída no ambiente possibilitam a redução das potências sonoras e o controle da área irradiada, prevenindo assim situações de poluição sonora no entorno do empreendimento ou do evento.

Um recurso muito efetivo nos projetos acústicos ambientais é o uso de ferramentas de simulação computacional 3D. Com elas é possível construir o modelo e simular possibilidades de soluções, verificando sua eficácia. Na Figura 7 é apresentado, como exemplo, um mapa acústico de um evento realizado na área de entorno do Estádio do Mineirão, em Belo Horizonte – MG. O uso dessa área para eventos, com palcos e sistemas de áudio de grande porte tem acarretado reclamações da população dos bairros do entorno e também uma preocupação com a poluição sonora nos espaços da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, em especial nos ambientes do Hospital Veterinário e do Instituto de Ciências Biológicas – ICB.

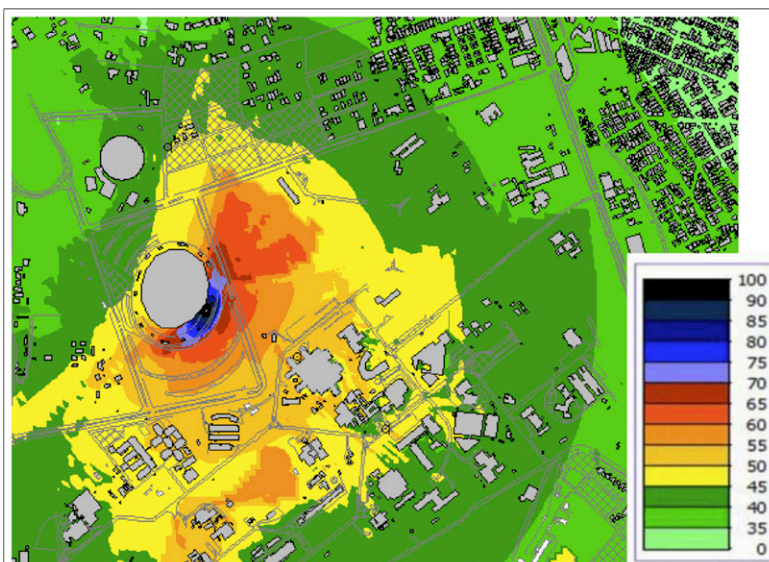


Figura 7: Mapa acústico de evento à sudeste da esplanada do estádio do Mineirão, Belo Horizonte – MG. (Imagem: do autor).



Na Figura 7, cada faixa de cor representa as áreas com mesma magnitude de níveis de pressão sonora, em uma escada de 5 dB em 5 dB.

4.2. Acústica de ambientes construídos

Ambientes internos a edificações precisam ser concebidos e adequados acusticamente de acordo com sua finalidade de uso.

Salas de aula reverberantes, ou seja, sem tratamento acústico, levam a afastamento de professores, com índices da ordem de 30% de professores com desvio de suas funções, e a redução do aprendizado pelos alunos.

Espaços de escritório panorâmico, ou compartilhado, se não adequados acusticamente, podem levar a perda da capacidade de concentração e, por consequência, redução da produtividade dos seus usuários.

Espaços destinados a público, músicos e outros também exigem soluções acústicas especiais.

A exemplo, a sala Minas Gerais, é uma das mais famosas salas de concertos brasileiras, e é um espaço projetado para a escuta sensível, capaz de ampliar a experiência do espectador durante as apresentações da Orquestra Filarmônica de Minas Gerais.

Com projeto acústico de José Augusto Nepomuceno, “a sala dispõe de recursos de acústica variável - como paredes difusoras em forma de vela, difusores de teto e cadeiras absorvedoras”. Com capacidade para 1477 espectadores, orquestra e coro, a sala Minas Gerais faz parte do Centro de Cultura Presidente Itamar Franco, cujo projeto arquitetônico é de Jô Vasconcellos e Rafael Yanni.

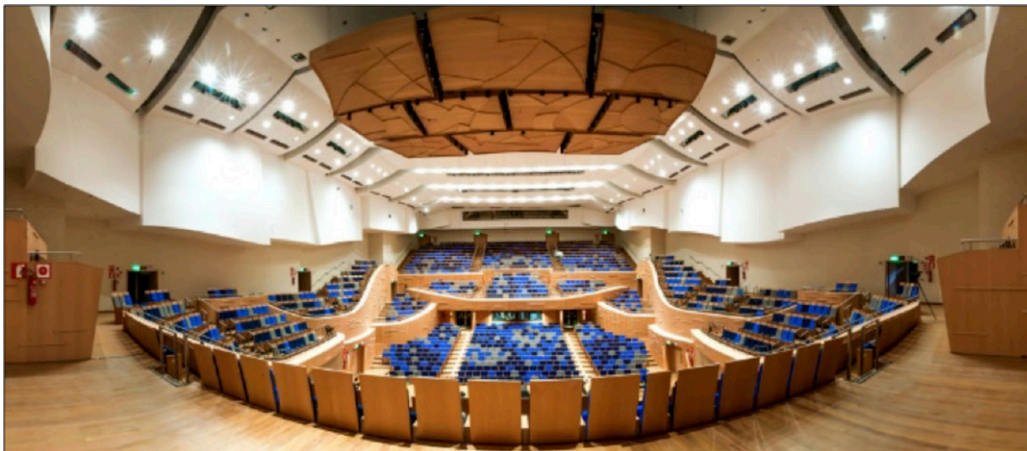


Figura 8: Sala Minas Gerais vista do Coro. (Foto: <https://www.filarmonica.art.br/sala-minas-gerais/>).

4.3. Desempenho acústico de edificações

Os requisitos para desempenho acústico dos elementos construtivos de edificações residenciais, no Brasil, são especificados no capítulo 12 da ABNT NBR 15575:2013 (Partes 1 a 6) – Edificações Habitacionais – Desempenho.

Há um entendimento jurídico de que o atendimento de normas técnicas brasileiras deixa de ser voluntário e passa a ser compulsório em função do Código de Defesa do Consumidor. Assim, o desempenho acústico de edificações tem sido cada vez mais objeto de projeto e de avaliação pelas construtoras brasileiras, principalmente quando considerado o conhecimento e a exigência do consumidor.



Esta norma está organizada em 6 partes. Em todas elas o capítulo 12 é reservado ao desempenho acústico. Na Parte 1 são estabelecidos os Requisitos gerais. Na Parte 3 os sistemas de pisos. Parte 4 os sistemas de vedação vertical interna (SVVI) e externa (SVVE), ou seja, paredes internas e paredes externas, respectivamente. Parte 5 sistemas de coberturas e, na Parte 6, sistemas hidrossanitários e equipamentos prediais.

A avaliação do desempenho acústico de sistemas de pisos e de paredes internas e externa são, dentre todos, os mais requisitados para solução e para avaliação.

Nos ensaios de avaliação de desempenho acústico são utilizadas fontes padrões de ruído e de vibração, para excitação do ambiente emissor, e sonômetros com filtros de 1/1 e de 1/3 de oitavas para medição nos ambientes emissor e receptor.

As medições para as avaliações são realizadas conforme normas ISO, já adotadas como normas brasileiras: ABNT NBR ISO 16032 (equipamentos prediais) e ABNT NBR ISO 16213 Partes 1, 2 e 3, respectivamente aplicadas para: ensaios acústicos de isolamento de ruídos aéreos, de impacto e de fachadas. Há também a ABNT NBR ISO 10052 que descreve os requisitos para essas mesmas avaliações, porém como um método simplificado.

4.4. Eletroacústica

A relação de transdução dos microfones varia de acordo com as características do sinal que se pretende medir. Os microfones mais comuns à acústica ambiental e de edificações, projetados para medições em campo livre e em campo difuso, possuem a relação de 12,5 mV/Pa, 31,6 mV/Pa e de 50 mV/Pa, variando de acordo com o modelo. Mas há microfones especiais, destinados a medições em campo de pressão com altos níveis de amplitude, cuja relação é de 0,09 mV/Pa. Todos esses microfones são do tipo capacitivo, cuja capacitância, em Farad (F), varia de acordo com o modelo. Mas, todos os microfones possuem uma característica em comum, que é a curva de resposta em frequência o mais plana possível para sua faixa de medição. Seus diâmetros também são convencionados em 1", 1/2", 1/4" e 1/8".

Assim como o microfone, os acelerômetros também são especificados na relação de mV/g, sendo $1\text{ g} = 9,80665\text{ m/s}^2$. Esses transdutores são utilizados para medir as vibrações em corpos sólidos, cujos resultados são especificados em aceleração (mm/s^2) ou, por integração, em velocidade (mm/s) ou em deslocamento (mm).

O sonômetro é o principal equipamento de medição adotado nas diferentes subáreas da acústica e consiste em um instrumento de medição de níveis de tensão AC, em milivolts, configurável em função da especificação do microfone, para a relação em mV/Pa.

Para a análise dos níveis de amplitude, em dB, no domínio da frequência, em Hz, os sinais captados pelos microfones são analisados com base em filtros passa-faixa. Os mais comuns possuem a relação de 1/1 e de 1/3 de oitavas. Mas há também a análise por FFT (Transformada Rápida de Fourier) aplicados tanto na análise de sinais de microfones quanto de acelerômetros.

A calibração de sonômetros consiste em uma etapa elétrica e outra acústica. Para a calibração elétrica são gerados conjuntos de sinais, a partir de um gerador de alta precisão, e são inseridos diretamente no equipamento, por meio de um adaptador capacitivo em substituição ao microfone.

Para a etapa de calibração acústica há a necessidade de acoplamento do sonômetro com o microfone em um campo acústico controlado.

De forma a determinar os limites de atuação em amplitude e o comportamento em cada ponto, uma série de sinais com frequência fixa e a amplitude indo do limite inferior ao superior são geradas.



Para testar a resposta em frequência e as curvas de ponderação do equipamento são geradas séries de senos com frequências variadas e amplitudes prefixadas observando a indicação do sonômetro em cada ponto. Além desses, são gerados vários outros sinais elétricos padronizados para testar os diversos circuitos eletrônicos e recursos softwares presentes no sonômetro responsáveis pela obtenção e cálculo dos descritores acústicos como ponderações temporais, detecção de nível de pico bem como a estabilidade do equipamento a exposição em níveis elevados e em longa duração.

A calibração de sonômetros segue os requisitos da ABNT NBR IEC 61672 3:2018 – Sonômetros – Testes periódicos, e os limites de aceitação da ABNT NBR IEC 61672-1:2021 – Sonômetros- Especificações.

Os filtros em frequência de faixa estreita, utilizados para obtenção do espectro em frequência em oitavas ou subdivisões, do sinal acústico lido que no passado eram dispositivos eletrônicos separados, atualmente, em sua grande maioria, já fazem parte do sonômetro, como sendo parte constituinte de seu circuito ou mesmo uma etapa adicional de processamento digital de sinais por software. Para a calibração dos filtros, a partir de 2022, o Brasil conta com a ABNT NBR IEC 61260-3:2022 – Testes periódicos de filtros.

Para cumprir com os testes prescritos nas normas, assim como na calibração de sonômetros, a calibração de filtros depende de um sistema de geração de sinais elétricos de alta precisão com curva de resposta em frequência plana já que para este caso serão gerados uma sequência de sinais senoidais, em um grande conjunto de frequências específicas para cada filtro de forma a determinar sua banda passante, calculando assim a atenuação em cada frequência em relação a frequência central do filtro.

A calibração de calibradores de níveis sonoros, por sua vez, depende de um leitor de sinais acoplado a um microfone e um mecanismo de polarização. São lidas a amplitude e a frequência geradas pelo calibrador, sendo o valor da frequência determinado pela leitura direta enquanto que a amplitude pode ser determinada, inclusive, pelo método de comparação com um calibrador de referência. Os testes são realizados de acordo com a ABNT NBR IEC 60942:2020 – Calibrador de nível sonoro.

Uma outra vertente da eletroacústica são os projetos e a fabricação de equipamentos de áudio, para gravação e reprodução de sons, bem como a fabricação de instrumentos musicais elétricos e eletrônicos. Mesmo considerando os avanços de qualidade das tecnologias digitais, ainda são tradicionais para muitos músicos o uso de amplificadores de áudio valvulados, totalmente analógicos e com excelência na qualidade sonora. Porém, há grandes pesquisas e avanços com processamento digital de sinais de áudio, trazendo constantes inovações no cotidiano da população.

5. Rastreabilidade Metrológica

De maneira a assegurar a confiabilidade e rastreabilidade dos resultados gerados pelos equipamentos eletroacústicos são realizadas as calibrações ou verificações periódicas com uma periodicidade determinada.

Os testes de verificação, em geral, visam analisar a capacidade dos equipamentos em gerar ou ler níveis de pressão sonora com diferentes amplitudes e frequências de forma a atestar sua conformidade com os requisitos de projeto e com as normas vigentes para cada tipo de equipamento.

É recomendável e, dependendo do regulamento é compulsório, que as calibrações eletroacústicas sejam realizadas por laboratórios acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação do INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.

A acreditação de laboratórios é regida pelos requisitos da norma técnica internacional ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração, dentre



outros regulamentos disponíveis em: http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/doc_organismos.asp?tOrganismo=CalibEnsaio.

Para a contratação de serviços de ensaio e calibração de laboratórios acreditados, o Inmetro disponibiliza dois portais de consulta, onde se pode verificar o escopo de acreditação de cada laboratório. Para serviços de ensaio, o portal é o da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio, disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/>. Para serviços de calibração o portal é o da Rede Brasileira de Calibração, disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/>.

6. Considerações Finais

Em todas as áreas citadas e também em outras não relacionadas neste artigo, há pesquisas e desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras.

Considera-se, por isso, que a Acústica e suas áreas afins estão em constante desenvolvimento, constituindo-se num mercado profissional em expansão.

7. Referências Bibliográficas

1. Associação Brasileira de Acústica - SOBRAC: <https://acustica.org.br/a-sobrac/>.
2. IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis:
<http://www.ibama.gov.br>
<http://www.ibama.gov.br/emissoes/ruidos/programa-silencio>
<http://www.ibama.gov.br/emissoes/ruidos/selo-ruido>
3. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO <http://www.inmetro.gov.br>
4. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
<https://www.ufsm.br/cursos/graduacao/santa-maria/engenharia-acustica/sobre-o-curso/>

KRISDANY VINÍCIUS S. M. CAVALCANTE É ENGENHEIRO ELETRICISTA PELA PUC MINAS, ESPECIALISTA EM MEIO AMBIENTE PELO CEFET-MG E MESTRE EM SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE PELA UFMG. É FUNDADOR E DIRETOR TÉCNICO DO DB LABORATÓRIO DE ACÚSTICA, (KRISDANY@DBACUSTICA.COM.BR) PRESIDENTE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA – SOBRAC, (PRESIDENCIA@ACUSTICA.ORG.BR) COORDENADOR DA COMISSÃO DE ESTUDOS DE DESEMPENHO ACÚSTICO DE EDIFICAÇÕES DA ABNT E É GESTOR DO COMITÊ BRASILEIRO DE ACÚSTICA – ABNT/CB-196 ACÚSTICA (CB-196@ABNT.ORG.BR).



Foto: Divulgação

JÚNIOR GUILHERME DA SILVA É TÉCNICO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL PELO IFMG-OP, GRADUANDO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA NA PUC-MINAS E SIGNATÁRIO DO LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÕES ELETOACÚSTICAS DO DB LABORATÓRIO DE ACÚSTICA.

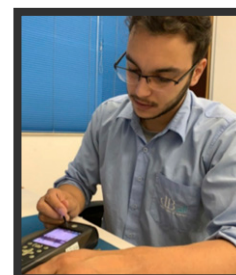


Foto: Divulgação



Como está a implantação do 5G no Brasil

1. Introdução

O 5G é o mais recente padrão tecnológico para serviços móveis e a Anatel trabalha incessantemente em promover sua implementação no País de forma segura e sustentável. Devido às características de rede, destacam-se aplicações com altas taxas de transmissão de dados e baixa latência (tempo de resposta), a tecnologia oferece uma variedade de novas possibilidades, ainda a serem exploradas.

O foco do novo padrão não está somente no incremento de taxas de transmissão como ocorreu nas gerações anteriores (2G, 3G e 4G), os avanços que virão com o 5G devem ocorrer com o tempo, a medida que diferentes modelos de negócios e segmentos comerciais encontrarem soluções para atender as suas necessidades e as demandas das pessoas e dos negócios [1].





Como já citado anteriormente em um artigo desta revista, a tecnologia 5G promete aplicações inovadoras como internet tátil, comunicação entre máquinas (M2M) e massificar e diversificar a Internet das Coisas (IoT) em setores como segurança pública, telemedicina, educação a distância, cidades inteligentes, automação industrial e agrícola [2].

A nova tecnologia possui três modos de uso:

1. Banda larga móvel avançada: focada em altas velocidades de download e upload, para as novas necessidades do usuário convencional;
2. Controle de missão crítica: focada em prover conexão com baixíssima latência e altíssima confiabilidade, voltada para aplicações sensíveis a atrasos e erros como carros autônomos, cirurgias remotas, controle remoto de maquinário industrial; e
3. Internet das coisas massiva: focada em atender grande quantidade de dispositivos IoT, com alta cobertura e baixo consumo de bateria, levando a Internet das Coisas a um novo patamar de atendimento.

A figura 1 ilustra as várias aplicações do 5G.

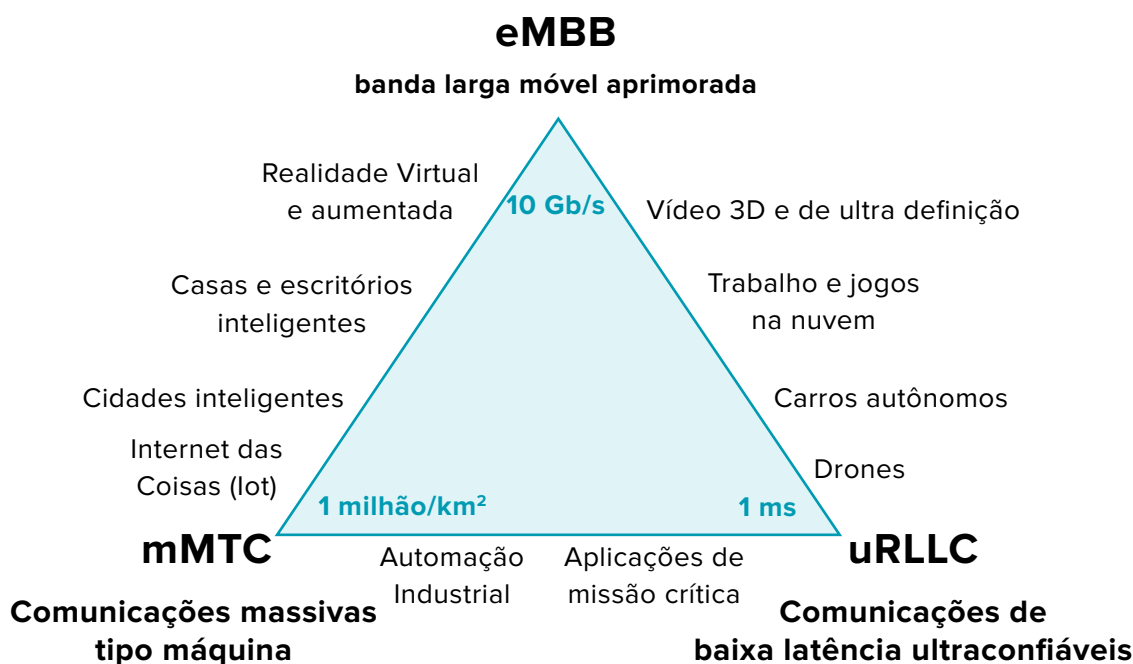


Figura 1 – Aplicações do 5G [3]

2. Especificação Técnica do 5G

A Agência das Nações Unidas especializada em Telecomunicações, a ITU (*International Telecommunication Union*), é responsável por desenvolver e aprovar as especificações e faixas de radiofrequências dos sistemas IMT (*International Mobile Telecommunications*) que inclui o atual padrão IMT-2020 (5G).

A ITU publicou em fevereiro de 2021 a Recomendação ITU-R M.2150 “*Detailed specifications of the radio interfaces of IMT-2020*”. Depois de avaliar várias tecnologias candidatas para serem classificadas



como IMT-2020, três atenderam os requisitos necessários, sendo duas do 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*), associação de organismos de padronização, com membros predominantemente da indústria, que desenvolvem relatórios e especificações.

Os padrões desenvolvidos pelo 3GPP estão estruturados em *Releases*. Os Releases estabelecem especificações técnicas e reportes técnicos, os quais podem passar por diversas revisões e evoluções.

No *Release 15* do 3GPP (aprovado em 2017), as especificações incluem sistemas de rádio NR 5G Non-Stand-Alone (NSA), que funcionam integrados ao núcleo de rede das gerações anteriores LTE-4G. Em 2018 o *Release 15* evoluiu para incluir também os sistemas NR 5G Stand-Alone (SA), com um sistema de rádio NR 5G complementado por um núcleo de rede de nova geração, o 5GC (5G Core).

O 5G NSA é um sistema de rádio NR 5G integrado ao núcleo de rede das gerações anteriores 4G-LTE. Como utiliza o núcleo das redes 4G-LTE já em operação, a implementação da rede 5G NSA pode ser mais rápida, embora não possibilite a oferta plena das potencialidades das redes 5G. Especificado na primeira versão do *Release 15* do 3GPP.

O 5G SA é uma rede em que tanto o sistema de rádio NR 5G quanto o núcleo da rede 5GC são 5G. Como utiliza o núcleo de rede de nova geração 5G, possibilita a oferta plena das potencialidades. Como, no entanto, é necessária a implantação de núcleo (core) de rede 5G novo, sua implementação pode ser mais demorada.

Em 2020 o 3GPP publicou o *Release 16* com novas características e o mais recente *Release 17* (2022), com aprimoramento significativo para vários aspectos da rede de acesso, como MIMO (Multiple Inputs Multiple Output) /Beamforming, DSS (Dynamic Spectrum Sharing), melhorias de cobertura, IoT industrial, Edge Computing no 5G Core, Slicing de rede, Serviços interativos avançados entre outras características [1].

3. Cronograma de Implantação do 5G no Brasil

O 5G no Brasil finalmente está operando. Brasília foi a primeira cidade a lançar o 5G SA em 06 de julho deste ano. Em 29 de julho, houve o lançamento do 5G SA nas cidades de Belo Horizonte-MG, Porto Alegre-RS, João Pessoa-PB. Em 4 de agosto, foi o lançamento em São Paulo-SP.

O leilão 5G no Brasil alocou bandas de frequências baixas, médias e altas como 700 MHz, 2,3 GHz, 3,5 GHz e 26 GHz respectivamente.

As operadoras que venceram o leilão são: Winity (700 MHz); Claro, Brisanet, Vivo, TIM e Algar (2,3 GHz); Claro, Vivo, TIM, Sercomtel, Brisanet, Consórcio 5G Sul, Cloud2U e Algar (3,5 GHz); Claro, Vivo, TIM e Algar (26 GHz). As operadoras Claro, TIM e Vivo estão autorizadas a operar para todas as cidades.

O leilão do 5G no Brasil traz como obrigatoriedade investimento em fibra óptica por parte das operadoras.

O cronograma de implantação da tecnologia iniciou em 2022 primeiramente nas capitais, e está previsto para as demais cidades até 2030 conforme a quantidade de habitantes [4]. A Tabela I ilustra o cronograma.



Ofertas 5G Stand alone		Nº municípios	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Faixa 3,5 GHz Lotes Nacionais	Capitais	27	31 Jul 1 ERB/100 mil hab.	31 Jul 1 ERB/50 mil hab.	31 Jul 1 ERB/30 mil hab.	31 Jul 1 ERB/10 mil hab.					
	Acima de 500 mil hab.	26				31 Jul 1 ERB/10 mil hab.					
	Até 500 mil hab.	102					31 Jul 1 ERB/15 mil hab.				
	Até 200 mil hab.	171						31 Jul 1 ERB/15 mil hab.			
	Até 100 mil hab.	848							50% até 31 Jul 1 ERB/15 mil hab.	100% até 31 Jul 1 ERB/15 mil hab.	
Faixa 3,5 GHz Lotes Regionais	Abaixo de 30 mil hab.	4396					30% até 31 dez.	60% até 31 dez.	00% até 31 dez.	100% até 31 dez.	
Obrigações adicionais	Localidades	1699									100% até 31 dez. com pelo menos 1 ERB 5G

Tabela 1 Cronograma de implantação do 5G no Brasil [1]

Uma grande dúvida dos usuários é se apenas com a ativação do sinal 5G pelas operadoras será suficiente para que a rede comece a funcionar nos aparelhos atuais. A resposta é: depende. Para seu aparelho começar a funcionar com a nova geração, ele precisa primeiramente ser compatível com a tecnologia. Então dependendo do modelo e do fabricante do aparelho que o usuário tem será necessário sim trocar. Depois é preciso consultar a operadora a respeito dos planos disponíveis e se há necessidade também de atualização do chip.

Outra dúvida é sobre se os celulares compatíveis com as tecnologias 2G, 3G e 4G deixarão de funcionar. A resposta é não. Consumidores que tiverem celulares compatíveis com tecnologias de rede mais antigas continuarão conseguindo se conectar a elas normalmente. Segundo a Anatel, ainda não há expectativa de descontinuidade das gerações de internet móvel anteriores a curto prazo. O 5G agregará novas faixas de frequência à telefonia celular, sem alterar as faixas já disponibilizadas para o uso do serviço.

Com o avanço deste cronograma nos próximos anos até 2030 iremos observar um crescimento considerável da densidade de conexões na nova rede. O 4G permite conectar ao mesmo tempo cerca de 60 mil aparelhos por Km², enquanto que o 5G tem capacidade para suportar até 1 milhão de aparelhos por km² nesta mesma área. Outro diferencial da rede será a abrangência. A cobertura será muito mais ampla [5].

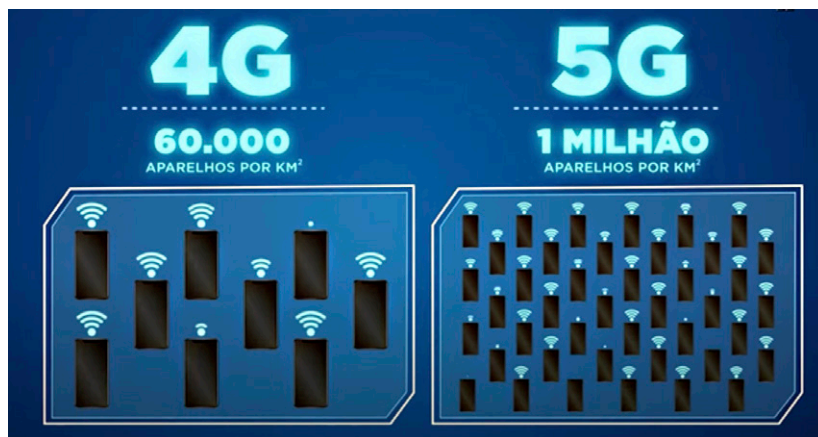


Figura 2 - Densidade de conexão do 4G e 5G [5]

4. A Próxima Geração - 6G

Enquanto estamos na fase de implantação do 5G aqui no Brasil, a próxima geração, 6G, já está em pesquisa e desenvolvimento. Uma nova tecnologia de rede de comunicação móvel surge, aproximadamente, a cada dez anos. Foi assim nos últimos quarenta anos. Portanto, o 6G deve ser lançado comercialmente em 2030. A promessa dos pesquisadores para o 6G será a interação dos mundos: físico, digital e biológico. A rede será centrada no ser humano para superar desafios como sociedade limpa e segura, sociedade sustentável e sociedade justa e transparente. Teremos banda larga e conectividade IoT em qualquer lugar, monitoramento global e redução dos impactos ambientais. Rede como um sensor, todas as coisas conectadas e inteligentes. Os requisitos do 5G serão ampliados no 6G, como aumento da taxa de pico (acima de 100 Gbps), capacidade de tráfego por área (mais de 100 antenas/km²), latência (atraso menor que 0.1 mseg), melhoria da confiabilidade, economia energética (até 20 anos com 1 bateria), grande número de dispositivos (100/m³) e precisão da localização (1 cm indoor e 100 cm outdoor). Entre as tecnologias habilitadoras para a rede teremos comunicações em terahertz (THz), inteligência artificial massiva (Massive AI), redes 3D, comunicações de luz visível, entre outras aplicações.

Entre as várias iniciativas de projetos de pesquisa ao redor do mundo para o 6G, destaca-se o projeto Brasil 6G capitaneado pelo Inatel – Instituto Nacional de Telecomunicações em Santa Rita do Sapucaí/MG com o apoio do MCTI e da RNP e outras Instituições de Ensino do Brasil [6].

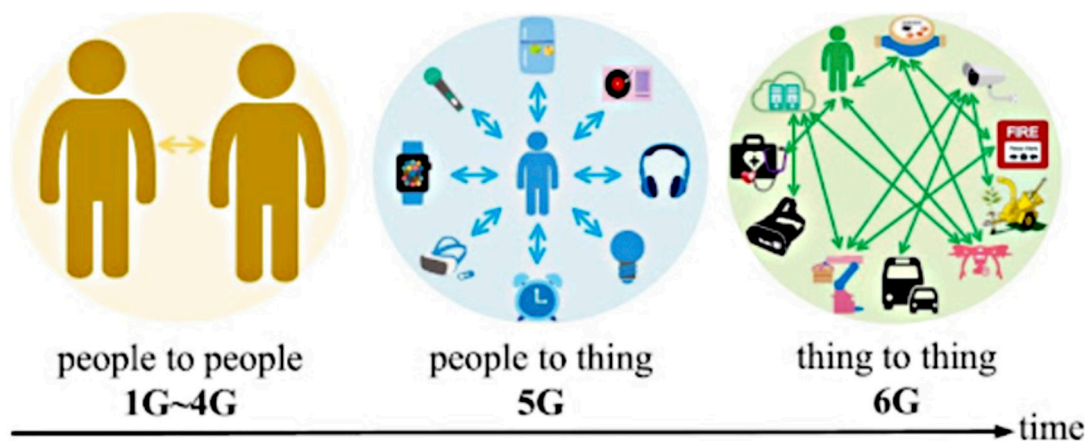


Figura 3 – Evolução das redes móveis [7]



5. Conclusões

Em se tratando de consumidor final, serão observadas velocidades muito mais rápidas. A rede 5G representa ainda, uma mudança de paradigma, porque é a plataforma que permitirá o início da digitalização das Cidades Inteligentes, Territórios Inteligentes, Transformação Digital e Internet das Coisas (IoT). Ou seja, é a plataforma que permitirá aumentar o número de dispositivos conectados a cada antena, sejam eles sensores ou pessoas.

A combinação das três principais características do 5G, alta velocidade, resposta quase instantânea e capacidade de suportar mais dispositivos ao mesmo tempo na área de cobertura, representa um impulso definitivo para o aumento expressivo do número de objetos e equipamentos conectados à internet, IoT.

A tecnologia encurta distâncias, diminui prazos, simplifica processos, barateia custos e será realidade em praticamente todos os setores. Estes mercados devem triplicar de tamanho até 2026. Para o consumidor além de agilidade a promessa é também de economia [5].

Se para o 5G, grandes são as expectativas com sua total implantação no Brasil para os próximos anos, imagina então com a chegada da próxima geração, 6G. Que venha o futuro.

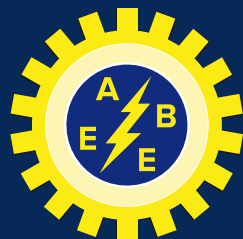
Referências Bibliográficas

- [1] ANATEL – Agencia Nacional de Telecomunicações - <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/5G/tecnologia-5g>
- [2] CARVALHO, Rinaldo Duarte Teixeira de. Como será a quinta geração de comunicações – 5G: Revista ABEE-MG, 3ª Edição, novembro 2021.
- [3] BONANI, Luiz Henrique. O que é a tecnologia 5G? Blog Científico Universidade Federal do ABC, novembro de 2022.
- [4] 33 GIGA, Tecnologia para pessoas. Infográfico – Cronograma de implantação do 5G no Brasil. 12 agosto 2022.
- [5] EXPONENCIAL – Série documental de tecnologia e inovação, TV Cultura – <https://cultura.uol.com.br>
- [6] BRASIL 6G - Projeto de pesquisa e desenvolvimento na área de TIC – www.inatel.br/brasil6g/
- [7] MECHAILEH, José Antonio. Novas Redes Móveis 6G: Tecnologia e Previsões. 23 de novembro de 2021 - <https://www.eldorado.org.br/blog/novas-redes-moveis-6g-tecnologia-e-previsoes/>

RINALDO DUARTE TEIXEIRA DE CARVALHO É GRADUADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA COM ÊNFASE EM TELECOMUNICAÇÕES (1993) E PÓS-GRADUADO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA (2008) AMBOS PELO INATEL. MESTRANDO EM DIREÇÃO E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO EM TELECOMUNICAÇÕES PELA FUNIBER ESPANHA. POSSUI MAIS DE 29 ANOS DE EXPERIÊNCIA NA ÁREA DE TELECOMUNICAÇÕES, ONDE JÁ TRABALHOU EM OPERADORAS DE TELEFONIA E EMPRESAS FORNECEDORAS DE EQUIPAMENTOS E PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS. É PROFESSOR DO INATEL DESDE 2000, NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO NAS ÁREAS DE TELECOMUNICAÇÕES. OCUPA O CARGO DE GERENTE EXECUTIVO DO SERVICE SOLUTIONS AND INNOVATION CENTER – SSIC PARA AS ATIVIDADES DE ROLLOUT (DESIGN, INTEGRAÇÃO E ATIVAÇÃO DE SITES DE COMUNICAÇÕES MÓVEIS) EM PARCERIA COM A ERICSSON, MULTINACIONAL SUECA. FOI CONSELHEIRO DO CREA/MG (GESTÃO 2013-2018). E É ASSOCIADO DA ABEE-MG.



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/>