

vértice

TÉCNICA

EDIÇÃO 2022

ISSN: 2177-5362

**ECONOMIA E
PRESERVAÇÃO
AMBIENTAL**

Conciliar os dois aspectos exige
protagonismo da Engenharia,
da Agronomia e das Geociências



CREA-MG

Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia de Minas Gerais



Editorial

A degradação dos recursos naturais causada pelo homem, a desigualdade social e as mudanças climáticas levam a um questionamento sobre como promover um desenvolvimento que não contraponha sustentabilidade e crescimento econômico. E os profissionais da engenharia, da agronomia e das geociências são indispensáveis para responder a essa questão, contribuindo para atingir as metas estabelecidas na Agenda 2030, da ONU, e concretizar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Além da atuação consciente e ética em seu cotidiano, os profissionais também contribuem para a construção de um planeta mais justo e igualitário quando se dedicam a pesquisar para conhecer melhor os problemas, de forma a desenvolver tecnologias e a buscar soluções inovadoras que respondam às demandas da sociedade. Daí a importância de os setores público e privado investirem em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I).

Nesta edição da Revista Vértice Técnica, há uma síntese de como a engenharia, a agronomia e as geociências se relacionam com os ODS, elaborada a partir de um relatório da Unesco, além de apresentar ações do Conselho que estão diretamente vinculadas a esses objetivos.

Para falar sobre a interface entre as profissões e as políticas públicas, convidamos três especialistas que compartilham aqui suas opiniões e contribuem para esse importante debate. Um deles é o engenheiro mecânico e economista Clélio Campolina Diniz, que foi reitor da UFMG e ministro de Ciência, Tecnologia e Inovação (2014/2015), que falou sobre os principais entraves ao crescimento estadual e nacional.



Editorial

A parte central da Revista é composta por seis artigos, que foram avaliados por pares e discutem a carreira da engenharia física, o compartilhamento de postes de redes urbanas, utilização de termografia infravermelha para inspeção, construção modular, seguros para riscos em projetos e geração de energia a partir de biogás.

Os profissionais podem, sim, contribuir na formulação, implantação e monitoramento de políticas públicas em diversas áreas, desde infraestrutura a turismo, passando pela segurança alimentar e pela saúde.

Para isso, temos atuado no sentido de conscientizar e mobilizar os gestores públicos e os parlamentares da importância do diálogo entre as nossas áreas e os poderes executivo e legislativo, reforçando o protagonismo dos nossos profissionais na construção de um planeta sustentável.

Engenheiro civil **Lucio Fernando Borges**

Presidente do Crea-MG



Expediente

A Revista Vértice Técnica é uma publicação do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais • Presidente - Engenheiro Civil Lucio Fernando Borges • Diretoria 2022: Vice-Presidente - Engenheiro civil João Luiz Magalhães Teixeira • Diretor Administrativo e Financeiro - Engenheira civil Maria Angélica Arantes de Aguiar Abreu • Diretor de Relações Institucionais - Engenheiro eletricitista Bruno de Oliveira Monteiro • Diretora de Atendimento e Acervo - Engenheira Agrônoma Camila Karen Reis Barbosa • Diretor de Planejamento, Gestão e Tecnologia - Engenheiro mecânico Cláudio Messias da Silva • Diretor Técnico e

de Fiscalização - Engenheiro civil Eduardo Luiz Souza Ribeiro • Diretor de Recursos Humanos - Engenheiro químico Rogério Alexandre Alves de Melo • Chefe de gabinete: Engenheiro civil Marcos Gervásio • Gerente do Departamento de Comunicação e Relações com Colégios - Ronaldo Pereira • Gerente de Divisão de Comunicação e Publicidade - debi sarmento.

CONSELHO EDITORIAL DA EDIÇÃO / JULHO 2022

Editores técnicos: Engenheiro eletricitista Bruno de Oliveira Monteiro • Engenheiro civil Eduardo Luiz Souza Ribeiro • Pareceristas: Engenheiro eletricitista André Luiz Pereira Freire • Engenheiro eletricitista Bruno de Oliveira Monteiro • Engenheira civil Davina Márcia de Souza Braga • Engenheiro civil Mário Henrique Ferreira Goulart • Engenheiro civil Paulo Sérgio Ferreira de Oliveira • Arquiteta Sandra Lemos Coelho

REVISTA VÉRTICE TÉCNICA: DESAFIOS DO DESENVOLVIMENTO:

Jornalista responsável: debi sarmento (MG-06801-JP) • Colaboração: Maria Eduarda Gonzaga e Bernardo Haddad • Revisão: Adriana von Krüger, Iane Chaves e Kelly Barbosa • Projeto gráfico: Luciano Bicalho • Diagramação: Daniel Renna

Os artigos foram encaminhados pelos autores e são de sua inteira responsabilidade.

O conteúdo desta revista está disponível no site do Crea-MG



Pode e deve ser reproduzido!

Você pode compartilhar e adaptar o presente trabalho, desde que citada a fonte, dando o devido crédito aos autores, conforme os termos da licença:



ÍNDICE

A ENGENHARIA E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	6
---	---

<i>O que pensam os especialistas</i>	16
--	----

Entrevista Clélio Campolina Diniz EX-MINISTRO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO	26
---	----

Artigos	
A CARREIRA DA ENGENHARIA FÍSICA NO BRASIL APÓS DUAS DÉCADAS DE ATIVIDADES	30
COMPARTILHAMENTO EM POSTES DE REDES URBANAS: PROPOSTA PARA PROVER UMA ESTRUTURA TECNOLÓGICA	44
TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA PASSIVA COMO FERRAMENTA DE INSPEÇÃO EM UMA IGREJA TOMBADA BRASILEIRA	55
CONSTRUÇÃO MODULAR: MODELO DE EDIFICAÇÃO QUE TEM CONQUISTADO O MERCADO BRASILEIRO	66
SOLUÇÕES DE SEGUROS PARA RISCOS EM PROJETO DE ENGENHARIA: UMA ANÁLISE DA QUEDA DO VIADUTO GUARARAPES EM BH	72
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO BIOGÁS ORIUNDO DE ATERRO SANITÁRIO	81

LER E NAVEGAR	89
----------------------------	----

A ENGENHARIA E OS OBJETIVOS DE desenvolvimento sustentável

A principal diretriz para o desenvolvimento do Brasil é elevar a renda e a qualidade de vida da população com redução das desigualdades sociais e regionais.

Globalmente, a discussão sobre como conciliar crescimento econômico e sustentabilidade pauta a Agenda 2030, um compromisso assumido por 193 países, incluindo o Brasil, que contempla 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

E O QUE OS ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E GEOCIENISTAS TÊM A VER COM ISSO? TUDO!

A partir do **relatório** “Engenharia para o desenvolvimento sustentável”, elaborado pela Unesco em 2022, a Revista Vértice Técnica fez uma síntese da relação entre as profissões ligadas ao Sistema Confea/Crea e os ODS.

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA 	2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL 	3 SAÚDE E BEM-ESTAR 
4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE 	5 IGUALDADE DE GÊNERO 	6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO 
7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL 	8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO 	9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA 
10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES 	11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS 	12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS 
13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA 	14 VIDA NA ÁGUA 	15 VIDA TERRESTRE 
16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES 	17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO 	



ACESSE O RELATÓRIO:
unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375634_por



1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA



ODS 01 ERRADICAÇÃO DA POBREZA

Impulsionar o crescimento econômico;

Aliviar a pobreza por meio de infraestrutura básica e acesso a serviços básicos como água limpa, saneamento, energia confiável e segurança alimentar;

Desenvolver tecnologias econômicas, confiáveis e acessíveis a todos.

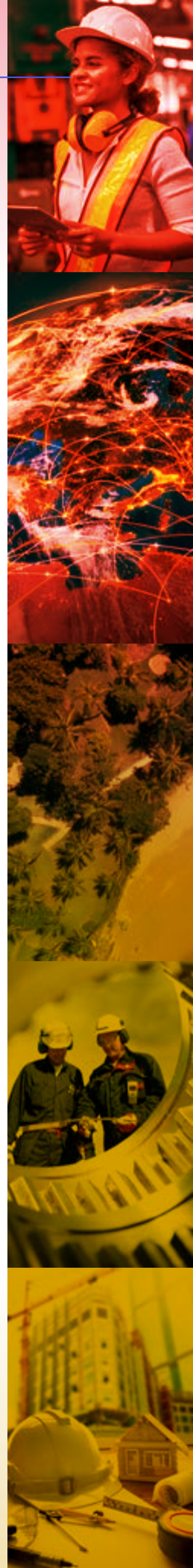
ODS 02 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Aumentar a produtividade e melhorar a logística;

Conciliar a produção e a preservação ambiental;

Aprimorar técnicas de uso e conservação dos alimentos.

2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



3 SAÚDE E BEM-ESTAR



ODS 03 SAÚDE E BEM-ESTAR

Implementar tecnologias avançadas para melhorar os diagnósticos e tratamentos;

Desenvolver soluções mais acessíveis para tratamento da audição, da saúde cardíaca, próteses e funcionamento cerebral;

Reduzir custos e tornar mais acessíveis as tecnologias.

ODS 04 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE

Ampliar a acessibilidade às novas tecnologias;

Estruturar sistemas de comunicação rápida e expandir o acesso à internet de boa qualidade;

Incentivar o ingresso nas áreas Stem (acrônimo de *Science, Technology, Engineering and Math* - ou, em português, Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE



5 IGUALDADE DE GÊNERO



ODS 05 IGUALDADE DE GÊNERO

Assegurar que as mulheres se beneficiem e participem da revolução tecnológica atual;

Empoderar as mulheres com o desenvolvimento de tecnologias que apoiem o trabalho e o empreendedorismo feminino;

Incentivar a participação das mulheres nas diversas esferas de decisão, inclusive das empresas.

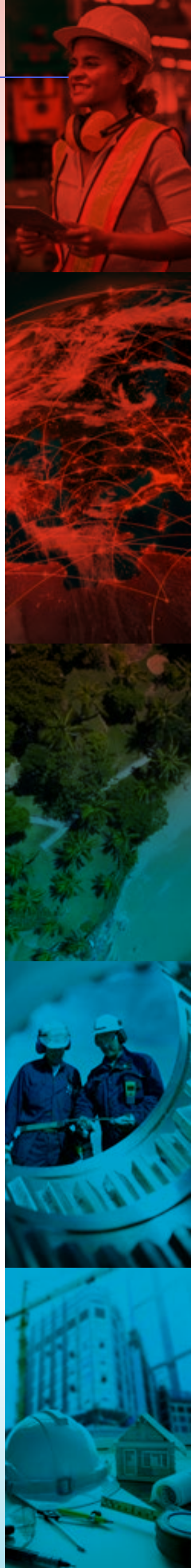
ODS 06 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO

Inovar no tratamento das águas e resíduos, garantindo que os sistemas funcionem de forma confiável;

Monitorar barragens e melhorar a segurança dessas estruturas;

Implementar sistemas de drenagem e aproveitamento de águas pluviais.

6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL



ODS 07 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL

Projetar, construir e manter infraestrutura de energia limpa e acessível a todos;

Estruturar a matriz energética do país;

Incentivar o uso de energias limpas para reduzir os impactos das mudanças climáticas.

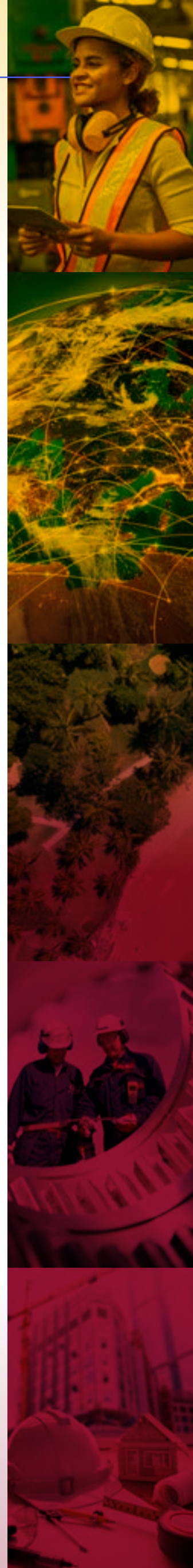
ODS 08 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO

Planejar as cidades para que os cidadãos tenham vidas saudáveis e produtivas, e se envolvam em trabalhos decentes;

Cuidar da infraestrutura essencial para a economia, como estradas, ferrovias, aeroportos, telecomunicações, fornecimento de água e energia;

Viabilizar processos produtivos sustentáveis.

8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



ODS 09 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA

Cultivar a inovação,
compartilhando recursos e ideias;

Desenvolver produtos e pensar em
todo seu ciclo de vida;

Promover a atualização
tecnológica da indústria.

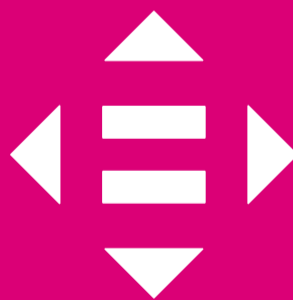
ODS 10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES

Possibilitar acesso à moradia, a
alimentos, a cidades saudáveis e
a comunicação de baixo custo;

Diminuir o custo de instalação e
manutenção de infraestruturas;

Criar empregos e oportunidades
a partir de novas tecnologias e
inovações.

10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



ODS 11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

Utilizar tecnologias inteligentes e sustentáveis;

Proteger o patrimônio natural e cultural, oferecendo soluções mais resilientes, inclusive contra desastres naturais;

Modelar informações e analisar dados para tornar as cidades mais habitáveis e sustentáveis.

ODS 12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS

Desenvolver novos materiais e processos;

Gerir os recursos naturais de forma eficiente e responsável;

Cuidar de todo o ciclo de vida dos produtos, fomentando a economia circular.

12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



ODS 13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA

Rever metodologias e insumos para tornar as infraestruturas mais resilientes aos impactos crescentes de desastres naturais;

Pesquisar e desenvolver tecnologias de baixo carbono e outras que ajudem a absorver e reciclar dióxido de carbono;

Orientar projetos na busca de zero emissão de carbono.

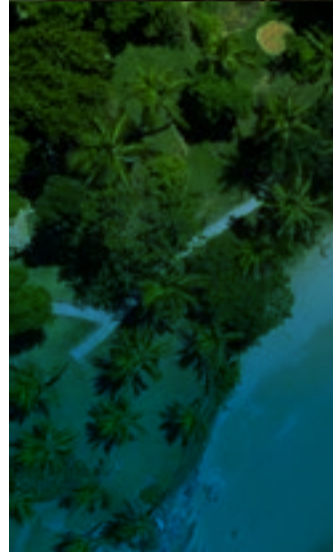
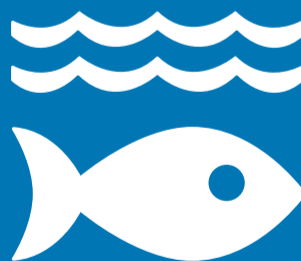
ODS 14 VIDA NA ÁGUA

Enfrentar a degradação da pesca, poluição do oceano e o uso de seus recursos;

Oferecer soluções para questões como poluição plástica no oceano e a preservação de ecossistemas;

Proteger comunidades costeiras do aumento do nível do mar e da erosão das praias.

14 VIDA NA ÁGUA





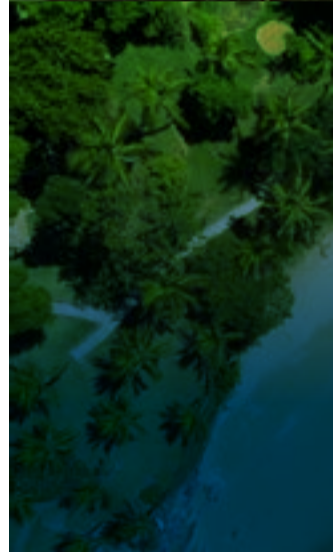
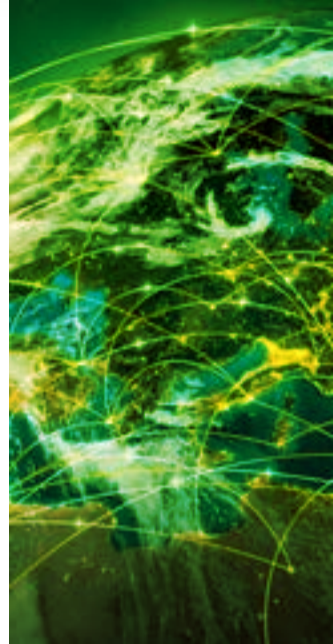
ODS 15

VIDA TERRESTRE

Gerenciar a biodiversidade pelo uso responsável dos recursos florestais e da preservação dos habitats;

Utilizar tecnologias inovadoras para mapear a superfície da Terra;

Fornecer informações geoespaciais para aumentar a capacidade de analisar e planejar o desenvolvimento sustentável.



ODS 16

PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES

Contribuir para desenvolver instituições robustas para a formação, credenciamento e regulamentação dos profissionais de engenharia, agronomia e geociências;

Melhorar a regulamentação das profissões;

Maximizar o benefício dos investimentos que apoiam o desenvolvimento sustentável para todos.



17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO

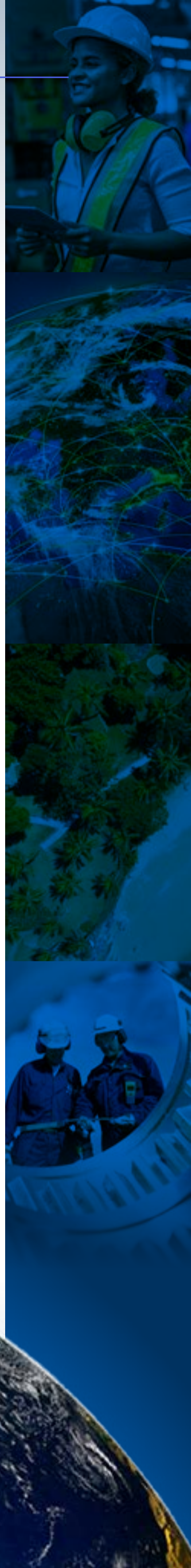


ODS 17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO

Promover os ODS nas instituições de ensino e nas entidades de classe de engenharia, agronomia e geociências;

Estabelecer parcerias para desenvolver, implementar e transferir conhecimentos técnicos inclusivos e sustentáveis;

Colaborar para unir profissionais e comunidade para alcançar os ODS.



O que pensam os especialistas



INDISPENSÁVEIS. É ASSIM QUE PODEMOS SINTETIZAR O PAPEL DOS ENGENHEIROS, DOS AGRÔNOMOS E DOS GEOCIENTISTAS NA SOCIEDADE.

Eles são indispensáveis para suprir necessidades humanas básicas, aliviar a pobreza, promover o desenvolvimento seguro e sustentável, conectar necessidades sociais a inovações tecnológicas, dentre outras muitas atividades.

Eles estão no centro de inúmeras políticas públicas. Para aprofundar o debate sobre participação, o uso de dados e evidências e os principais desafios para políticas públicas consistentes, a Revista Vértice Técnica conversou com Heliana Kátia Campos Tavares, Leo Heller e Murilo Valadares, que têm ampla experiência no campo das políticas públicas. A síntese dessa conversa você pode conferir nas próximas páginas.

CONHEÇA OS *especialistas*



LEO HELLER

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (1977), mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (1989) e doutorado em Epidemiologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (1995). Realizou pós-doutorado na University of Oxford, no período 2005-2006. É Doutor Honoris Causa pela University of Newcastle. Foi Professor Titular do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, no qual atua como professor voluntário. É pesquisador do Instituto René Rachou, Fiocruz, desde 2014.

Na UFMG, dentre outras funções administrativas, foi diretor da Escola de Engenharia (1998-2002) e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos (2006-2008). Foi Relator Especial dos Direitos Humanos à Água e ao Esgotamento Sanitário, das Nações Unidas (2014-2020). É autor do livro “The Human Rights to Water and Sanitation”, pela Cambridge University Press. Tem experiência na área de saneamento básico, atuando principalmente nos temas dos direitos humanos, da saúde ambiental e das políticas públicas.

CONHEÇA OS *especialistas*



HELIANA
KÁTIA TAVARES
CAMPOS

Engenheira Civil (1981) com especialização em saneamento básico (1982) pela UFMG e mestrado em Desenvolvimento Sustentável (2013) pela UnB. Foi Superintendente de Limpeza Urbana de Belo Horizonte - MG e do Distrito Federal - Brasil, tendo coordenado o encerramento do lixão de Brasília considerado pela ISWA o segundo maior do mundo. Foi a idealizadora do Fórum Nacional Lixo e Cidadania e da campanha do Unicef “Criança no lixo nunca mais”. É presidente da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental Seção Distrito Federal (Abes-DF) e representante da Abes nacional no Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos do Ministério do Meio Ambiente.

CONHEÇA OS *especialistas*



**MURILO
VALADADES**

Engenheiro civil, atualmente é presidente do Sindicato de Engenheiros no Estado de Minas Gerais (Senge-MG). Em 1993, foi convidado pelo então prefeito de Belo Horizonte, Patrus Ananias, para assumir a Secretaria Regional Centro-Sul, permanecendo no cargo durante toda aquela gestão. Nos dois primeiros anos da gestão posterior, do prefeito Célio de Castro, assumiu a Diretoria de Operações da Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), de onde saiu para assumir o cargo de Superintendente da Superintendência de Desenvolvimento da Capital (Sudecap), em 1999.

De 2001 a 2011 foi secretário Municipal de Políticas Urbanas da Prefeitura de Belo Horizonte, que congrega atividades como limpeza urbana, trânsito e transporte, regulação e planejamento urbanos, habitação, atuação em vilas e favelas, além das obras executadas pelo município. Ainda em BH, foi secretário de Obras e Infraestrutura em 2011 e 2012. Em 2013, assumiu a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano da Prefeitura de Ribeirão das Neves, permanecendo até 2014. Entre 2015 e 2018, esteve à frente da Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas de Minas Gerais.

PARTICIPAÇÃO DEMOCRÁTICA NA FORMULAÇÃO DE *políticas públicas*

PAPEL DAS POLÍTICAS PÚBLICAS



“O aprofundamento das desigualdades é a marca dos tempos atuais, em uma sociedade historicamente iníqua como a brasileira. A luta por direitos, que, em última instância, confunde-se com a luta contra a desigualdade e a discriminação, tem na democracia o espaço para crescer e se desenvolver. Dessa forma, a participação democrática é o principal requisito para que as políticas públicas apontem para a superação das desigualdades e para a prática da democracia substantiva”.

ENGENHEIRO CIVIL LEO HELLER



“O papel das políticas públicas, no meu entendimento, é garantir igualdade de direito e de oportunidade a todos os cidadãos, reduzir as desigualdades sociais de forma democrática e acolhedora para o bem comum da população. Comparo com a finalidade da ciência, que é de aliviar a dor e a miséria humanas. Portanto, na formulação de uma política pública para a alocação de bens e recursos é vital a participação dos atores envolvidos pelo Estado, pela sociedade civil, pela academia e pelo heterogêneo grupo de atores envolvidos para o aprofundamento dos problemas a serem enfrentados, suas causas e consequências.”

ENGENHEIRA CIVIL HELIANA KÁTIA TAVARES CAMPOS

CONSTRUÇÃO COLETIVA



“O processo de construção coletiva pode vir a facilitar a mobilização de recursos humanos e financeiros para a sua real efetivação pois a complexidade dos modelos desenvolvidos muitas vezes exige a articulação e arranjos institucionais diversos.”

ENGENHEIRA CIVIL HELIANA KÁTIA TAVARES CAMPOS

CONSTRUÇÃO COLETIVA

“Por meio da participação popular na formulação das políticas públicas, o Estado erra menos, garante mais efetividade de suas políticas e consegue se apropriar dos efetivos condicionantes colocados pela realidade na formulação de seu plano de ação. Infelizmente, os dirigentes de nosso país acionam pouco essa estratégia e preferem impor suas próprias visões nas políticas que elaboram.”



ENGENHEIRO CIVIL LÉO HELLER

“Quando se coloca a cidade para discutir, como foi feito em Belo Horizonte através do orçamento participativo [década de 1990], obriga aos técnicos a começar a formular políticas públicas de acordo com aquelas demandas que a população quer, mas que ela não tem o conteúdo técnico para formular. O que fazia funcionar era a interação entre a participação popular e a área técnica. A área técnica tinha que explicar para a população para que ela, a população, pudesse decidir e priorizar as demandas.”



ENGENHEIRO CIVIL MURILO VALADARES

“As práticas políticas no país vêm reforçando sua tradição autoritária. As decisões têm sido marcadas por uma perspectiva tecnocrática e impermeável à visão dos potenciais beneficiários das políticas. Essa prática reproduz-se no legislativo. São raros os casos em que audiências públicas e consultas públicas têm sido capazes de alterar os rumos das formulações verticalmente formuladas. Há exceções, e elas têm ocorrido apenas quando se verifica ampla mobilização popular. O caso da mineração na Serra do Curral é um exemplo de como decisões tecnocêntricas e contaminadas pelos interesses privados podem esbarrar na mobilização e na voz pública da sociedade. Contudo, essas rejeições têm tido efeito principalmente quando projetos e políticas afetam o interesse de grupos populacionais mais privilegiados e com maior capacidade de vocalização, mobilização e acesso à mídia.”

TECNOCENTRISMO



ENGENHEIRO CIVIL LÉO HELLER

“Para muitos técnicos, o ideal é planejar a cidade e entregar o seu planejamento sem ouvir o povo. Mas, em um sistema democrático, se o povo não participar não vai adiantar nada. Se não colocar povo, vai errar. Vamos ao exemplo? Juscelino queria ocupar a Pampulha na década de 1940. Ocupou? Não. Fez o loteamento lá, ninguém foi. Para planejar, tem que saber ler o povo. Se não tiver povo, é muito difícil acertar. E ainda assim vamos errar. Não tem problema errar, mas se a gente souber ouvir, acertamos mais.”



ENGENHEIRO CIVIL MURILO VALADARES

POLÍTICAS PÚBLICAS BASEADA EM *evidências*

INFORMAÇÕES CLARAS E OBJETIVAS

“Há obviamente a necessidade de dados e informações claras e objetivas para a compreensão dos problemas para o seu enfrentamento por meio de uma política pública. Mas enfrentar um determinado problema por meio de uma política pública depende do tipo de crença, interesse, ideia e expectativa que os seus desenvolvedores desejam como resultado. Políticas públicas sempre possuem um viés político por transmitir uma característica ideológica de seus formuladores, mas também tem característica de viés administrativo.”



ENGENHEIRA CIVIL HELIANA KÁTIA TAVARES CAMPOS

ESTADO DA ARTE E EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS

“Sem dúvida, tal como a participação popular, as evidências são parte do processo de formulação de uma política pública consistente. Similarmente a um trabalho acadêmico, uma política pública necessita ser sustentada por uma revisão da literatura, ou do estado da arte do campo em questão. Um exemplo é a Lei 14.026/2020, que altera o marco regulatório do saneamento, induzindo fortemente a privatização dos serviços e restringindo o espaço do prestador público. Tal modelo de gestão está em direção oposta ao que tem ocorrido em vários países, que têm apostado na “desprivatização”, com inúmeros municípios se arrependendo da delegação de serviços para a iniciativa privada que ocorreu no passado. Ou seja, em lugar de observar evidências nacionais e internacionais e de se pautar no conhecimento acumulado, o governo, e também as forças que dominam a Câmara e o Senado, apoiam-se claramente em uma visão ideológica neoliberal dos serviços públicos. Uma decisão que pode produzir mais pobreza, discriminação e desigualdade, em um país que já exhibe índices alarmante dessas mazelas.”



ENGENHEIRO CIVIL LÉO HELLER

“A política elaborada pode almejar a melhoria de uma determinada situação, a resolução do problema, uma transformação radical da realidade em um determinado espaço de tempo. Portanto, formulação de política não depende somente de dados e evidências mas de todo o contexto político e do grau de prioridade e comprometimento com a solução do problema pelos diferentes atores que dela participarem.”

PARA ALÉM DOS DADOS E EVIDÊNCIAS



ENGENHEIRA CIVIL HELIANA KÁTIA TAVARES CAMPOS

USO DE EVIDÊNCIAS E DADOS OU PARTICIPAÇÃO DEMOCRÁTICA?



“Acredito que as duas coisas não se confundem. As evidências fornecem a base para o conhecimento inicial do problema. No entanto as análises sobre sua complexidade, suas diversas facetas, os atores relevantes para o seu enfrentamento, a interferência com outras políticas públicas similares ou complementares, a comparação com outras políticas já implantadas em outras situações ou outras localidades são essenciais. Tudo isso depende de uma grande e articulada participação democrática para se obter os melhores resultados possíveis.”

ENGENHEIRA CIVIL HELIANA KÁTIA TAVARES CAMPOS



“Não considero que esta seja uma escolha necessária. Ao contrário, ambas as estratégias deveriam ser aplicadas de forma combinada. Propostas preliminares de políticas públicas devem se basear em evidências e as opções finais, bem como o ajuste fino das propostas, devem ser objeto da contribuição e do escrutínio da população afetada pelas políticas. Este é o modelo adequado para se planejar a formulação das políticas e o desafio que gestores devem seriamente encarar.”

ENGENHEIRO CIVIL LÉO HELLER



“Temos que usar dados, evidências e ouvir o povo. Até porque não tem jeito de ter dados e evidências e não ter povo quando se trata de políticas públicas. Os dados e evidência têm que ter gente por trás, está tudo interligado.”

ENGENHEIRO CIVIL MURILO VALADARES



“Para mudar uma realidade, é preciso pensar em formular uma política pública que envolva todos os atores que serão impactados por ela. Eu vou dar um exemplo: Minas Gerais tem 30 mil quilômetros de estrada, mais de 20 mil asfaltadas. Aí você precisa de muitos engenheiros para manter essas estradas e de muita gente. Como o poder público não tem muita gente, tem que pensar uma maneira de formular uma política para que, mesmo com menos gente, seja possível uma manutenção adequada. Uma solução é contratar por serviço completo, uma empresa vai receber uma determinada quantia para manter os quilômetros. A responsabilidade é da empresa e cabe ao Estado fiscalizar. E essa fiscalização precisa de menos gente. Então, a política pública precisa ser formulada de maneira que o Estado tenha condições de fazer. Muitas vezes as evidências ou dados ou a dificuldade faz criar uma política pública diferente.”

ENGENHEIRO CIVIL MURILO VALADARES

QUAIS SERIAM OS DESAFIOS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS?

QUAIS SERIAM OS DESAFIOS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS?



“O emprego de processos transparentes e democráticos de participação, na formulação das políticas públicas com o aprofundamento das questões e impactos nas possíveis soluções a serem adotadas com todos os atores envolvidos é básico. Permite a discussão em profundidade capaz de revelar detalhes a serem observados em cada fase da formulação, além de preparar o caminho para a sua posterior implantação, inclusive com o auxílio da mídia.”

ENGENHEIRA CIVIL HELIANA KÁTIA TAVARES CAMPOS



“Não adianta formular uma política pública sem que os atores estejam participando e sem considerar a diversidade do país. Você cria uma política pública de creche com um projeto único para o Brasil. Mas, quem está em Brasília mora no plano e o valor de uma obra é cem. E em Belo Horizonte, lá no morro, ela é 100% mais 20%. E isso não é levado em consideração. Daí, essa política não consegue se viabilizar completamente.”

ENGENHEIRO CIVIL MURILO VALADARES

A ENGENHARIA, A AGRONOMIA E AS GEOCIÊNCIAS NO CICLO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS



“A engenharia não pode ficar restrita só à questão técnica porque eu posso, teoricamente, resolver a urbanização de uma rua de um jeito que a população não quer. Isso no orçamento participativo foi completamente evidenciado. Os projetos eram apresentados à população e ela dizia “não quero isso, quero aquilo”. Então, o engenheiro tem a técnica dele para resolver, mas ele não tem só uma solução. O técnico pode dar várias soluções para uma mesma questão. Por isso, ele não pode ser só técnico, tem que ouvir, tem que fazer parte do processo. Muitas vezes os técnicos acham que não tem que ouvir o povo, que o povo vai te atrapalhar e muitos engenheiros pensavam assim: “a população decide, eu faço do meu jeito, eu faço do jeito que eu quero”. Não, não é do seu jeito, é do jeito que a população quer. E, muitas vezes, as soluções são melhores e mais inteligentes porque há um debate em torno do que cada setor quer e é necessário conciliar os interesses. “

ENGENHEIRO CIVIL MURILO VALADARES

A ENGENHARIA, A AGRONOMIA E AS GEOCIÊNCIAS NO CICLO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS

“Os profissionais do Crea podem se inserir em qualquer processo [da formulação de políticas públicas] desde a proposição, formulação, avaliação e controle das políticas públicas. Depende mais do lugar de atuação que os profissionais estiverem, da sua percepção da realidade e das necessidades impostas, da sua criatividade, do poder de mobilização de interesses, vontades e recursos humanos e/ou financeiros. O papel do profissional pode ser desde a liderança do processo como no apoio técnico, de disseminação do processo de mobilização de recursos, redação, especificação e fornecimento de conteúdos como de sua divulgação.”



ENGENHEIRA CIVIL HELIANA KÁTIA TAVARES CAMPOS

“Para que haja participação dos engenheiros na formulação de políticas públicas, tem que ter um espaço para fazer isso. Hoje, a engenharia é muito pulverizada. Quantas entidades de engenharia tem em Minas Gerais? Para que a engenharia possa participar, possa influenciar, ela precisa ter instituições da sociedade civil com capacidade para intervir na sociedade. As entidades de engenharia têm que trabalhar conjuntamente para ter força na sociedade, para influenciar e melhorar as políticas públicas que ela, hoje, não influencia e que é obrigada a seguir. Falta para os engenheiros e arquitetos ter acesso, ter mais força para influenciar na legislação brasileira. Para isso, a gente precisa construir um espaço, juntar instituições e sindicatos em um esforço comum para formular políticas públicas. E esse fórum, para começar, pode ser o Colégio de Entidades do Crea-MG. Esse poderia ser o embrião de um espaço no qual fizéssemos as grandes discussões de políticas públicas.”



ENGENHEIRO CIVIL MURILO VALADARES



26

Entrevista

**Clélio
Campolina
Diniz**

Reitor da UFMG (2010-2014) e
ministro da Ciência, Tecnologia
e Inovação do Brasil (2014)

Entrevista

O Brasil, que estava abaixo da 10a posição desde 2020, deve voltar a figurar entre as maiores economias do mundo ainda em 2022. Se em relação ao crescimento econômico o país mostra uma boa recuperação pós-pandemia, o mesmo não se pode dizer em relação à competitividade.

Segundo levantamento do Anuário Mundial de Competitividade, realizado com a parceria da Fundação Dom Cabral, o Brasil mantém tendência de queda há pelo menos uma década e, atualmente, na 59a. posição, está à frente somente da África do Sul, Mongólia, Argentina e Venezuela.

Reverter esse quadro é um dos desafios para o crescimento do país. A essa questão, somam-se outras como a garantia de educação de qualidade, redução das desigualdades e reorganização dos Estados.

O engenheiro mecânico e economista Clélio Campolina Diniz, que foi reitor da UFMG e ministro de Ciência, Tecnologia e Inovação entre 2014 e 2015, conversou com a Revista Vértice Técnica sobre os principais entraves ao crescimento do Brasil e de Minas Gerais.



Clélio Campolina é engenheiro metalurgista e de Operação, e doutor em Economia. Foi reitor da UFMG (2010-2014) e ministro da Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil (2014). Professor emérito da Faculdade de Ciências Econômicas (Face) da UFMG, com atuação principalmente nos temas: economia regional, economia brasileira, economia da tecnologia e desenvolvimento econômico.

VÉRTICE TÉCNICA: Quais os principais desafios para o desenvolvimento do Brasil na atual conjuntura?

CLÉLIO CAMPOLINA: O grande problema estrutural, a meu ver, é a situação do Estado brasileiro que perdeu o hábito do planejamento e tem uma disfuncionalidade muito grande. Não existe, no mundo, nenhum país que tenha um leque salarial do setor público como o brasileiro. Uma professora primária no Brasil, em geral, ganha em torno de dois mil reais. Mas, algumas categorias ganham 80, 100 [mil reais], embora o teto salarial seja só 39 [mil reais]. É um país que remunera muito mal do ponto de vista da estrutura do Estado. E essa discussão sobre a estrutura dos gastos públicos é recorrente. A primeira coisa que nós temos que arrumar é o Estado brasileiro. Nenhum partido no Brasil, até hoje, enfrentou esse problema estrutural do Estado brasileiro e é muito difícil [solucionar], tem muitas categorias poderosas.

VÉRTICE TÉCNICA: Quais as consequências dessa estrutura de gastos públicos?

CLÉLIO CAMPOLINA: Essa disfuncionalidade do Estado brasileiro leva a uma injustiça social enorme, na qual se cria uma categoria de marajás e uma categoria de “barnabés” mal remunerados, em todas as instâncias do governo. E uma das consequências é uma educação básica de má qualidade, tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio. Se você paga a um marajá oitenta, cem mil e se você paga a uma professora dois mil, que estímulo você dá? Nenhum. Materialmente e de reconhecimento social. Uma professora da educação básica não tem reconhecimento social. Como é que se pode ter uma educação básica de qualidade se não tem escola integral, que é um fenômeno do mundo contemporâneo? Na Finlândia, por exemplo, um profissional da educação ganha quase igual a um professor da educação superior. É preciso garantir escola integral, valorização salarial e social dos professores, além de valorização política e social da escola.



VÉRTICE TÉCNICA: Há outras questões estruturais que precisam ser solucionadas?

CLÉLIO CAMPOLINA: Sim. A desigualdade de renda e pobreza é uma questão estrutural séria. Como é que você pode viver e construir uma sociedade com esse nível de desigualdade? As ruas estão cheias de gente dormindo embaixo dos viadutos, nas calçadas. A concentração urbana agrava esses problemas e trazem uma demanda por habitação, saneamento, transporte e lazer que precisa de atenção. Nos países desenvolvidos não tem essa concentração de pobreza e na experiência asiática não se reproduz isso. Esse é um fenômeno típico do terceiro mundo e latino-americano. Precisamos repensar nosso sistema tributário, que isenta ricos e onera pobres, que tributa consumo e não renda.

VÉRTICE TÉCNICA: A participação da indústria no PIB brasileiro tem sido apontada como uma questão que deve ser priorizada para que o país cresça e volte a figurar entre as 10 maiores economias do mundo.

CLÉLIO CAMPOLINA: De fato, a desindustrialização é um outro problema estrutural. O Brasil regrediu. Em meados dos anos 1980, cerca de 25% do PIB era da indústria de transformação. Hoje, pouco mais de 10% vem desse setor. E o mundo está todo se industrializando. Os Estados Unidos estão correndo para não perder a corrida para a China. A Alemanha ainda tem mais de vinte por cento do PIB na indústria. E nós estamos voltando, cada vez mais, a ser país primário e exportador, que exporta minério, ferro, exporta soja, exporta carne.

VÉRTICE TÉCNICA: Minas Gerais tem desafios diferentes?

CLÉLIO CAMPOLINA: Os problemas estruturais básicos do Brasil são também de Minas Gerais. Mas, há especificidades. Temos uma educação superior de altíssima qualidade, mas na educação básica, Minas está um pouco atrasada. O Ceará, um estado pobre, tem hoje uma educação básica que já é referência no Brasil. Temos uma desigualdade territorial muito grave, o Leste e o Norte de Minas estão ficando cada vez mais atrasados. Algumas de nossas áreas industriais pararam no tempo. Tem uma mazela que Minas Gerais foi um dos estados que melhor planejou, nas décadas anteriores, e perdeu o rumo. Minas Gerais foi uma referência, criou o primeiro plano de recuperação econômica regional no governo Milton Campos (1940). O plano energético brasileiro todo foi influenciado por Minas e até a reforma fazendária que Minas fez na nos anos 1960 foi referência para o país. Além disso, temos uma especialização muito forte na mineração. E a diversificação de nossa base produtiva é um desafio que precisamos encarar.

VÉRTICE TÉCNICA: Investimentos em pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovações podem contribuir para superar esses desafios?

CLÉLIO CAMPOLINA: Eu começaria com educação. Educação básica e profissionalizante são fundamentais para o aumento da produtividade. Além de base fundamental para a consciência social e política dos caminhos do desenvolvimento, são as bases para a educação superior e a pós-graduação, condicionantes para o desenvolvimento da pesquisa e da ponte entre conhecimento científico e desenvolvimento tecnológico e para as inovações, que dependem da capacidade de aplicação do conhecimento existente. Realizar esse tipo de investimento é decisivo.

O mundo está assistindo a mais acelerada corrida científica e tecnológica de sua história. Resultado das mudanças geoeconômicas e geopolíticas em curso. E o Brasil deu um salto, saiu da 17ª, em 2005, para a 13ª posição, em 2021, do ranking de produção científica internacional e, agora, estamos concorrendo o risco de regredir. Educação, ciência, tecnologia e inovação são os elementos centrais para pensar no desenvolvimento econômico e em novas soluções para os desafios contemporâneos. Ciências é, antes de tudo, social e política. Porque o uso da ciência tem implicações sociais. Do ponto de vista técnico, a energia nuclear funciona muito bem, só que tem consequências sociais. O rejeito é um problema social, é um problema político.

O desafio energético é um deles, o desafio ambiental é outro e aí tem que buscar soluções cientificamente adequadas para enfrentar esses desafios. Como vão ser as bases energéticas do futuro? Ou, como é que nós vamos conviver com o meio ambiente? De que forma nós, humanos, podemos nos relacionar com a natureza, lembrando que nós também somos parte dela? Como aproveitar sua biodiversidade sem destruí-la? A ciência é que vai poder nos ajudar a resolver isso. O Brasil é um país novo, tem muito potencial. Então educação, ciência e tecnologia pra mim são decisivos. Ciência, educação, inovação e tecnologia são as bases para construir uma sociedade materialmente mais rica e socialmente mais justa, mais igualitária, mais humanizada.

VÉRTICE TÉCNICA: Como o senhor vê interlocução de instituições, como o Crea-MG, com os poderes legislativos e executivos para construção de políticas, programas e planos para o desenvolvimento do país que sejam mais consistentes e eficazes?

CLÉLIO CAMPOLINA: É fundamental, não só com o legislativo e executivo, mas também com o sistema empresarial. Tudo hoje no mundo é cada vez mais transdisciplinar. E o Crea abrange um conjunto de profissões e habilidades centrais para o desenvolvimento produtivo, faz a ponte entre as tecnologias e sua operacionalização técnica, conciliando as possibilidades técnicas com viabilidade econômica e social. Você não tem medicina de qualidade sem engenharia, não tem serviços modernos sem engenharia. Sem ela não é possível construir a base produtiva material que sustenta o sistema produtivo. Para pensar no desenvolvimento econômico e para planejar, é preciso articular o campo das engenharias com as demais áreas. Isso porque, quando se vai definir um projeto é necessário analisar toda a questão política e social, as implicações daquela decisão do ponto de vista ambiental e econômico. Em síntese, a vida econômica e social é transdisciplinar. As diferentes áreas do saber se complementam.

VÉRTICE TÉCNICA: Além de dotar o sistema produtivo de sua base material, de que outra forma essas áreas podem contribuir para o desenvolvimento?

CLÉLIO CAMPOLINA: Podem contribuir por meio da construção das políticas públicas e das políticas sociais e, também, por meio das políticas produtivas para o setor privado. Toda a infraestrutura social e econômica demanda engenharia, não é possível construir a sociedade sem base produtiva material. A relação dos humanos com o restante da natureza é transdisciplinar e as engenharias são as bases operacionais centrais. A menos que se queira voltar a uma vida absolutamente primitiva.



30

Artigo

A CARREIRA DE ENGENHARIA FÍSICA NO BRASIL APÓS DUAS DÉCADAS DE ATIVIDADES

Fernando M. Araújo-Moreira¹

Jefferson Esquina Tsuchida²

Cristiano Krug³

Luis Fernando Magnanini de Almeida⁴

Raphael Fortes Infante Gomes⁵

¹ Engenheiro de materiais, mestre e doutor em Física. Exército Brasileiro; Departamento de Ciência e Tecnologia; Instituto Militar de Engenharia (IME); Seção de Engenharia Nuclear/SE7. Programa de Pós-graduação em Biotecnologia (PPG-Biotec) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

² Graduado e mestre em Física e doutor em Física Aplicada. Professor adjunto no Departamento de Física da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Coordenador do curso de graduação em Engenharia Física.

³ Graduado em Química, mestre e doutor em Física. Professor na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS)

⁴ Graduado em Engenharia Física, mestre e doutor em Engenharia de Produção. Professor na Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

⁵ Graduado em Engenharia Física, mestre e doutor em Física. Pós-doutorado iniciado em 2021 na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

RESUMO

O presente artigo analisa a consolidação da carreira de Engenharia Física no Brasil ao longo das duas primeiras décadas contabilizadas a partir do ano de criação do curso (1999-2020). Revisamos os antecedentes e as motivações que fomentaram a sua concepção e o direcionamento para uma formação transdisciplinar, e analisamos a evolução desta carreira com base nas informações disponíveis sobre a área e em dois estudos que abordam a atuação profissional dos egressos no país. No fim, discutimos as limitações e os estudos futuros que concernem às perspectivas da carreira de Engenharia Física no Brasil, comprovando que a filosofia de “aprender a aprender” e a proposta de formar profissionais multiespecialistas têm sido logradas com êxito.

Palavras-chave: engenharia física; formação transdisciplinar; egressos; multiespecialistas.

1 INTRODUÇÃO

O curso de Bacharelado em Engenharia Física está presente em diversos países. Sua criação, a nível mundial, ocorreu há mais de um século, em 1910, e o primeiro curso a formar engenheiros nessa área foi o da Universidade de Oklahoma, instituído em 1924 nos Estados Unidos da América (EUA). A diferença de tempo entre a criação e a primeira formatura provavelmente foi por causa da Primeira Guerra Mundial. Atualmente, só nesse país, existem mais de cinquenta cursos de Engenharia Física onde é denominada de “*Engineering Physics*” ou, alternativamente, “*Engineering Science*”. O curso está presente, inclusive, nas denominadas *top-five*, as cinco universidades mais renomadas em Engenharia (Cornell, Caltech, University of Illinois/Urbana-Champaign, UC Berkeley e Stanford). Ainda na América do Norte, o curso é oferecido em diversas universidades do México (por exemplo, na Universidad Autónoma Metropolitana) e do Canadá (McMaster, British Columbia, Politécnico de Montréal, entre outras). Também há numerosos exemplos na América do Sul (Colômbia, Chile, Peru, entre outras), na Europa e na Ásia. Ao todo, já foram identificados mais de duzentos cursos de Engenharia Física no mundo. É interessante destacar as palavras de Robert St. John, no artigo intitulado “*Engineering Physics: a unique field*”, sobre esta carreira (ST. JOHN, 1976):

“O Engenheiro Físico cobre a distância entre (...) o Físico, a quem interessa o conhecimento pelo próprio conhecimento, e o Engenheiro, a quem interessa a aplicação dos princípios básicos na solução de problemas práticos dentro de uma disciplina particular da Engenharia. (...) Pela natureza particular do seu treinamento e desenvolvimento, terá a flexibilidade para contribuir significativamente em muitas disciplinas da Engenharia. Deverá ser particularmente valioso no estabelecimento de um vínculo de comunicação entre as diversas disciplinas da Engenharia, assim como entre as da Engenharia e as da Física”.

Seguindo uma ideia que teve origem em 1996 no Center for Superconductivity Research, na Universidade de Maryland em College Park (EUA), a proposta de criação do curso foi feita ao Conselho do Departamento de Física da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) em 1998. Em apenas pouco mais de nove meses, em 20 de outubro de 1999, e após quatro instâncias onde fora aprovado sempre por unanimidade, a instância final do Conselho Universitário da UFSCar aprovou, também por unanimidade, o primeiro curso de Bacharelado em Engenharia Física do Brasil. No entanto, a incerteza era tanta que no vestibular para ingresso no ano seguinte (2000) foram aceitas as inscrições para este curso, mas se alguma coisa desse errado os aprovados teriam liberdade de escolher uma outra carreira. Nada deu errado, muito pelo contrário, e, para surpresa de muitos, nesse primeiro vestibular, o curso começou com uma concorrência de 16 candidatos por vaga, algo extraordinário, ficando atrás apenas do curso de Engenharia de Computação. O seu objetivo principal foi formar engenheiros multiespecialistas, que tivessem como principal característica a ênfase nas ciências básicas: Física, Química e Matemática (ARAÚJO-MOREIRA e PÓVOA, 2000; ARAÚJO-MOREIRA, 2014). Ao longo das duas décadas seguintes, novos cursos foram criados em praticamente todas as regiões do país, e cada um deles seguindo o que chamamos de “vocação regional”. Atualmente, a formação é oferecida em 12 Universidades públicas, com um total de 441 vagas anuais registradas no sistema e-MEC (MEC, 2021).

Passadas mais de duas décadas, o mundo mudou, e mudou muito. Novos paradigmas apareceram e muitos outros ficaram obsoletos. A ciência e a tecnologia caminham mais próximas do que nunca. E o mundo viu a chamada nova era da inovação (que sucedeu a era da informação, do século XX) durar pouco mais de uma década sendo sucedida pela nova era chamada das tecnologias quânticas. Passamos do crescimento linear para o crescimento exponencial quando são esperados 20.000 anos de crescimento em apenas um século. Um mundo novo e fascinante que precisa de engenheiros com nova formação e, principalmente, com visão ampliada tanto da ciência quanto da tecnologia. Constatando que hoje há, no mundo, novas carreiras de engenharia tais como engenharia de bioprocessos, engenharia de biosistemas, engenharia de inovação, engenharia de sistemas complexos, engenharia de energia e recursos renováveis, engenharia de requisitos, e até engenharia quântica, vemos que a proposta de criar Engenharia Física na UFSCar foi tão pioneira quanto corajosa e acertada, e realizada no momento exato. Basta analisar as novas tecnologias e ver quais engenheiros conseguem lidar com essas novas tecnologias quânticas que já alcançaram o mercado e prometem uma revolução em computação, comunicação, sensores, defesa e segurança nacional, meio-ambiente, etc.

O presente artigo tem como objetivo essencial mostrar a evolução ocorrida nos primeiros 20 anos de existência do curso de Engenharia Física no Brasil, destacando os fatores que motivaram a sua criação, tais quais os constantes desenvolvimentos e mudanças tecnológicas, a busca por uma formação transdisciplinar e a necessidade de um bom domínio dos fundamentos e das ciências básicas. Torna-se evidente que estes quesitos foram intensificados nos últimos anos através de estudos sobre a inserção dos egressos no mercado, confirmando a importância de profissionais desta área no cenário nacional de Engenharia no século XXI.

Na seção seguinte, são apresentados os antecedentes e as motivações para a criação do curso de Engenharia Física no Brasil. Em seguida, são descritos os métodos utilizados no trabalho para abordar a evolução do curso ao longo das duas primeiras décadas, por meio de análises descritivas e históricas desse intervalo e das perspectivas e tendências para os próximos anos. Por fim, o trabalho discute as limitações e os estudos futuros que concernem às perspectivas da carreira de Engenharia Física no Brasil.

1.1 Antecedentes e Motivações para a Criação do Curso de Engenharia Física no Brasil

Como mencionamos anteriormente, o curso de Engenharia Física teve seu ato de criação registrado no dia 20/10/1999 pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e iniciou suas atividades em 28/02/2000. No contexto de sua criação, havia uma ampla discussão sobre qual seria o perfil dos egressos, destacando-se a necessidade de “formar pessoal capaz de criar conhecimento”, “aumento do valor agregado” dos produtos nacionais, “existência de mão de obra altamente qualificada, em particular, de engenheiros” e “desenvolvimento local de produtos” (PÓVOA e ARAÚJO-MOREIRA, 2003).

Um dos expoentes dessa discussão foi o subprograma de Reengenharia do Ensino de Engenharia (REENGE), o qual estava inserido no Programa de Desenvolvimento das Engenharias (PRODENGE), que pode ser considerado um dos motivadores para a introdução do curso de Engenharia Física no Brasil (PÓVOA e ARAÚJO-MOREIRA, 2003). Também foi de importante influência, a série de programas do denominado Engenheiro do Ano 2000. E, neste ponto, é essencial destacar o quanto foram importantes para moldarmos a proposta deste curso, as conversas com o Prof. Sergio Mascarenhas do IEA/USP (Polo de São Carlos), quem tinha acabado de criar a carreira de Engenheiro Pesquisador.

A origem do projeto REENGE remonta à reforma norte-americana idealizada pela National Science Foundation (NSF), cujas propostas seguem a perspectiva de maior integração do setor educacional de Engenharia com o setor produtivo. No Brasil, constata-se que ocorreu a mobilização de entidades ligadas ao campo das Engenharias no início da década de 1990, que tinha por propósito discutir e implementar ações com o intuito de reformar a Engenharia

Brasileira, com destaque para a Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE) e o Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura (CONFEA). Ambas as instituições realizaram uma ampla pesquisa de âmbito nacional ao consultar 120 especialistas das áreas de engenharia existentes em diversas regiões do país, buscando (definir) diretrizes para orientar a formação desses profissionais e supervisionar suas atuações frente aos desafios do início do século XXI (ARANTES, 2002).

Nesse contexto de redirecionamento na formação de engenheiros, buscou-se criar um curso com objetivo formar multiespecialistas a partir de uma forte ênfase nas ciências básicas (Física, Química e Matemática) sem perder de vista o seu lado aplicado, permitindo a esses profissionais dominar tanto o *know-how* quanto o “*know-why*”, o de “saber fazer” e “aprender a aprender” e de absorver as necessidades da empresa e a busca/proposição de soluções (ARAÚJO-MOREIRA e PÓVOA, 2000).

2 MÉTODO DE PESQUISA

O presente trabalho utiliza uma abordagem majoritariamente quantitativa, através da análise secundária de dados de consultas à plataforma e-MEC e ao site do Ministério da Educação (MEC, 2021), das informações provenientes do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2021), do levantamento estatístico sobre a atuação profissional dos egressos do curso de Engenharia Física da UFSCar (FORTES e SANDOVAL, 2018), e de um levantamento estatístico de profissionais oriundos de todos os cursos de Engenharia Física do país que possuíam egressos (ENFI WIKI, 2020).

Para a organização, resumo, interpretação e análise de dados foram utilizadas técnicas da estatística descritiva (MONTGOMERY e RUNGER, 2016) com o apoio do software Microsoft Excel.

3 RESULTADOS

3.1 20 Anos de Engenharia Física no Brasil

Esta seção se inicia abordando a expansão dos cursos de graduação em Engenharia Física no Brasil. Na sequência, são apresentados um levantamento dos dados referentes aos profissionais oriundos da UFSCar (até o ano de 2018) e de todas as universidades que possuíam egressos no país até o ano de 2020. Em paralelo, é feita uma breve análise sobre a criação do primeiro curso de pós-graduação em Engenharia Física no país.

(a) Expansão dos cursos de graduação

O sucesso da criação do primeiro curso de Engenharia Física na UFSCar estimulou a abertura de mais de uma dezena de cursos de graduação similares em todas as regiões do Brasil, com exceção da Nordeste, contudo, essa conta com a única pós-graduação nacional na área. O Quadro 1 lista os cursos ativos no país em 2021 (organizados em ordem cronológica de funcionamento), indicando as subseqüentes categorias administrativas e as respectivas datas de início das atividades.

Quadro 1 - Cursos de Engenharia Física ativos no Brasil em 2021.

Instituição (IES)	Sigla	Início	Vagas anuais
Universidade Federal de São Carlos	UFSCar	28/02/2000	40
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	07/08/2009	36
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul	UEMS	01/02/2010	50
Universidade Federal do Oeste do Pará	UFOPA	01/03/2011	40
Universidade de São Paulo	USP	01/01/2012	40
Universidade Federal de Goiás	UFG	04/02/2013	25
Universidade Federal da Integração Latino-Americana	UNILA	02/03/2015	50
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	UFVJM	23/10/2017	80
Universidade Federal de Lavras	UFLA	20/08/2018	50
Universidade Estadual de Campinas*	UNICAMP	2013	15
Instituto Tecnológico da Aeronáutica**	ITA	2017	NI
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	UFMS	07/01/2019	30

Fonte: Adaptado de MEC (2021).

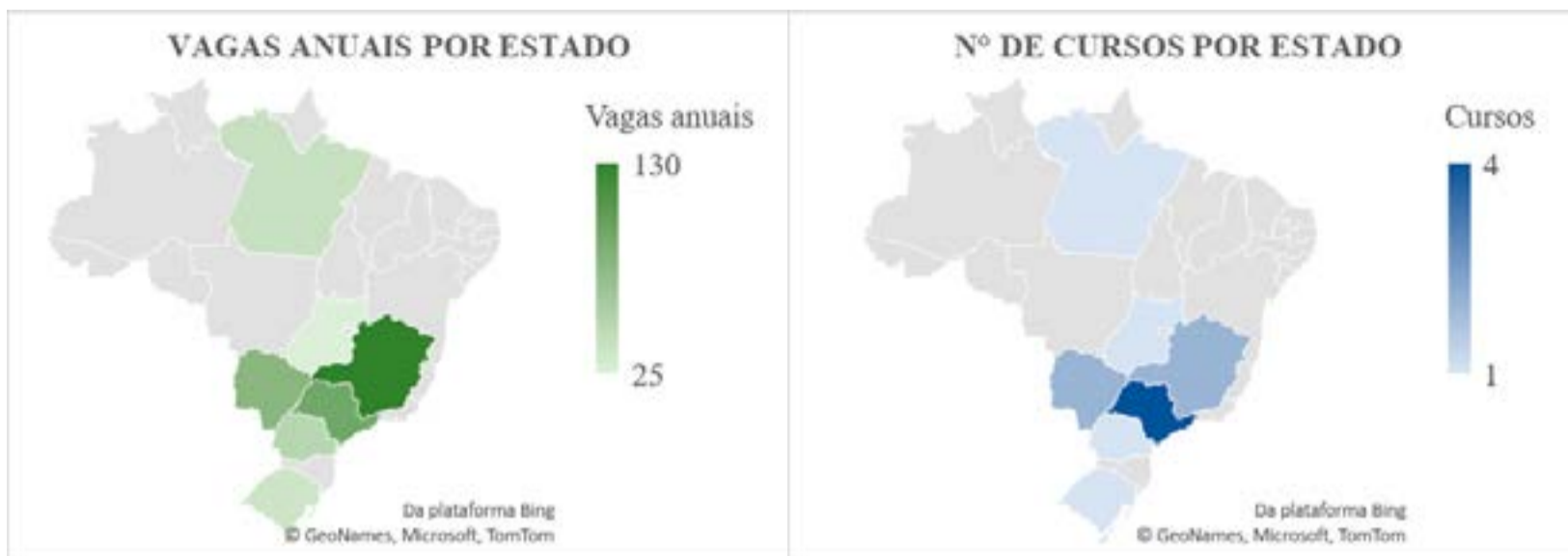
Legenda: * Presente dentro do curso 51 | ** Fornecido dentro do Programa de formação complementar como (Minor)

O segundo curso foi inaugurado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Sua criação ocorreu quase uma década após o início do primeiro curso, o qual já contava com cinco turmas de egressos. Já na segunda década do século XXI, verifica-se que houve uma expansão acelerada com a abertura de dez novos cursos de graduação, sendo oito exclusivamente de Engenharia Física, uma formação complementar (minor) criada dentro do Instituto Tecnológico da Aeronáutica, e uma especialização dentro do curso 51 da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) sob a nomenclatura de Engenharia Física, que disponibilizava vagas para as respectivas ênfases em Optoeletrônica (cinco) e Produção Tecnológica (dez).

Com relação à distribuição geográfica, constata-se que há uma concentração majoritária de cursos na região Centro-Sul do Brasil. Neste sentido, São Paulo apresenta-se como o estado que oferece mais opções com quatro universidades (UFSCar, UNICAMP, USP e ITA). A segunda colocação é ocupada pelos estados de Minas Gerais (UFLA e UFMG) e Mato Grosso do Sul (UEMS e UFMS), cada um com dois cursos. Completam esta lista os estados localizados nas regiões Sul (UNILA e UFRGS), Centro-Oeste (UFG) e Norte (UFOPA). Vale destacar que todos são ofertados por Instituições de Ensino Superior (IES) públicas, sendo 9 federais e 3 estaduais (conforme ilustrado na Figura 1).

Ao analisar a oferta de vagas anuais, observa-se um padrão distinto do anterior, liderado pelo estado de Minas Gerais (130 vagas), seguido por São Paulo (96 vagas), Mato Grosso do Sul (80 vagas), Paraná (50 vagas), Pará (40 vagas), Rio Grande do Sul (36 vagas) e Goiás (25 vagas). Logo, há uma oferta conjunta de 456 vagas anuais, sendo 441 em cursos de Engenharia Física e 15 adicionais (nas ênfases da UNICAMP). Ressalta-se que não foi encontrado o número de vagas disponibilizadas na formação complementar ofertada pelo ITA e, portanto, elas não foram consideradas para efeitos da análise. Estes números comprovam o evidente potencial de crescimento da carreira no país, tanto em relação ao número de estados que oferecem o curso, quanto em relação à oferta de vagas anuais. A Figura 1 ilustra a distribuição destas vagas no cenário nacional.

Figura 1 – Número de Cursos por estado e vagas anuais por estado.



Fonte: Autoria própria.

Por meio da consulta ao banco de dados da plataforma e-MEC, também foi possível analisar os cursos com relação aos seus indicadores oficiais de qualidade, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Indicadores de Qualidade de cursos de Engenharia Física no Brasil em 2021.

Sigla	ENADE	CPC	ANO
UFSCAR	3	4	2019
UFRGS	4	4	2017
UEMS	3	3	2017
UFOPA	3	3	2017

Fonte: Adaptado de MEC (2021).

Neste caso, constata-se que apenas quatro dos 12 cursos de graduação foram avaliados por meio do conjunto de indicadores utilizados pelo INEP. Isso é compreensível se considerado que a maior parte dos cursos ainda não possuíam egressos na ocasião das avaliações, o que inviabilizou a sua realização. Observa-se ainda que, embora todos os cursos com egressos tenham sido submetidos à avaliação do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) no ano de 2017, apenas um dos quatro realizou esta avaliação em 2019. A mudança é resultado dos seguintes fatores: (a) não há uma prova específica atrelada à carreira de Engenharia Física no ENADE (uma vez que a área não possui um mínimo de 100 cursos em atividade e 2000 concluintes (INEP, 2015)); (b) ainda existia uma prova de “Engenharia” (sem especificações adicionais) em 2017, opção tradicional dos cursos de Engenharia Física (e de outras Engenharias que não têm prova específica); (c) a prova de “Engenharia” não foi oferecida em 2019, cabendo aos cursos optar por uma das outras provas oferecidas ou por não prestar o Exame e passar pelo processo de avaliação *in loco*.

Outro indicador de qualidade é o Conceito Preliminar de Curso (CPC) constituído de oito componentes agrupados em quatro dimensões: desempenho dos estudantes (mensurado a partir do ENADE); valor agregado pelo processo formativo oferecido pelo curso; corpo docente; e percepção discente sobre as condições do processo formativo. Tanto a nota do ENADE quanto o CPC variam em uma escala de 1 a 5 (INEP, 2021). Os resultados obtidos pelos cursos de

Engenharia Física podem ser classificados como bons, particularmente considerando-se a inexistência de uma prova específica no ENADE.

A regulamentação profissional acerca da Engenharia Física data de 2010 (CONFEA, 2010), oportunidade em que o CONFEA concedeu aos egressos do curso o título profissional de “Engenheiro de Controle e Automação (Código 121-03-00) e com as atribuições do art. 1º da Resolução nº 427, de 1999, referentes somente ao controle e automação de equipamentos e processos, e restrição das atividades 01 a 05 do art. 1º da Resolução nº 218, de 1973.” De certa forma, tal restrição equipara os egressos a Tecnólogos (comparem-se CONFEA, 1973 e CONFEA, 1986). Posterior pleito específico de inserção do título de Engenheiro Físico (CONFEA, 2014) na Tabela de Títulos Profissionais do Sistema CONFEA/CREA (CONFEA, 2022) não teve sucesso. Em 2021, por força de decisão judicial, o CONFEA inseriu 105 títulos na Tabela (CONFEA, 2021), incluindo o de Engenheiro(a) Físico(a), sem alteração nas atribuições profissionais.

(b) Levantamentos com egressos

Dois levantamentos foram encontrados na literatura sobre os egressos dos cursos de Engenharia Física no Brasil. O primeiro foi realizado por Fortes e Sandoval (2018) e o segundo faz parte de um projeto de extensão intitulado “ENFI WIKI” realizado por discentes da UFRGS, que coletaram dados de todos os cursos que possuíam egressos (ENFI WIKI, 2020). Como os estudos contém dados diferentes e complementares, ambos serão abordados nessa seção.

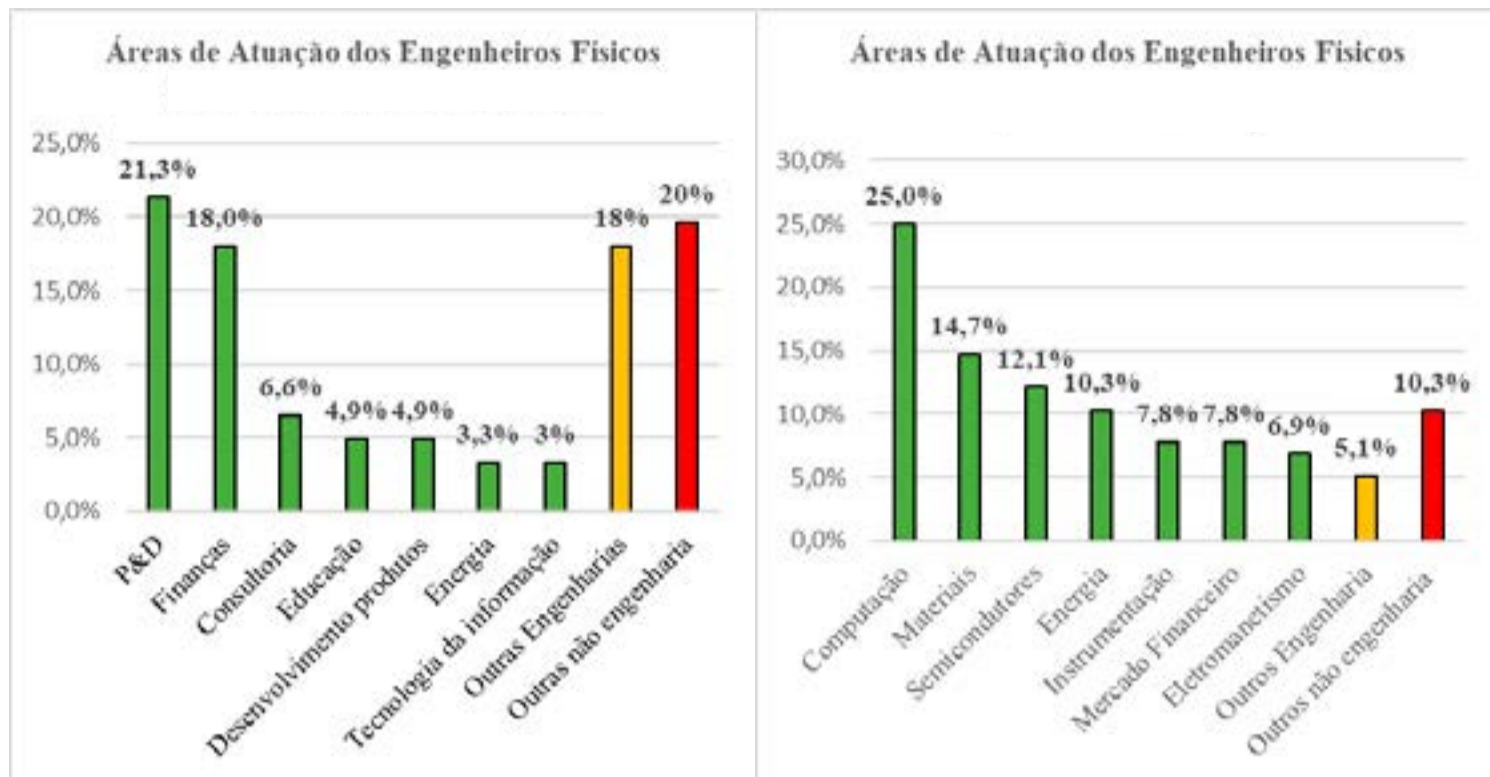
No estudo de Fortes e Sandoval (2018) foram coletadas 61 respostas válidas, sendo que 52 respondentes declararam ser do sexo masculino (85%) e nove do sexo feminino (15%). Esses dados evidenciam uma discrepância entre os gêneros nas primeiras turmas, indicando a necessidade de iniciativas que visem estimular o ingresso e a permanência de mulheres nesta carreira.

Já em relação ao tempo de conclusão do curso, verifica-se que 45% terminaram o curso no prazo previsto de cinco anos e 4% conseguiram obter o diploma em menos tempo, totalizando 49% de egressos que se enquadravam neste planejamento. Apesar de haver uma retenção de 51%, o levantamento indica que 49% dos estudantes necessitaram de apenas um ano adicional para se formar, restando apenas 9% de concluintes em um período superior a seis anos (FORTES e SANDOVAL, 2018). Deste modo, embora a taxa de retenção na amostra possa ser considerada elevada, os números não chegam a ser alarmantes, visto que a análise deve ser contraposta com os dados oficiais e as respectivas taxas de evasão do curso, os quais não foram considerados neste estudo.

Fortes e Sandoval (2018) analisaram ainda as áreas de atuação e os cargos ocupados pelos egressos durante o levantamento. Nas áreas de atuação, destacam-se os setores de Pesquisa & Desenvolvimento (21,3%), Finanças (18%) e Consultoria (6,6%), seguidos por Educação (4,9%), Desenvolvimento de Produtos (4,9%), Energia (3,3%) e Tecnologia da Informação (3%) Vale ressaltar que 18% dos respondentes trabalhavam como engenheiros em outras modalidades e que 20% dos respondentes não atuavam em áreas específicas de engenharia. Sendo assim, o estudo indica que o intuito inicial de criar um curso de engenharia com um enfoque direcionado para o desenvolvimento de novas tecnologias obteve sucesso com 80% da amostra atuando em setores atrelados à engenharia, sendo mais de um quinto na área de Pesquisa e Desenvolvimento (conforme ilustrado na Figura 2).

A ENFI WIKI (2020) também realizou um levantamento semelhante, contando com 116 respondentes das diferentes universidades que ofertam o curso. O estudo revela que praticamente 90% dos egressos atuavam em algum setor relacionado à engenharia, distribuídos em áreas de inovação e de alta tecnologia como: computação (25%), materiais (15%), semicondutores (10%), instrumentação (8%), mercado financeiro (8%) e eletromagnetismo (7%), conforme indicado na Figura 2.

Figura 2 – Áreas de atuação dos Engenheiros Físicos

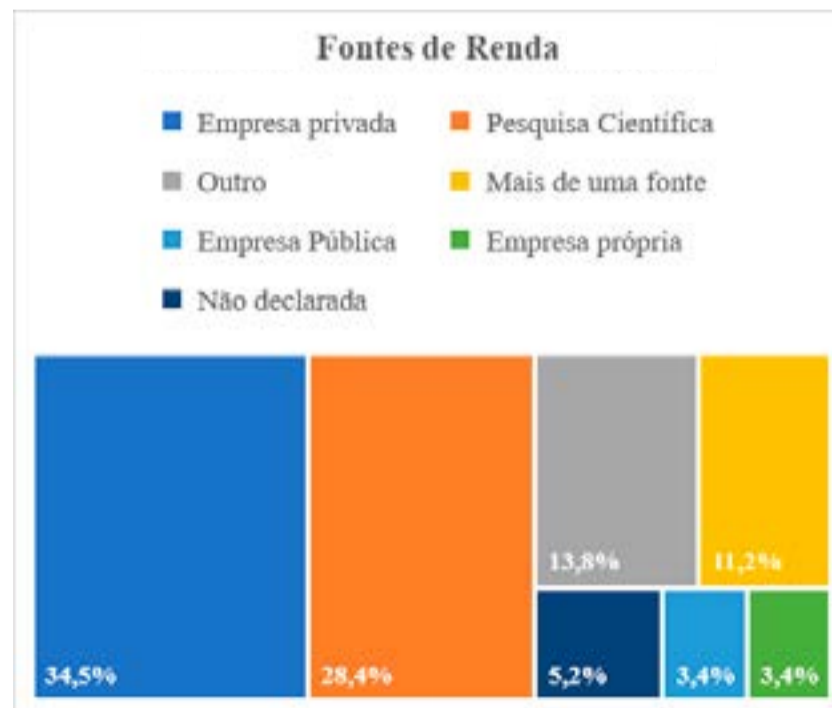


Fonte: Adaptado de Fortes e Sandoval (2018) e ENFI WIKI (2020)

Como seria esperada, a área de Finanças/Mercado Financeiro se destaca em ambos os levantamentos, já que a atuação de engenheiros nas várias vertentes desta área é comum, devido ao desenvolvimento contínuo de habilidades que incluem análise crítica e raciocínio lógico durante a graduação. Outro aspecto que deve ser ressaltado reside na possibilidade de atuação deste profissional em outras áreas de engenharia, comprovando os benefícios adquiridos através de uma boa formação em ciências básicas que permitem essa flexibilidade, também constatada pelas diferentes áreas identificadas nos estudos.

A pesquisa ainda revela dois levantamentos interessantes que buscam relacionar e identificar as fontes de renda dos egressos e o tipo de atividade exercida por eles, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Fontes de Renda dos egressos



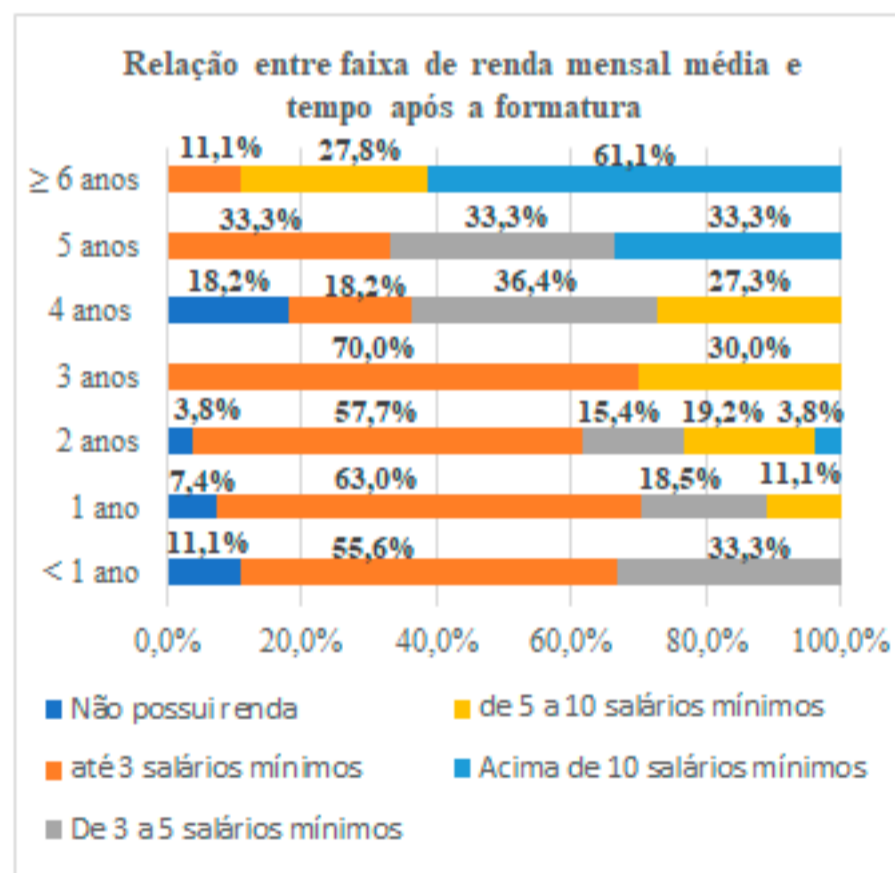
Fonte: Adaptado de ENFI WIKI (2020)

A maior parte dos egressos da amostra atuavam em empresas privadas (35%), Pesquisa Científica (28%), Empresa Pública (3%) e Empresa Própria (3%). Dentre estes, aqueles que possuíam mais de uma fonte de renda (11%) superaram em dobro a parcela dos que não declararam a fonte de renda (5%) (ENFI WIKI, 2020).

Este levantamento também analisou a relação entre a remuneração média mensal e as respectivas atividades, indicando que os melhores índices estão atrelados àqueles que apresentam iniciativas de empreendedorismo, seguidos por professores universitários e profissionais que trabalham em empresas públicas. Em contraste, as remunerações mais baixas estão concentradas nos trabalhos autônomos e nos cargos de professores que não atuam no ensino superior (ENFI WIKI, 2020).

A Figura 4 apresenta uma relação entre a faixa de renda mensal média e o tempo decorrido após a formatura. Verifica-se neste estudo que a maior parte dos profissionais recém-formados recebe até três salários-mínimos, indicando que eles não são contratados para trabalhar como engenheiros, uma vez que piso salarial, é previsto na Lei Federal 5.194/1966 e regulamentado pela também Lei Federal 4.955/4-1966, é de 8,5 salários-mínimos para uma jornada de 8 horas (CONFEA, 2021; ENFI WIKI, 2020). Esta é uma prática relativamente comum no mercado de trabalho, onde muitos recém-formados são contratados como analistas ou para exercer funções similares.

Figura 4 – Relação entre faixa de renda mensal média e tempo após a formatura



Fonte: Adaptado de ENFI WIKI (2020)

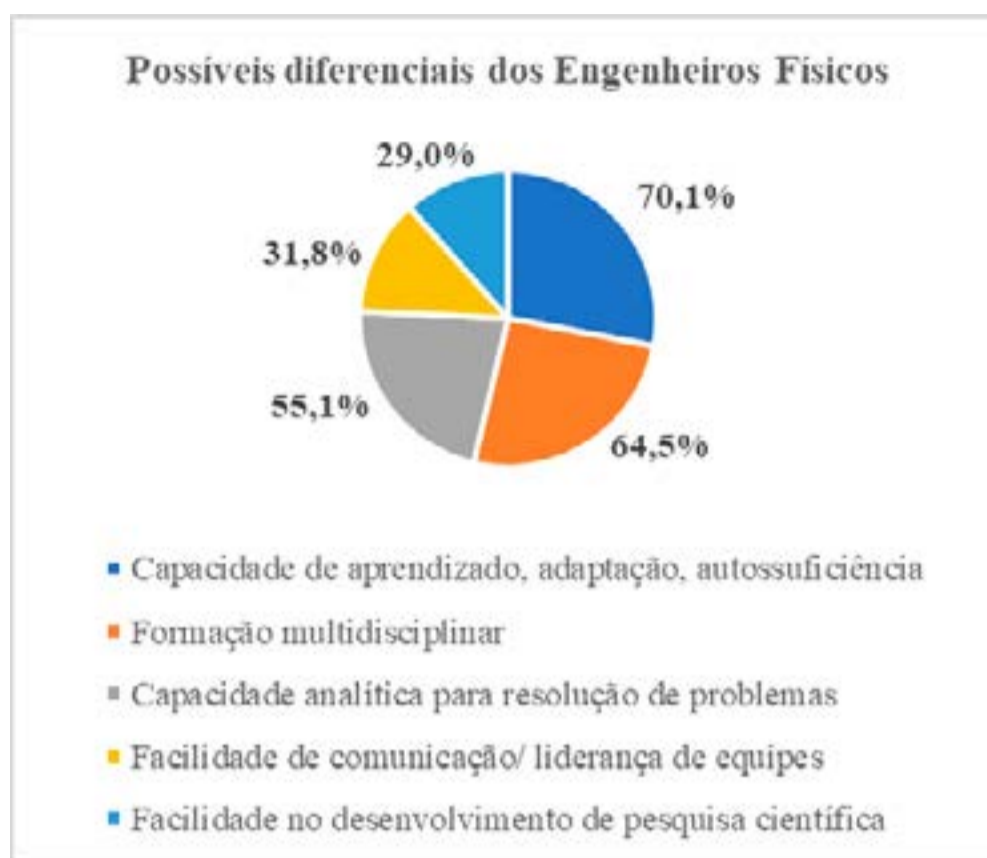
Ao analisar estes dados, constata-se que cerca de 11% dos profissionais recém-formados não ingressaram imediatamente no mercado de trabalho. Por outro lado, a taxa diminui gradativamente até se aproximar de zero em um período de três anos, indicando que estes profissionais normalmente são absorvidos pelas áreas de atuação supracitadas. No quarto ano após a conclusão do curso, contudo, verifica-se que existe um alto índice de egressos que não declararam renda (18%). Esta relação pode ser compreendida se considerado que boa parte desse contingente conclui uma pós-graduação e ingressa no ensino superior logo após obter o título de mestre ou doutor, o que também pode ser verificado pelo aumento expressivo no quinto e no sexto ano de profissionais com alta remuneração. (ENFI WIKI, 2020).

Outros resultados interessantes que aparecem em ambos os trabalhos correspondem ao levantamento do número de egressos que permaneceram no país, cujos dados revelam estatísticas semelhantes. De acordo com os estudos 91,1% dos respondentes em ENFI WIKI (2020) e 93,5% em Fortes e Sandoval (2018) continuam no Brasil, demonstrando que além de propiciar uma formação de alto nível, a maior parte dos talentos formados são retidos no país.

Fortes e Sandoval (2018) também discriminam esses dados no âmbito dos municípios, ressaltando que 23% dos egressos permaneceram na cidade de São Carlos (SP). O município se apresenta como o segundo destino mais pleiteado pelos egressos, evidenciando o impacto positivo que o curso gera na região e no ecossistema de inovação da cidade, que vêm se desenvolvendo continuamente. Como esperado, a cidade de São Paulo (SP) apresenta-se como o destino que possui o maior número de profissionais (36%), dado a proximidade geográfica entre estas cidades e a importância econômica da última, tanto em termos da magnitude de seu Produto Interno Bruto (PIB) como na presença de empresas multinacionais. Sugere-se a realização de estudos semelhantes nos diversos cursos que já possuem egressos, a fim de verificar se esse fenômeno pode ser classificado como pontual ou recorrente.

Por fim, o levantamento da ENFI WIKI (2020) questionou aos egressos quais seriam os aspectos que o curso de Engenharia Física propicia como sendo possíveis diferenciais em suas respectivas formações, conforme apresentado na Figura 5. Os participantes da pesquisa poderiam escolher mais de uma característica, desde que entendessem a relevância do diferencial em questão.

Figura 5 – Possíveis diferenciais dos Engenheiros Físicos



Fonte: Adaptado de ENFI WIKI (2020)

De acordo com a pesquisa, o maior diferencial reside na capacidade de aprendizado (70%), também conhecida pela filosofia de “aprender a aprender”. Um exemplo deste aspecto se manifesta no propósito de absorver as necessidades da empresa e a busca/proposição de soluções (ARAÚJO-MOREIRA e PÓVOA, 2000) por parte destes profissionais, conforme a proposta de concepção dos cursos. A formação multidisciplinar (65%) também se adequa à referida proposta, que mencionava a busca por formar “profissionais multiespecialistas” (ARAÚJO-MOREIRA e PÓVOA, 2000). A capacidade analítica para a resolução de problemas (55%) e a facilidade de comunicação/liderança de equipes (32%) - qualidades visadas em todas as engenharias - também foram destacadas. Por fim, a facilidade de atuar no desenvolvimento de pesquisa científica (29%) encontra-se alinhada com o perfil inovador e a busca por desenvolvimento de soluções (NASSAR *et al.*, 2008; KAMASSURI *et al.*, 2018).

(c) A primeira Pós-graduação em Engenharia Física do Brasil

Outro passo importante para o crescimento e a consolidação da carreira no Brasil foi alcançado em 2018, contemplando a região Nordeste com a aprovação da criação do primeiro curso de Pós-Graduação em Engenharia Física, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

O programa oferece duas áreas de concentração: materiais e optoeletrônica. A primeira foca no desenvolvimento, caracterização e aplicação de materiais e possui caráter interdisciplinar, com linhas de pesquisa direcionadas para materiais nanoestruturados e aplicações ambientais, energéticas e industriais. Já a segunda visa agregar competências em temas complementares das Engenharias e da Física para oferecer uma formação generalista sólida, com pesquisas que relacionam o estudo e o desenvolvimento de sistemas ópticos, opto-eletrônicos, eletrônicos e/ ou explorando suas dinâmicas através de três linhas de pesquisa, a saber: metrologia e instrumentação, espectroscopia coerente e óptica não linear, e controle e dinâmica não linear (PPGENGFIS, 2019). Não foram encontradas dissertações publicadas

até a submissão deste artigo; contudo, 19 projetos estavam em andamento e 39 discentes inscritos no programa, evidenciando uma procura consideravelmente alta para um programa de pós-graduação relativamente novo.

4 DISCUSSÃO

O bacharelado em Engenharia Física foi criado em 1999 na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e iniciou suas atividades no ano de 2000. Atualmente, a carreira é ofertada em 12 cursos de graduação em instituições públicas distribuídas nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte, além do programa de pós-graduação criado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), na região Nordeste. Neste cenário, São Paulo é o estado que oferece mais opções com quatro universidades, seguido por Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (ambos com duas). Por sua vez, Minas Gerais é o primeiro estado na lista de oferta de vagas, com São Paulo e Mato Grosso do Sul ocupando respectivamente a segunda e terceira posições.

Os dois principais levantamentos discutidos neste trabalho (FORTES e SANDOVAL (2018) e (ENFI WIKI, 2020) apresentam indicadores com informações relevantes sobre o perfil dos egressos dos cursos de Engenharia Física no país. O primeiro estudo foi baseado em uma consulta realizada com profissionais de todas as turmas que se formaram na UFSCar, enquanto o segundo foi elaborado com dados obtidos de egressos oriundos de todas as instituições no país.

Fortes e Sandoval (2018) revelam que mais da metade dos egressos permaneceu no estado de São Paulo (SP), concentrando-se majoritariamente na capital e no município de São Carlos (SP). Já ENFI WIKI (2020) aponta que a quase totalidade dos recém-formados adquirem ao menos uma fonte de renda própria em um período de três anos após a conclusão do curso, sugerindo que uma parcela significativa deste contingente possui a tendência de cursar uma pós-graduação.

Os levantamentos contêm padrões semelhantes em determinados aspectos. Ambos os estudos mostram que o Brasil retém mais de 90% destes profissionais que, por sua vez, estão inseridos em cargos de empresas e instituições de ensino e pesquisa distribuídas em todas as regiões do país, atuando principalmente nos setores de desenvolvimento de novas tecnologias, inovação e finanças. Neste contexto, nota-se que a maioria dos recém-formados recebe menos do que o piso salarial previsto na Lei Federal 5.194/1966 e regulamentado pela também Lei Federal 4.955/4-1966. Além disso, constata-se a necessidade de fomentar iniciativas que visem estimular o ingresso e a permanência de mulheres nesta carreira.

Embora os títulos acadêmicos de Bacharel em Engenharia Física e profissional de Engenharia de Controle e Automação sejam atribuídos a esta carreira, há um consenso entre os autores de que o curso de Engenharia Física deve ser enquadrado em uma categoria específica. O desempenho dos estudantes no ENADE também deve ser ressaltado (já que não há uma prova específica atrelada à área), e os resultados obtidos pelos cursos de Engenharia Física podem ser classificados como satisfatórios. Com base nos dados e nas discussões apresentadas neste trabalho, pode-se afirmar que a filosofia de “aprender a aprender” e a proposta de formar profissionais multiespecialistas permanecem até hoje como os pilares que definem a essência desta carreira.

Ainda analisando as duas amostras, verifica-se que durante as primeiras duas décadas do curso os egressos obtiveram sucesso na inserção no mercado de trabalho em diferentes áreas, especialmente naquelas as quais a formação visava contemplar, com destaque para Pesquisa & Desenvolvimento, empresas de tecnologia (computação, semicondutores, instrumentação, eletromagnetismo, materiais), desenvolvimento de produtos e mercado financeiro.

5 CONCLUSÕES

Com as novas áreas intensivas em conhecimento assumindo cada vez mais importância nos mercados globais - especialmente aquelas que se baseiam em tecnologias disruptivas (como computação quântica, energias renováveis, fusão nuclear, dentre outras) - a busca por um profissional que domine as ciências básicas e consiga empregar as novas tecnologias no ramo da engenharia tende a aumentar. De modo semelhante, além do desenvolvimento de tecnologias específicas, é necessário buscar a integração entre esses conhecimentos e habilidades, sendo imprescindível a formação de profissionais multiespecialistas.

Por fim, está em andamento a revisão dos Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs) para adequá-los às novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia e à curricularização da Extensão (CNE, 2018; 2019), sendo que pelo menos um PPC atualizado encontra-se implementado (UFRGS, 2021). Tal revisão pode oportunizar avanços nas atribuições profissionais do engenheiro físico, estimulando o interesse por esse ramo da Engenharia e impulsionando o desenvolvimento tecnológico no Brasil como já acontece em outros países.

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos a todos os docentes, discentes, técnicos-administrativos, apoiadores, egressos e seus familiares que confiaram na ideia do curso de Engenharia Física e contribuíram para a construção e consolidação desta carreira ao longo das duas primeiras décadas no Brasil.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Eduardo Marques. **A reengenharia do ensino das engenharias:** da construção do discurso oficial à produção de reformas curriculares. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/HJPB-5MAKWH>. Acesso em: 19 de abr. de 2021.

ARAÚJO-MOREIRA, Fernando M.; PÓVOA, José M. O primeiro curso de Engenharia Física do Brasil: um projeto já concretizado. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2000, Ouro Preto. **Anais [...]**. Ouro Preto: ABENGE, 2000.

ARAUJO-MOREIRA, Fernando M.. **Engenharia Física:** a carreira do novo milênio. São Carlos: Guilen e Andrioli Gráfica & Editora, 2014.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CNE). **Resolução CNE/CES Nº 7**, de 18 de dezembro de 2018. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação - PNE 2014-2024. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=104251-rces007-18&category_slug=dezembro-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 04 de maio de 2021.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CNE). **Resolução Nº 2 CNE/CES**, de 24 de abril de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Engenharia. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>. Acesso em: 27 de jan. de 2020.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Resolução Nº 218**, de 1973. Disponível em: <https://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=266>. Acesso em: 04 de maio de 2021.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Resolução Nº 313**, de 1986. Disponível em: <https://normativos2.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=361>. Acesso em: 04 de maio de 2021.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Resolução Nº 473**, de 2002. Disponível em: <https://normativos.confea.org.br/Ementas/Visualizar?id=521>. Acesso em: 20 de abr. de 2022.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Decisão Plenária N° 0575**, de 2010. Disponível em: <https://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=44855>. Acesso em: 04 de maio de 2021.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Decisão Plenária N° 1917**, de 2014. Disponível em: <https://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=55502>. Acesso em: 04 de maio de 2021.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Deliberação CEAP N° 280/2021**. Disponível em: <http://transparencia.confea.org.br/wp-content/uploads/2021/01/Delibera%C3%A7%C3%A3o-CEAP-280.2021-%E2%80%939%C2%AA-reuni%C3%A3o-ordin%C3%A1ria-06-a-08.10.21-%E2%80%93H%C3%ADbrida.pdf>. Acesso em: 20 de abr. de 2022.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Salário Mínimo Profissional**. Disponível em: <https://www.confea.org.br/profissional/salario-minimo-profissional>. Acesso em: 04 de maio de 2021.

ENFI WIKI. Disponível em: <https://enfiwiki.wixsite.com/enfiwiki>. 2020. Acesso em: 20 abr. de 2021.

FORTES, Raphael. I. G.; SANDOVAL, Rafael D. Um levantamento da atuação dos Engenheiros Físicos da UFSCar. In: **XIII Simpósio Brasileiro de Engenharia Física e I Congresso Internacional de Engenheiros Físicos**, 2018, Foz do Iguaçu.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Nota Técnica N° 37/2015**. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/legislacao/2015/nota_tecnica_%20n0372015_avaliacao_de_tecologia_enade%202015.pdf. Acesso em: 04 de maio de 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Indicadores de Qualidade da Educação Superior**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/indicadores-de-qualidade-da-educacao-superior>. Acesso em: 04 de maio de 2021.

KAMASSURY, Jorge K. S.; DUARTE, W. G.; ROMANO, Marcel A. de A.; BATISTA, Jussara V. S.; FURTADO NETO Alírio T. Engenharia Física: inovação, formação generalista e os desafios no cenário amazônico. In: XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2017, Joinville. **Anais [...]**. Joinville: ABENGE, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325131405_Engenharia_Fisica_inovacao_formacao_generalista_e_os_desafios_no_cenario_amazonico/link/5afa23bfaca272e73029b15a/download

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **Sistema e-MEC**. Disponível em: <https://emec.mec.gov.br/>. Acesso em: 10 de abr. de 2021.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 6. Ed. Rio de Janeiro: LTC. 2016.

NASSAR, Antonio. B.; SOBRINHO, Carlos L. da S. S.; ALMEIDA, José F; BASSALO, José M. F. de SOUZA, Nelson P. C. Uma engenharia para a Amazônia. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2008, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: ABENGE, 2008.

PÓVOA, José M.; ARAÚJO-MOREIRA., Fernando M. A. Engenharia Física na inovação tecnológica regional. In: XXXI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2003, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ABENGE, 2003.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FÍSICA. Disponível em: <http://www.ppengfis.ufrpe.br/>. Acesso em: 19 de abr. de 2021.

ST. JOHN, R. M. Engineering physics: a unique field. **The Physics Teacher**, v. 14, p. 486, 1976. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.2339465>. Acesso em: 04 de maio de 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Física**. Disponível em: <https://www1.ufrgs.br/RepositorioDigitalAbreArquivo.php?5612403841AA&115>. Acesso em: 20 de abr. de 2022.

Artigo

COMPARTILHAMENTO EM POSTES DE REDES URBANAS: PROPOSTA PARA PROVER UMA ESTRUTURA TECNOLÓGICA

Érika Esteves Lasmar¹
Claudia Deslandes de Figueiredo²
Alfredo Marques³
Maria Consuelita Oliveira⁴

¹Engenheira eletricista, mestre e doutoranda em Intervenções e Incêndios em Patrimônio Cultural Edificado, proprietária da Esteves Lasmar Engenharia, especializada em projetos elétricos e de telecomunicações, diretora de Operações da ENGELOOP, membro da Associação Brasileira de Instalações Prediais e da Associação Mineira de Engenharia de Incêndio. Co-fundadora do Instituto FLAMA para estudos de Desastres Naturais e Incêndios e integrante do Grupo de Pesquisa IGNIS da UFMG.

²Engenheira eletricista com MBA BIM Manager e pós-graduação em Comunicação de Dados. Proprietária da Deslandes Engenharia, especializada em projetos elétricos e de telecomunicações, professora de Instalações Elétricas, idealizadora do Café Elétrico. Vice-presidente da Associação Brasileira dos Engenheiros Eletricistas de Minas Gerais.

³Engenheiro eletricista, pós-graduado em Análise de Sistemas e Processamento de Dados, Engenharia de Qualidade e Produtividade e Gestão Empresarial. Frequentou o curso de Altos Estudos Estratégicos da Fundação João Pinheiro (2005). Membro do Conselho Diretor do Cefet-MG e da Comissão de Energia e Mudanças Climáticas do Copam. Diretor de Relações Institucionais da Ass. Brasileira de Engenheiros Eletricistas.

⁴Engenheira civil e pós-graduada em Engenharia Sanitária e Engenharia de Construção Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais. Engenheira da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, Conselheira do Conselho Municipal de Política Urbana e membro da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária.

RESUMO

O direito à cidade sustentável e a espacialidade de elementos de infraestrutura urbanos colocam em destaque serviços públicos de interesse da sociedade, como energia elétrica e telecomunicações. O presente artigo destaca, inicialmente, um fato muito comum nas cidades brasileiras que é o compartilhamento dos postes de energia elétrica com os cabos e equipamentos de telecomunicações, quase sempre dando origem a uma ocupação desordenada e sem a obediência às normas técnicas vigentes. Num segundo momento, busca esclarecer os conflitos e negociações que envolvem a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), as normas pertinentes e a competência de atuação do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (CREA-MG). Exemplifica cidades que trabalham em conjunto (prefeituras, concessionária de energia, empresas de telecomunicações) buscando soluções diversas, enfrentando o desafio da retirada dos cabos mortos, ou seja, dos cabos que já não são mais utilizados. O artigo é concluído de maneira a proporcionar uma síntese sobre o assunto do compartilhamento para o uso dos postes de luz, tecendo comentários em conformidade com a regulação vigente. O método qualitativo foi utilizado para melhor compreender e conhecer a natureza do problema técnico em estudo. Decidiu-se pela pesquisa explicativa para entender as causas e os efeitos do descumprimento de normas no compartilhamento de postes. Foi utilizada a metodologia de pesquisa bibliográfica para a análise das fontes secundárias obtidas.

Palavras-chave: compartilhamento de postes; regulamentações técnicas; cidades sustentáveis; segurança do trabalho; cidade limpa; turismo.

1 INTRODUÇÃO

Quando falamos de progresso, é preciso verificar se ele realmente produz qualidade na vida humana de maneira geral. É preciso estar atento ao espaço urbano onde transcorre a vida cotidiana de seus habitantes, pois ele influencia nossa maneira de ver a vida, sentir e agir. Vale salientar o entendimento que uma cidade inteligente e sustentável, é aquela que utiliza dispositivos tecnológicos para promover o desenvolvimento urbano sustentável e a melhoria na qualidade de vida de seus habitantes. Neste contexto, os planos diretores estratégicos que promovam o desenvolvimento urbano desejável, cumprindo a função social da propriedade e da cidade, os planos de mobilidade, a energia ou qualquer serviço necessário à vida das pessoas têm como foco a promoção da resiliência urbana e do desenvolvimento equitativo.

Sabe-se que quanto mais os ambientes estejam caóticos, desordenados, inseguros, cheios de poluição visual e acústica, mais difíceis serão os esforços para adaptação a eles. Toda intervenção na paisagem urbana deve considerar que os diferentes elementos do lugar formem um todo, coerente e unificado. Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) elencaram 17 objetivos ambiciosos e interconectados que abordam os principais desafios de desenvolvimento a serem superados pelas cidades e nações, que têm o papel de protagonistas no planejamento e se tornaram a esperança para mitigar os maiores problemas da humanidade. Nesse horizonte de compreensão, surgem demandas de grupos sociais diversos pelo direito à cidade sustentável, de modo a consolidar as justas reivindicações por novas formas de construção e de vivência no espaço urbano.

Seguindo a lógica do direito à cidade sustentável e da espacialidade de elementos urbanos, colocam-se em destaque serviços públicos de interesse da sociedade, como energia elétrica e telecomunicações. Desta forma, destaca-se o lançamento dos cabos necessários à prestação dos serviços de telefonia fixa, TV a cabo, internet, entre outros, que são essenciais à qualidade de vida nos centros urbanos e rurais, ao funcionamento de indústrias, empresas, governos, ao desenvolvimento pessoal, social, econômico, cultural, político e à inclusão digital como um dos pressupostos para o exercício da cidadania.

Fato muito comum nas cidades brasileiras é o compartilhamento dos postes de energia elétrica com os cabos

e equipamentos de telecomunicações, originando uma ocupação desordenada, muitas vezes clandestina, sem a devida obediência às normas técnicas vigentes. Urti (2021) afirma que a ocupação irregular dos postes de luz decorre especialmente do fato de que as prestadoras de serviços de telecomunicações, historicamente, utilizaram pontos de fixação em postes de luz para a arquitetura de suas redes, sem que observassem nenhuma das formalidades previstas, até a edição da Resolução Conjunta 01/1999.

Atualmente, embora haja legislações promulgadas tendo em vista melhor gestão no compartilhamento dos postes entre energia elétrica e telecomunicações, a situação ainda merece a atenção da ANEEL, ANATEL e uma importante participação do CREA.

A Consulta Pública para a revisão da Regulamentação de Compartilhamento de Postes de Energia Elétrica por Prestadores de Serviços de Telecomunicações, ANEEL e ANATEL, de 26 de setembro de 2018, mostrou o comportamento de indivíduos e instituições que agem de forma independente, muito mais preocupados com seus próprios interesses, em contrariedade com os interesses comuns e normas vigentes.

Trazendo à luz a demanda do direito de cidadãos e cidadãs à cidade sustentável e reconhecendo o papel de relevância do poder público, nas três esferas de poder, e das agências reguladoras para criarem as condições necessárias, pergunta-se: Como deve ser o contexto correto de compartilhamento da infraestrutura entre os setores de energia elétrica e telecomunicações? Como são negociados os conflitos gerados pelo compartilhamento? Qual a competência de atuação do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA para atuar no compartilhamento dos postes?

2 MÉTODO

Fez-se a opção pelo método qualitativo por constituir uma forma adequada para compreender e difundir o conhecimento sobre a natureza do problema técnico em estudo. Decidiu-se pela pesquisa explicativa e bibliográfica para conectar ideias obtidas de fontes secundárias, objetivando explicar as causas e os efeitos do descumprimento de normas no compartilhamento de postes pela rede de energia elétrica e de telecomunicações. Num segundo momento, buscou-se esclarecer a importância de apoiar-se na legislação e na aplicação correta das normas regulamentadoras para esclarecer os conflitos e negociações tendo em vista a implantação das boas práticas de engenharia.

3 RESULTADOS

Com o aumento das demandas tecnológicas, as normas e códigos têm sido infringidos com as intervenções efetuadas nos centros urbanos, afetando a segurança das pessoas e contribuindo para uma crescente poluição visual nas cidades. Os serviços de telecomunicações, há tempos, vêm obtendo adesão cada vez maior de clientes.

Programas de inclusão digital e democratização do acesso à internet, especialmente ampliados com o trabalho em *home office*, movimentam o mercado de prestadoras destes serviços, que, por consequência, têm a manutenção e os acréscimos da rede de telecomunicações bastante solicitados.

¹ “Quanto à quinta geração de comunicações móveis, para além do simples aumento das velocidades oferecidas por suas antecessoras, o 5G se pretende a uma oferta realmente massiva de comunicações de altíssima confiabilidade, de baixa latência, inclusive e especialmente entre máquinas. (...) Mas tão importante quanto o aumento da capacidade espectral é o movimento de fortalecimento e adensamento das redes para aprimorar a capacidade de processamento e permitir o escoamento desse volume de tráfego gerado. (...) Também por essa vertente o poste se revela fundamental, sendo provavelmente a principal infraestrutura candidata à sustentação aérea dos elementos irradiantes dessas *small cells* 5G.” Consulta Pública para análise de Impacto Regulatório, 2018.

Com a mudança do consumo de voz para dados, a rede de fibra óptica passou a ser mais utilizada pela sua resistência e a capacidade de aumentar a velocidade da transmissão de dados¹. Com o acesso à fibra óptica, o número de usuários pôde ser ampliado. O cabo óptico tem todo um processo correto de manuseio e operação e, por outro lado, o seu uso inadequado pode causar danos a ele, acabando por prejudicar o seu desempenho final.

A demanda de espaço nos postes é crescente, portanto, torna-se necessária e urgente a organização dos cabos e o devido respeito às normas e legislações pertinentes. Marcius Vitale (2019; p. 07) cita que “os postes das grandes cidades suportam hoje redes de TV a cabo, de cabos metálicos e ópticos de operadoras e provedores de internet, redes primárias e secundárias de energia, transformadores, braços de iluminação pública, amplificadores e dispositivos (armários de distribuição aéreos, caixas de emenda óptica e reservas técnicas)”. As caixas de emendas são mais um equipamento fixado suspenso nos postes.

Analisando Belo Horizonte, ao caminhar por ruas do Centro e de vários bairros, o que se vê é um emaranhado desordenado de cabos nos postes, sem a instalação técnica adequada. Aqueles que não estão em uso - “cabos mortos” – ficam soltos, pendurados nas redes de telecomunicações, comprometendo as distâncias mínimas entre a rede elétrica e de telecomunicações e as condições de altura de cabos em relação ao solo (ver Foto 1), que devem ser respeitadas. Além disso, ocupam os espaços que seriam necessários para os novos cabos e equipamentos. Vale salientar que existem também vários tipos de postes e que nem sempre são respeitadas as cargas de ruptura. Estas podem provocar o colapso do poste, seja por ter ultrapassado o limite plástico da armadura ou por esmagamento do concreto.

Foto 1 – Cabos “mortos”, soltos e emendas irregulares em Contagem – Minas Gerais



Fonte: Fotografia do autor (07/12/2021)

Assim, o compartilhamento de postes nas condições em que se apresentam atualmente, chama a atenção para a segurança dos trabalhadores e transeuntes, dos veículos em movimento, impactando negativamente o visual da cidade. Nem sempre a atividade de instalação ou manutenção das redes que atendem as telecomunicações é realizada observando as normas técnicas de trabalho em altura e, em especial, os cabos energizados. Situações como ventos e chuvas fortes, que provocam o deslocamento da rede; caminhões que passam pelas ruas e se entrelaçam nos cabos cuja altura não está conforme as normas; insegurança dos técnicos de telecomunicações e TV a cabo no trabalho próximo a rede elétrica, levando a acidentes de choque, muitas vezes causadores de morte, entre outros exemplos. Para mitigar tais problemas, devem ser adotadas medidas técnicas legais.

Anualmente, a Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL) divulga o Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica. O Anuário de 2017 fez um resumo do número de mortes por choque elétrico por tipo de ocupação, entre o período de 2013 a 2016, registrando, para os instaladores de TV a cabo/ telefonia, a sequência anual de números de mortes, respectivamente: 8, 13, 4 e 7. No Anuário de 2019, com a base de dados de 2018, choques elétricos por tipo de ocupação para a categoria instalador de TV a cabo/telefonia/fachadas, registrou um total de 23 acidentes, sendo 13 fatais. Já no Anuário de 2021, lançado em março deste ano, cuja base de dados é de 2020, registra 21 choques fatais em um total de 34, nos quais o instalador de TV a cabo/telefonia entre outros é vítima de choque elétrico em sua função laboral. Os números vêm crescendo e a ABRACOPEL (2021) alerta que os dados apresentados são apenas uma versão parcial da gravidade dos problemas, pois muitos dos casos não são reportados ou divulgados.

4 DISCUSSÃO

A ANEEL e a ANATEL permitem o compartilhamento dos postes entre distribuidoras de energia elétrica e prestadoras de serviços de telecomunicações e estabelecem regras para uso e ocupação dos pontos de fixação. A Lei Geral das Telecomunicações (LGT), institucionalizada pela lei n.º 9.472 (BRASIL, 1997), concede às empresas de telecomunicações o direito de uso compartilhado da infraestrutura de postes. Chama a atenção, entretanto, para o atendimento das normas de engenharia e das leis das cidades e dos estados, conforme os artigos:

“Art. 73. As prestadoras de serviços de telecomunicações de interesse coletivo terão direito à utilização de postes, dutos, condutos e servidões pertencentes ou controlados por prestadora de serviços de telecomunicações ou de outros serviços de interesse público, de forma não discriminatória e a preços e condições justos e razoáveis.

Parágrafo único. Caberá ao órgão regulador do cessionário dos meios a serem utilizados definir as condições para adequado atendimento do disposto no *caput*.

Art.74. A concessão, permissão ou autorização de serviço de telecomunicações não isenta a prestadora do atendimento às normas de engenharia e às leis municipais, estaduais ou distritais relativas à construção civil.” (BRASIL, 1997)

Sendo promulgada a LGT, a ANEEL e a ANATEL procuraram avaliar os resultados por meio da Resolução Conjunta 01/1999 e, posteriormente, da Resolução Conjunta 04/2014. Por mais que à época da última revisão já houvesse sido observada a adoção de medidas preconizadas na primeira, havia ainda uma insuficiência no cumprimento das recomendações e normas estabelecidas. Entre outros aspectos levantados, conforme descreve Urti (2021):

“O marco regulatório não foi capaz de acomodar algumas externalidades negativas advindas do compartilhamento dos Postes de Luz. Isto porque o fenômeno se desenvolveu de forma desordenada, o que resultou na sobrecarga de determinadas infraestruturas, localizadas em perímetro de interesse das prestadoras de serviços de Telecomunicações, enquanto paralelamente há infraestruturas ociosas, especialmente aquelas localizadas geograficamente em áreas distantes dos centros urbanos (...)”. (URTI, 2021)

Urti (2021) completa o raciocínio afirmando que a procura, por parte das prestadoras de telecomunicações, por postes para a fixação de suas redes é mais intensa em 20% (vinte por cento) dos municípios brasileiros, os quais concentram 47% (quarenta e sete por cento) dos postes.

A Resolução Normativa da ANEEL n.º 797, de 12 de dezembro de 2017, permite que as distribuidoras de energia retirem dos postes os cabos e equipamentos dos provedores de internet, desde que identifiquem quaisquer irregularidades.

2 Revisão da regulamentação de Compartilhamento de Postes de Energia Elétrica por Prestadores de Serviços de Telecomunicações, ANEEL e ANATEL, de 26/09/2018.

No § 3º do Art.6º consta que: “Os projetos técnicos e/ou execução das obras necessárias para o compartilhamento de infraestrutura devem ser previamente aprovados pelo detentor, sendo vedada a ocupação de pontos de fixação em postes e de outras infraestruturas à revelia do detentor.” (BRASIL, 2017). A mesma normativa preocupa-se em chamar a atenção para a segurança das instalações, em especial no Art.7º:

“O compartilhamento de infraestrutura não deve comprometer a segurança de pessoas e instalações, os níveis de qualidade e a continuidade da prestação dos serviços outorgados aos Detentores.” (BRASIL, 2017).

O § 1º do mesmo artigo adverte que “O Detentor zele para que o compartilhamento de infraestrutura se mantenha regular às normas técnicas e regulamentares aplicáveis”.

O embate na relação destes dois grupos de agentes prestadores de serviços - telecomunicações e distribuidores de energia elétrica - fica então bem marcado na publicação da Consulta Pública para análise de Impacto Regulatório², com o conceito de “tragédia dos comuns” no qual os indivíduos agem de forma independente e racionalmente de acordo com seus próprios interesses, comportando-se em contrariedade aos melhores interesses de uma comunidade, esgotando algum recurso comum.

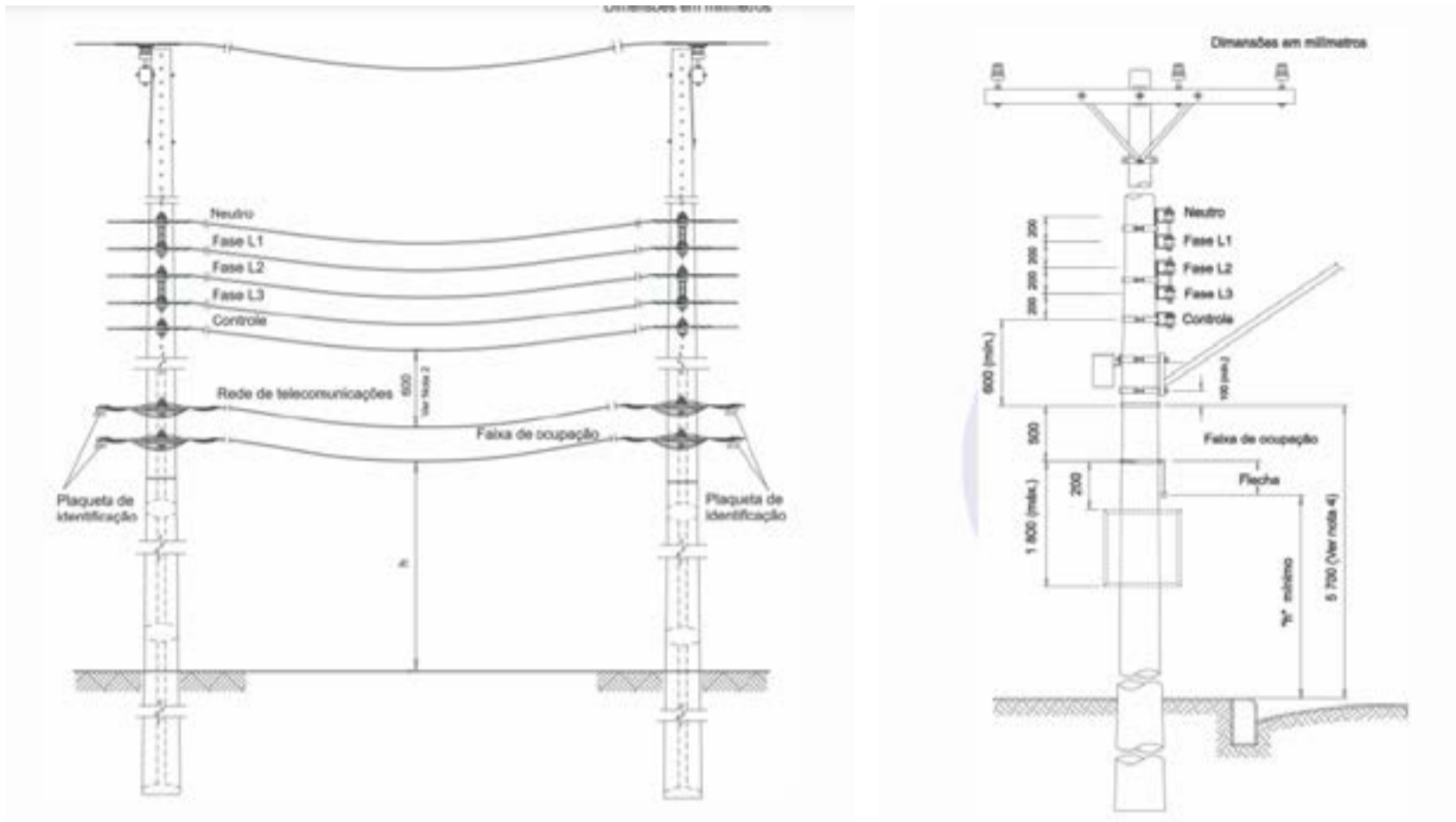
Para o assunto específico de compartilhamento de postes, a maioria das concessionárias cita a ABNT/NBR 15.214:2005 - Rede de distribuição de energia elétrica - Compartilhamento de infraestrutura com redes de telecomunicações, que regulamenta os procedimentos e estabelece os requisitos técnicos. Sua aplicabilidade refere-se às ocupações de infraestrutura das redes de distribuição de energia elétrica, aéreas e subterrâneas, em tensões até 34,5 kV, nas áreas urbanas e rurais, por redes de telecomunicações.

A norma disponibiliza por volta de 5 faixas, com 10 cm cada uma, para serem utilizadas para a passagem dos cabos ópticos ou dos de telefonia. Cada provedor deve utilizar apenas uma faixa, além disso, deve garantir que não haja o cruzamento dos cabos, o que dificultaria a instalação e manutenção. A norma também avalia o diâmetro total dos cabos, peso máximo, lado correto de instalação no poste, identificação da rede com plaquetas de cuidado com o cabo óptico, entre outras. Estabelece ainda critérios para as caixas de emendas ou reservas técnicas de cabos para caixas subterrâneas.

O item 4.3 da ABNT/NBR 15.214:2005 cita que o projeto de compartilhamento é necessário: “não dispensa o ocupante da responsabilidade quanto aos aspectos técnicos que envolvam a instalação da rede e equipamentos de telecomunicações, tais como: projeto, construção, qualidade dos serviços e dos materiais empregados.”

No item 4.4, chama a atenção para as condições estabelecidas na Norma Regulamentadora n.º 10 (NR-10) e outras aplicáveis, que fixam condições mínimas exigíveis para garantir a segurança dos trabalhadores que exercem funções nas instalações elétricas ou próximas a elas e também de usuários e terceiros. Ainda de acordo com a ABNT/NBR 15.214:2005, as instalações devem atender às distâncias mínimas respeitadas entre os cabos de elétrica, os de telecomunicações e a distância deles ao solo, conforme modelo da Figura 1.

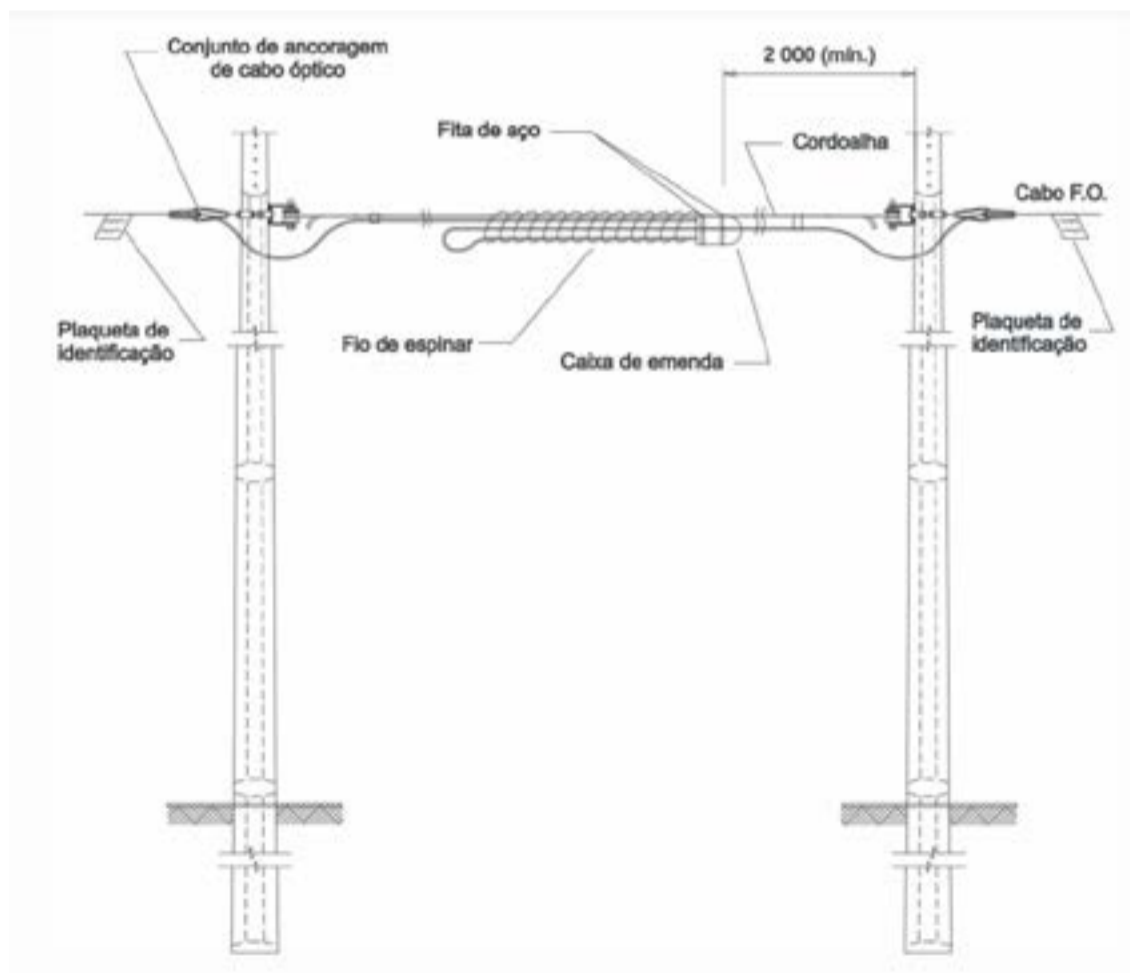
Figura 1 – Modelo de instalações em poste



Fonte: ABNT/NBR 15.214:2005

As caixas de emendas de fibras devem ser instaladas conforme o exemplo da norma na Figura 2.

Figura 2 – Modelo de instalação de caixa de emenda em poste



Fonte: ABNT/NBR 15.214:2005

Observando a Figura 2, nota-se que as caixas de emendas ocupam espaços intermediários entre os postes, o que não acontece nas ruas, desobedecendo a norma e sobrecarregando-os ainda mais, podendo levá-los ao stress máximo provocando a sua ruptura.

O levantamento de informações exposto acima, embora resumidamente, demonstra que as regras existem majoritariamente, em forma de normas e regulamentações. Por isso, ressalta-se a importância do cumprimento delas, além da fiscalização e da inspeção adequadas.

As empresas de telecomunicações são as responsáveis pela instalação, manutenção e retirada de seus cabos e equipamentos dos postes. Suspeita-se que existam dificuldades para se retirar os “cabos mortos”; a mobilização de equipe e a destinação de cabos ópticos estão entre os mais complicados. Tais empresas investem altas cifras e perdem-se na escala de seus próprios negócios. Pode-se perguntar: se a manutenção e a organização dos postes são itens importantes, como têm sido negligenciados por tanto tempo? Qual a competência do CREA-MG para atuar no compartilhamento dos postes?

O CREA é uma autarquia pública federal e comum a todos os estados brasileiros e constitui a manifestação regional do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA). No caso do compartilhamento dos postes, compete-lhe a verificação e a fiscalização do exercício profissional dos colaboradores das concessionárias de energia e dos provedores de internet e TV à cabo, visando à prática da boa engenharia e ao respeito às normas e legislações vigentes, garantindo um serviço eficaz para toda a sociedade. Para os engenheiros, é fundamental buscar soluções e, as questões citadas, são um grande desafio. Praticar a boa engenharia e cumprir as normas técnicas é sempre o primeiro passo.

Transferir a rede aérea para subterrânea poderia ser uma solução para as cidades brasileiras, porém o custo do serviço é alto. De acordo com Ling (2019), no site Caos Planejado, o custo é de aproximadamente R\$10 milhões por quilômetro. Entretanto, faz-se necessário abrir e manter um cronograma de limpeza dos postes. Outra solução bastante viável e prática é o compartilhamento de cabos e equipamentos entre as próprias empresas de telecomunicações.

O Tokyo Metropolitan Government (2016; p. 04), lançou o programa “New Tokyo. New Tomorrow. The Action Plan for 2020”. Tóquio trabalhou sob as perspectivas de “Safe City, Diverse City and Smart City”. A cidade que possui uma das melhores performances urbanas do mundo, teve, até 2020, 7% das ruas com fios subterrâneos. O fato é que Tóquio tem planos de avançar neste projeto de forma a obter todos os postes de luz com cabeamentos subterrâneos, o que é incentivado não somente pela questão visual, mas também como defesa contra os transtornos causados pelos eventos climáticos extremos comuns em sua região - tufões.

O Sindicato dos Engenheiros no Estado de São Paulo (SEESP), 2019, publicou os resultados da estratégia de diálogo utilizada pela Comissão de Infraestrutura Aérea Urbana (COINFRA), na cidade de Bauru, na qual a concessionária de energia e as empresas de telecomunicações e internet comprometeram-se a retirar os “cabos mortos”. Até 2019, haviam sido retirados 1.500 quilômetros deles, o que equivale a 34 toneladas de fios. O cronograma estendeu-se até 2020 e o projeto de limpeza da cidade, até essa data, foi muito bem sucedido.

Em agosto de 2021, a Prefeitura de Curitiba e a Companhia Paranaense de Energia (COPEL), resolveram trabalhar em conjunto na organização de fios e cabos aéreos instalados nos postes da cidade. A iniciativa partiu da Prefeitura de Curitiba, a partir de um levantamento de postes com fiação solta pela cidade, que foi apresentado à diretoria da COPEL que se preparou para cumprir a tarefa com uma nova estrutura interna de acompanhamento. A prefeitura priorizou a parte histórica da cidade, que se destaca pela conservação de arte e monumentos históricos, gerando renda nas atividades turísticas, para a realização do trabalho.

No estado de Minas Gerais, o turismo é um importante setor de atividade econômica. A limpeza, segurança e organização das ruas das cidades mineiras são consideradas essenciais para a atração de turistas, com valorização e promoção do patrimônio cultural. No início de 2021, a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) firmou um Acordo de Parceria Técnica com a Secretaria de Estado de Cultura e Turismo de Minas Gerais (SECULT) e com o Instituto Estadual de Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA-MG), para operacionalizar o programa Luz no Patrimônio. O projeto tem como objetivo a conversão das redes aéreas de iluminação pública em subterrâneas de distribuição de energia nas cidades históricas de Minas Gerais. Além desta iniciativa, há o objetivo de realçar os bens protegidos com iluminação cênica.

De acordo com as informações da SECULT, as cidades de Catas Altas e Mariana serão os primeiros municípios a receberem a requalificação dos núcleos históricos através de medidas compensatórias por meio de termos firmados entre o Instituto Estadual de Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais - IEPHA-MG e a empresa Vale S.A.

“O Programa Luz no Patrimônio é composto por duas ações. Uma delas atuará na iluminação monumental em edifícios tombados, focando-se na primeira fase em edificações dos quatro conjuntos reconhecidos como patrimônio histórico mundial pela Unesco: Ouro Preto, Centro Histórico de Diamantina, o Santuário de Bom Jesus de Matosinhos, em Congonhas, e o Conjunto Moderno da Pampulha, em Belo Horizonte. Pretende-se que estes projetos equacionem tanto as questões técnicas pertinentes às diretrizes de preservação dos edifícios como as demandas atuais de sustentabilidade e manutenção de equipamentos através das novas tecnologias como a utilização de energia renovável.” (SECULT, 2021)

A revitalização da rede urbana das cidades históricas mineiras também será estendida para as empresas de telecomunicações que atuam nas cidades escolhidas. O projeto abrange aproximadamente 40 cidades de relevância histórica e fará uma atualização na tecnologia dos equipamentos, nas implantações, tornando-os mais adequados e seguros.

Invocando neste contexto as informações deste artigo e relacionando-as com a discussão e os exemplos mencionados sobre as tecnologias aplicadas nas telecomunicações, pode-se deduzir a importância do fortalecimento e do adensamento das redes de quinta geração de comunicações móveis, o 5G, para aprimorar a capacidade de processamento e permitir o escoamento do volume de tráfego a ser gerado. Em vista disto, o poste revela-se fundamental, sendo provavelmente, uma das infraestruturas candidata à sustentação aérea dos elementos das *small cells* 5G.

Segundo o site Politize, em maio de 2021, a ANATEL enviou uma carta aberta aos prefeitos e vereadores para que analisassem as normas municipais a fim de evitarem obstáculos à implantação da infraestrutura 5G. O tema já está em debate em alguns municípios: no Rio de Janeiro, no Projeto de Lei Complementar n.º 19/2021; em São Paulo, no Decreto n.º 59.682/2020; e, em Belo Horizonte, está em tramitação na Câmara Municipal o Projeto de Lei n.º 851/2019.

Em novembro de 2021, terminou o leilão para exploração e oferta do 5G no Brasil. Com isso, foram definidas as empresas responsáveis pela internet móvel de última geração a partir de 2022. Espera-se que essa revolução digital construa uma sociedade conectada, colaborativa, capaz de transformar para melhor as relações entre os cidadãos. Constrói-se por pessoas e para pessoas, a visão de uma *smart city* que considere suas características históricas e identitárias, permitindo à cidade ser considerada inteligente.

Conforme escreveu Cunha (2016; p. 11), referindo-se à implantação de uma *smart city*: “Cada cidade deve definir sua própria visão e o ritmo de evolução até a gestão inteligente. No entanto, para alcançar um avanço efetivo é imprescindível a liderança dos municípios, e um trabalho conjunto com as demais esferas da administração pública, com as empresas, as universidades e com os cidadãos”.

5 CONCLUSÃO

O artigo ressaltou a preocupação com as intervenções no espaço urbano onde transcorrem os impactos causados por decisões estatais e do setor privado, afetando a vida cotidiana dos habitantes no seu direito de viver em uma cidade sustentável; contemplou análises de aspectos regulatórios dos serviços públicos de interesse da sociedade, essenciais à qualidade de vida nos centros urbanos e rurais, ao funcionamento da economia e à inclusão digital como um dos pressupostos de cidadania.

O destaque foi dado ao compartilhamento dos postes de energia elétrica com telecomunicações, cabendo a esta última o lançamento dos cabos necessários à prestação dos serviços de telefonia fixa, TV a cabo, internet, entre outros. Estes setores passaram por grandes mudanças devido à necessidade de atrair investimentos modernizadores, capazes de diversificar os serviços prestados no atendimento à população.

Para gerir as condições de compartilhamento dos postes de energia elétrica, a exigência de remuneração para o aluguel das infraestruturas e demais regras para uso e ocupação dos pontos de fixação, foram citadas leis como: Lei Geral das Telecomunicações n.º 9.472/1997; Resoluções Conjuntas n.º 001/1999 (ANEEL, ANATEL e ANP) e 004/2014 (ANEEL e ANATEL); Resolução Normativa da ANEEL n.º 797, 2017. Fez-se o destaque para a importante norma ABNT/NBR 15214:2005 - Rede de distribuição de energia elétrica – Compartilhamento de infraestrutura com redes de telecomunicações – que regulamenta os procedimentos e estabelece os requisitos técnicos.

O que existe hoje, em termos de legislação e normatização para atuar na questão do compartilhamento, não tem se mostrado suficiente para dirimir conflitos que surgem, sobretudo no que se refere ao preço justo determinado pela Lei n.º 9.472/1997.

O artigo se referiu aos “cabos mortos” que, pendurados na rede, comprometem as distâncias mínimas entre a rede elétrica e a de telecomunicações e entre estas e o solo. Além disso, ocupam os espaços que seriam necessários para novos cabos e equipamentos. Envolvem também a segurança para a população em geral, uma vez que o uso desordenado e fora dos padrões técnicos apresenta risco aos pedestres e aos bens móveis e imóveis, em virtude do excesso de carga nas estruturas.

Deduziu-se que nem sempre a instalação ou manutenção das redes que atendem as telecomunicações é realizada nas mais seguras situações, pois trata-se do trabalho em altura em contato com cabos energizados.

Completou-se a argumentação concluindo que, mesmo com os regramentos promulgados e publicados para o uso compartilhado dos postes, este é feito de forma desordenada e, muitas vezes, clandestina. Neste contexto, fez-se um destaque para o CREA, esclarecendo sua competência de atuação no assunto em pauta, de forma a ressaltar a importância da atividade no preenchimento de uma lacuna existente no conflito do compartilhamento de postes.

Concluiu-se que o turismo em Minas Gerais, um dos pilares do desenvolvimento econômico do estado, com foco nas atrações históricas, naturais e culturais, tem na limpeza e na organização das vias urbanas um importante fator de acolhimento ao turista.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO PARA OS PERIGOS DA ELETRICIDADE (ABRACOPEL). **Estatísticas**. Disponível em: <https://abracopel.org/estatisticas>. Acesso em: 12 nov. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15.214**: Rede de distribuição de energia elétrica - Compartilhamento de infraestrutura com redes de telecomunicações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa n.º 797/2017**, de 12 de dezembro de 2017. Dispõe sobre Regulamento Conjunto para Compartilhamento de Infraestrutura entre os Setores de Energia Elétrica, Telecomunicações e Petróleo. Brasil. Disponível em : https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/1120305/do1-2017-12-19-resolucao-normativa-n-797-de-12-de-dezembro-de-2017-1120301-1120301. Acesso em 12 nov. 2021.

BRASIL. ANEEL/ANATEL/ANP. **Resolução Conjunta n.º 01/1999**, de 24 de novembro de 1999. Aprova o Regulamento Conjunto para Compartilhamento de Infraestrutura entre os Setores de Energia Elétrica, Telecomunicações e Petróleo. Brasil. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=96802>. Acesso em: 10 nov. 2021.

BRASIL. ANEEL/ANATEL. **Resolução Conjunta n.º 04/2014**, de 16 de dezembro de 2014. Aprova o preço de referência para o compartilhamento de postes entre distribuidoras de energia elétrica e prestadoras de serviços de telecomunicações, a ser utilizado nos processos de resolução de conflitos, e estabelece regras para uso e ocupação dos Pontos de Fixação. Brasil. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=279489>. Acesso em: 10 nov. 2021.

BRASIL. **Lei n.º 9.472**, de 16 de julho de 1997. Dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a criação e funcionamento de um órgão regulador e outros aspectos institucionais, nos termos da Emenda Constitucional n.º 8, de 1995. Disponível em: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/103340/lei-geral-de-telecomunicacoes-lei-9472-97>. Acesso em: 10 nov. 2021.

BRASIL. **NR-10** – Norma Regulamentadora para Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Ministério do Trabalho e Emprego, 2004. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-10.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2021.

LING, A. Especial Tóquio - O que Tóquio pode ensinar para as cidades brasileiras. **Caos Planejado**. Disponível em: <https://caosplanejado.com/especial-toquio-o-que-toquio-pode-ensinar-para-o-urbanismo-brasileiro/>, 2019. Acesso em: 18 dez. 2021.

TOKIO METROPOLITAN GOVERNMENT. **New Tokyo. New Tomorrow**. The Action Plan for 2020. Tóquio, 2016. Disponível em https://www.metro.tokyo.lg.jp/english/about/plan/documents/pocket_english.pdf. Acesso em: 18 dez. 2021.

CUNHA, M. A.; PRZEYBILOVICZ, E.; MACAYA, J. F. M.; BURGOS, F. **Smart Cities: Transformação digital de cidades**. São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania - PGPC, 2016.

RADAR GOVERNAMENTAL. Como está a regulamentação do 5G no Brasil?. **Politize**. Disponível em: <https://www.politize.com.br/como-esta-a-regulamentacao-do-5g-no-brasil/>. Acesso em: 22 dez. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DE CULTURA E TURISMO DE MINAS GERAIS (SECULT). Governo de Minas Gerais lança o programa Luz no Patrimônio. **Página institucional**. 2021. Disponível em: <https://www.secult.mg.gov.br/noticias-artigos/6737-governo-de-minas-gerais-lanca-o-programa-luz-no-patrimonio>. Acesso em: 14 dez. 2021.

SINDICATO DOS ENGENHEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. A questão dos postes. **Página institucional**. Disponível em: <https://www.seesp.org.br/site/index.php/comunicacao/noticias/item/18678-a-questao-dos-postes>. 2019. Acesso em: 14 dez. 2021.

VITALE, M. A questão dos postes. **Revista Painel da Associação de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Ribeirão Preto (EAARP)**, Ano XII, no.294, set. 2019. Disponível em: <https://www.aearp.org.br/#gsc.tab=0>. Acesso em: 14 dez. 2021.

URTI, M. S. O compartilhamento de postes de luz pelas distribuidoras de energia elétrica e as prestadoras de serviços de telecomunicações. **Revista Jurídica Luso-Brasileira - RJLB**, Ano 7, 2021, nº 4. Lisboa: Centro de Investigação de Direito Privado da Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa (CIDP), 2021. Disponível em: idp.pt/revistas/rjlb/2021/4/2021_04_1307_1351.pdf. Acesso em: 10 nov. 2021.



55

Artigo

TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA PASSIVA COMO FERRAMENTA DE INSPEÇÃO EM UMA IGREJA TOMBADA BRASILEIRA

Cynara Fiedler Bremer¹

Gláucia Nolasco de Almeida Mello²

Hebert Soares Júnior³

¹ Engenheira Civil, Professora na Escola de Arquitetura da UFMG, cynarafiedlerbremer@ufmg.br

² Engenheira Civil, Professora na PUC Minas, gnamello@pucminas.br

³ Arquiteto e Urbanista, Arquiteto na Arquidiocese de Belo Horizonte, inventario@pucminas.br

RESUMO

O objeto de estudo aqui apresentado foi a Capela de Sant'Ana do Arraial Velho, localizada em Sabará, cidade da Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG, cuja construção ocorreu em meados do século XVIII. A capela está implantada em adro circundado por muro de pedra, com uma sineira de madeira separada do corpo principal, e apresenta partido comum às igrejas do mesmo período, contendo corpo longitudinal dividido em nave e capela-mor, e sacristia lateral a esta última. O imóvel possui proteção por tombamento federal, instituído em 09 de maio de 1950, e pela municipalidade, em 10 de abril de 2002. Neste trabalho são abordados aspectos importantes a serem observados quando da utilização da termografia como ensaio não destrutivo aplicado em construções patrimoniadas. A termografia infravermelha pode ter auxílio de uma fonte de calor externa (neste caso, chamada de termografia ativa) ou somente contar com o calor do sol (termografia passiva). A técnica de termografia passiva se mostrou uma aliada à etapa de inspeção visual para a detecção de elementos ocultos e também de manifestações patológicas nesta capela.

Palavras-chave: patrimônio histórico; manifestações patológicas; ensaios não destrutivos; termografia.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o inventário da Capela de Santana do Arraial Velho, elaborado pela equipe técnica do Memorial da Arquidiocese de Belo Horizonte/inventário do Patrimônio Cultural no ano de 2017, a construção da capela ocorreu em meados do século XVIII. A estrutura de alvenaria de pedra é integralmente rebocada na parte externa, entretanto, no lado interno o reboco é inexistente na nave, onde se revela o emprego da pedra de canga e a estrutura do telhado sem o forro. Na decoração, se destaca o retábulo-mor de estilo joanino, as peças de imaginária, além de um lavabo simplificado em pedra, disposto na parede do fundo da sacristia. A capela, protegida por tombamento federal desde 1950, sofreu intervenções registradas nas décadas de 1940, 1950, 1960, 1970 e ainda entre 2004 e 2005, e 2017 e 2018. Os principais trabalhos se concentraram na reconstrução parcial do arco-cruzeiro para baixo, nos anos 1940/50, incluindo as alvenarias, vãos, cobertura, arco-cruzeiro, assoalho, frontispício, muro do adro e nova sineira. Nessa época, registra-se por meio de documentação textual e fotográfica nos arquivos do IPHAN-MG, que o imóvel se encontrava em estado precário, parcialmente arruinado, com espaço útil reduzido à capela-mor e sacristia.

Para a detecção de manifestações patológicas em edifícios, sejam eles novos ou antigos, há vários ensaios a serem realizados, desde aqueles que se utilizam de amostras retiradas dessas construções (ensaios semi-destrutivos ou destrutivos) ou os chamados ensaios não destrutivos (END), aqueles que são realizados sem a coleta de material da superfície ou do objeto analisado. O END mais antigo e também imprescindível nas vistorias é a inspeção visual. Dentre os demais existentes pode-se citar a técnica da termografia infravermelha, que consiste em uma variedade de técnicas utilizadas para visualizar a temperatura na superfície dos objetos e refere-se à imagem de uma distribuição de temperatura de campo completo (BUCUR, 2003).

Neste trabalho, são abordados aspectos importantes a serem observados quando da utilização da termografia como ensaio não destrutivo aplicado em uma edificação religiosa setecentista, na Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG.

1.1 Breve histórico da capela

O mencionado inventário da Capela de Santana informa que a edificação possui planta longitudinal, dividida em duas seções retangulares, de tamanhos diferentes, sendo a maior ocupada pela nave, e a menor pela capela-mor; a sacristia está localizada à esquerda da capela-mor, possuindo menor altura e largura que esta. Todas as fachadas possuem acabamento de caiação branca nas alvenarias, e amarela nos detalhes de embasamento, cunhais e beirais. O entorno é feito com calçada estreita de pedras. Ao adentrar na capela, chega-se diretamente à nave, cujas paredes não possuem revestimento. A cobertura em telhas vãs revela as tesouras do telhado, pintadas em azul claro, e três tirantes de aço que fazem o travamento das paredes laterais. Após a nave, localiza-se o arco cruzeiro em cantaria, com detalhes no embasamento, remate das ombreiras, e chave misulada. De modo geral, a capela preserva a maior parte de suas características originais, mantendo seu acervo de imaginária, parte do mobiliário, o sino de 1759 e o sistema construtivo. Em relação à parte da nave, desde a reconstrução do IPHAN a capela manteve-se sem forro. É possível que anteriormente à sua degradação tenha existido o forro da nave e coro, entretanto, não foram localizados registros de sua existência e formato/ornamentação. Do mesmo modo, as alvenarias internas eram rebocadas, mas optou-se pela retirada do revestimento nos pequenos trechos ainda restantes. Interessante ainda considerar o refazimento da sobreverga da portada, de acordo com desenho elaborado pelo Dr. Lúcio Costa, cuja referência foi o mesmo elemento existente na Igreja de Nossa Senhora do Rosário, em Caeté. É necessário mencionar também que em fotos mostradas pela comunidade, possivelmente da década 1970/80, o piso da nave era revestido em mezanelas, e posteriormente foi substituído em intervenção não identificada (anos 1990/2000?).

A Figura 1 mostra fotos da capela durante a obra do IPHAN e a Figura 2 mostra sua planta e fachada frontal (informações atuais).

Figura 1 – Fotos da capela durante a obra do IPHAN, na década de 1940.



(a)



(b)



(c)



(d)



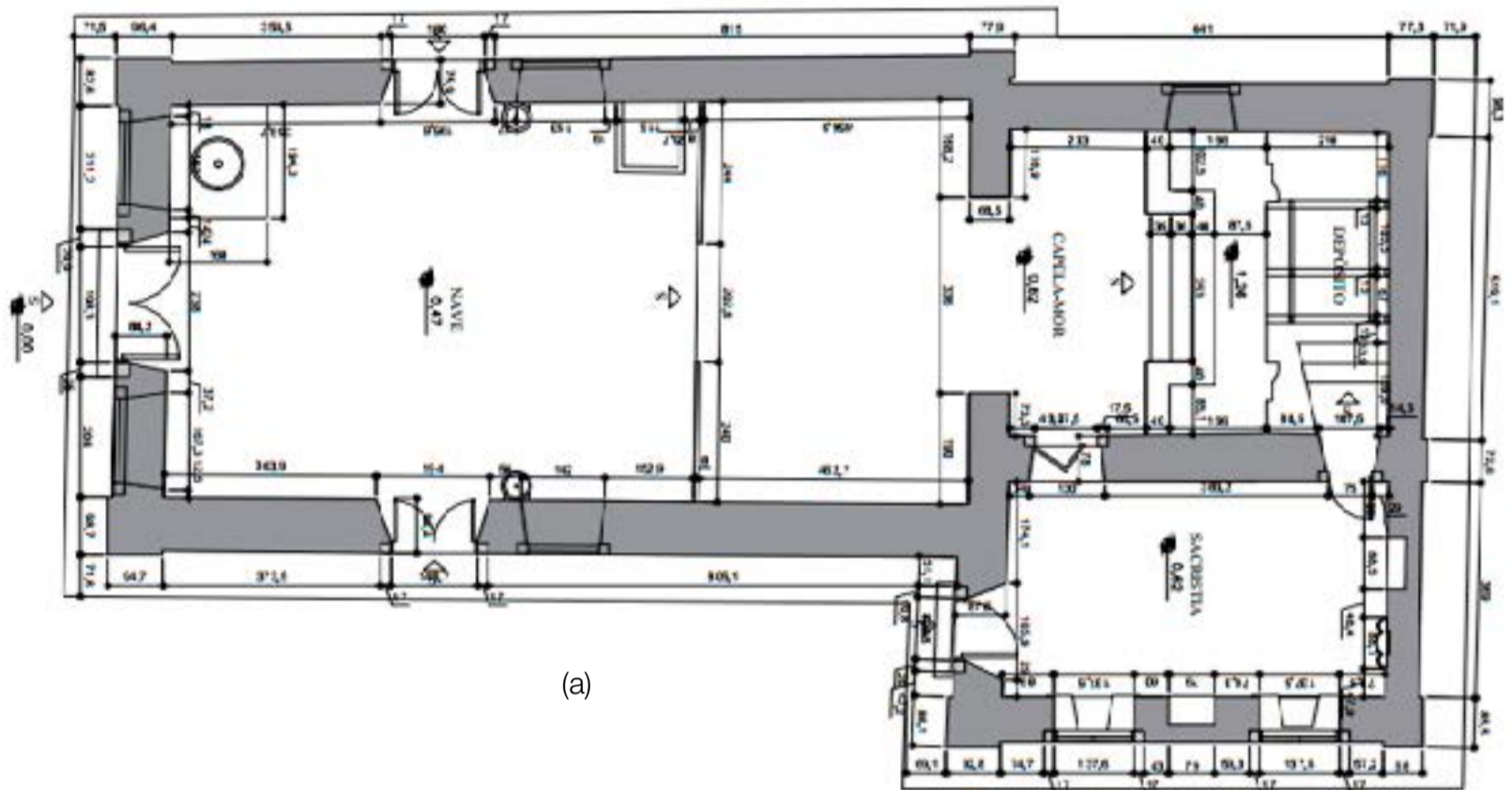
(e)



(f)

Fonte: Arquivo IPHAN/Belo Horizonte.

Figura 2 – (a) Planta e (b) fachada frontal da capela de Sant’Ana de Sabará.



Fonte: Memorial da Arquidiocese de Belo Horizonte/Inventário do Patrimônio Cultural:
Capela de Santana – Arraial Velho – Sabará (MG), 2017.

Na Figura 3 são mostradas algumas vistas externas e, na Figura 4, vistas internas da capela.

Figura 3 – Vista externa da capela de Sant’Ana do Arraial Velho.



Fonte: Fotos dos autores, 2019

Figura 4 – Vista interna da capela de Sant’Ana do Arraial Velho.

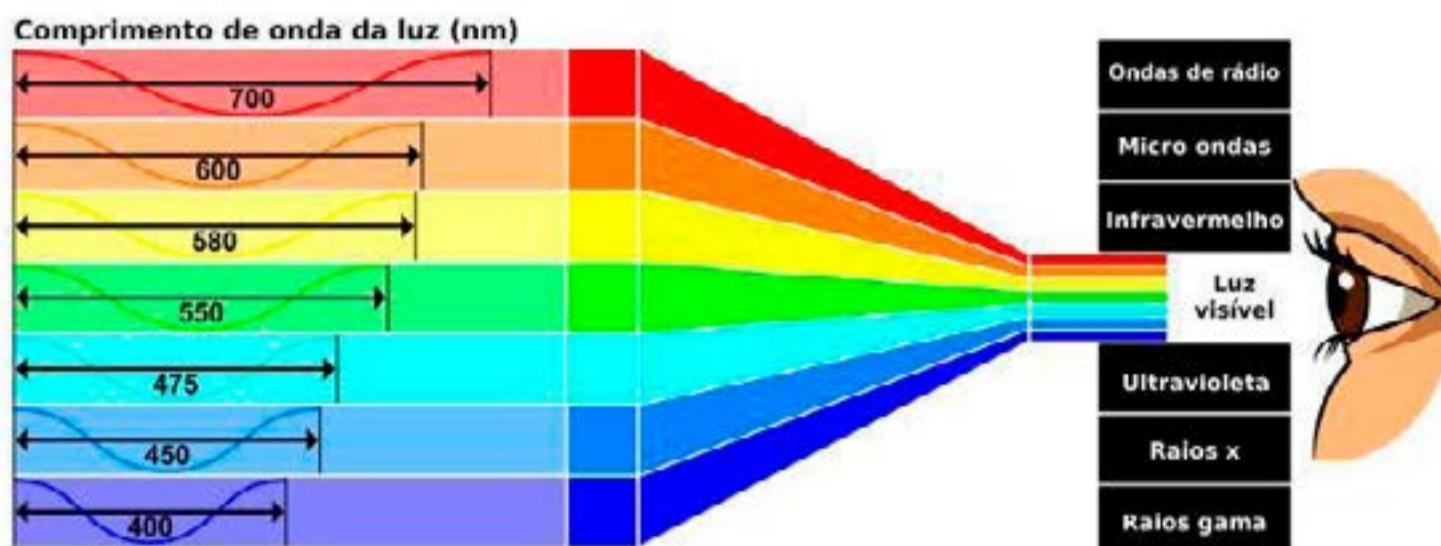


Fonte: Fotos dos autores, 2019

1.2 Termografia

A luz visível ao olho humano tem comprimentos de onda entre 400 e 700 nanômetros. As demais não são percebidas pelos humanos, Figura 5. Todos os seres vivos e objetos emitem radiação infravermelha (IV) e essa radiação ocorre em função da temperatura. Quanto mais alta a temperatura, maior a quantidade de radiação e essa radiação está no espectro invisível à visão humana. A termografia por infravermelho é um procedimento que cria imagens usando radiação infravermelha em vez de luz. Para essa visualização tem-se câmeras infravermelhas que têm a capacidade de detecção dessa radiação e tradução dessas informações em espectros de temperatura (SILVA JÚNIOR, 2020).

Figura 5 – Comprimentos de onda visíveis e não visíveis ao olho humano.



Fonte: SILVA JÚNIOR, 2020

A termografia por infravermelho, também conhecida simplesmente como termografia, pode ser realizada com o auxílio de uma fonte natural de calor (sol) e neste caso será chamada de termografia passiva ou utilizando uma fonte externa auxiliar; neste caso é denominada termografia ativa. Segundo Bucur (2003), uma vantagem do método de aquecimento passivo sobre o ativo é a capacidade de produzir uma distribuição de temperatura sem recorrer ao carregamento mecânico do material. Porém, a desvantagem do método passivo é que as imagens térmicas são transitórias. De acordo com Meinschmidt (2005), o calor irá dissipar-se em uma velocidade correspondente às propriedades térmicas do material, como a densidade, a capacidade térmica, a condutividade térmica e a qualidade de ligação entre a camada de superfície superior e o material de base. Quaisquer defeitos presentes no corpo produzem uma barreira durante o processo de difusão do calor; logo, a temperatura da superfície acima do defeito irá diminuir mais lentamente do que a temperatura em outras regiões. Este autor ainda reforça que, para materiais à base de madeira comparados a metais, tais efeitos são relativamente lentos. A detecção de defeitos pode levar alguns segundos, alguns minutos ou até mesmo horas após o impacto do calor, dependendo do material, da profundidade do defeito e da intensidade de calor.

Os edifícios históricos passam por mudanças de uso e podem estar sujeitos à ação de agentes ambientais diversos (incêndios, inundações, terremotos, etc.) ou até mesmo antrópicos. Esses edifícios muito provavelmente não estão preparados para esses tipos de solicitações. Para que sejam avaliados os danos nessas edificações, a aplicação de ensaios destrutivos não é indicada, pois muitas vezes o bem é tombado e até mesmo a etapa de extração de amostras pode danificar ainda mais o material ou peça analisada. Nesses casos pode-se lançar mão de END, que podem fornecer informações importantes sobre as regiões afetadas, a extensão dos danos, a integridade da peça, etc. Neste artigo foi aplicada a termografia passiva como END para auxílio na detecção de manifestações patológicas em uma capela histórica tombada.

2 MÉTODO

Para a realização de análise das condições estruturais e a identificação das patologias presentes na Capela de Sant'Ana, foram realizadas vistorias com a presença de profissionais habilitados e qualificados. Optou-se pela utilização da técnica da termografia passiva, pois, por se tratar de uma edificação protegida por tombamento, foi possível realizar a vistoria e posterior análise dos resultados sem que houvesse algum dano físico ao patrimônio ou alteração no seu estado de conservação.

“A utilização de fontes de energia externa atuando sobre um revestimento, poderá ocasionar alteração na fixação, na cor e no brilho da camada superficial, promovendo uma patologia na obra histórica”, (CORTIZO, 2007, p. 52). Dessa maneira, a escolha da técnica passiva baseou-se na menor intervenção possível no patrimônio histórico, com o intuito de evitar que a carga térmica adicional acelere o processo destrutivo.

A câmera termográfica utilizada na captação das imagens foi a do modelo FLIR T450sc, (Figura 6), resolução 320 x 240 pixels, com captura da variação termal em <math><30\text{mK}</math> a 30°C e campo de visão (IFOV) de 25°x19°/0,4m. O equipamento possui um intervalo de temperatura pré-definido; sendo assim, os termogramas apresentam a mesma escala de cores, onde a região mais avermelhada da imagem corresponde à temperatura mais elevada e a cor azulada à menor temperatura. A série fotográfica foi iniciada à tarde, após as 14h, pois a capela teria recebido calor uniformemente na maioria de suas paredes externas, gerando constante contraste térmico. Após a coleta de informações e imagens, foi feita a análise das mesmas para, assim, identificar as prováveis manifestações patológicas presentes na edificação e suas causas.

Figura 6 – Câmera termográfica FLIR T450sc.

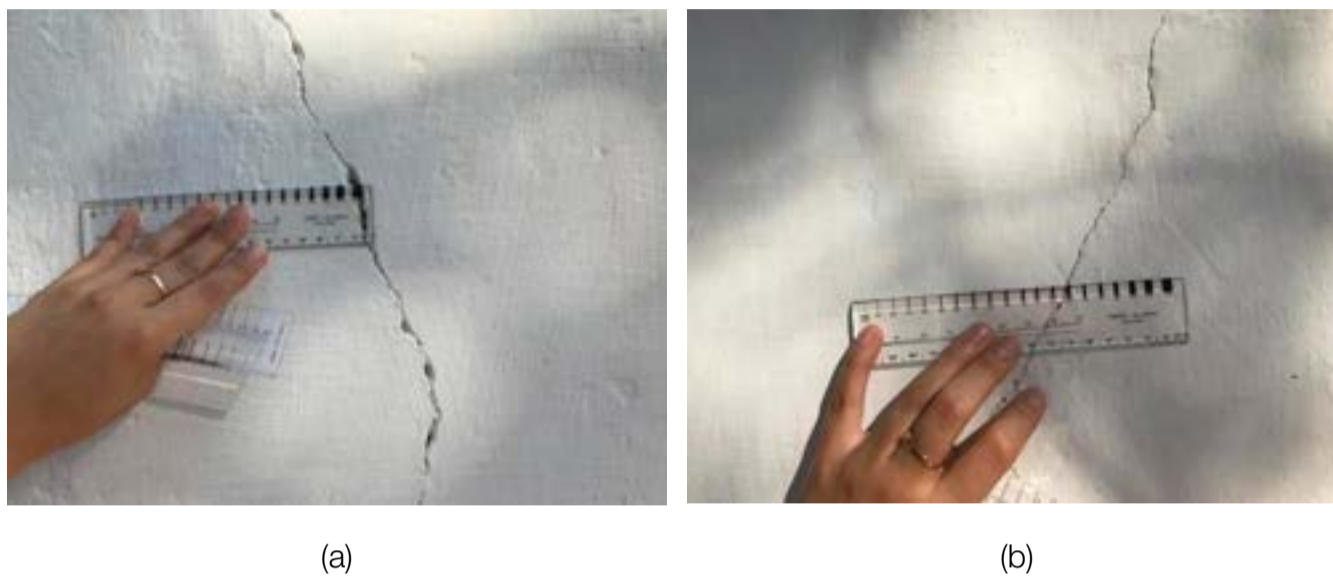


Fonte: Site do fabricante FLIR.

3 RESULTADOS

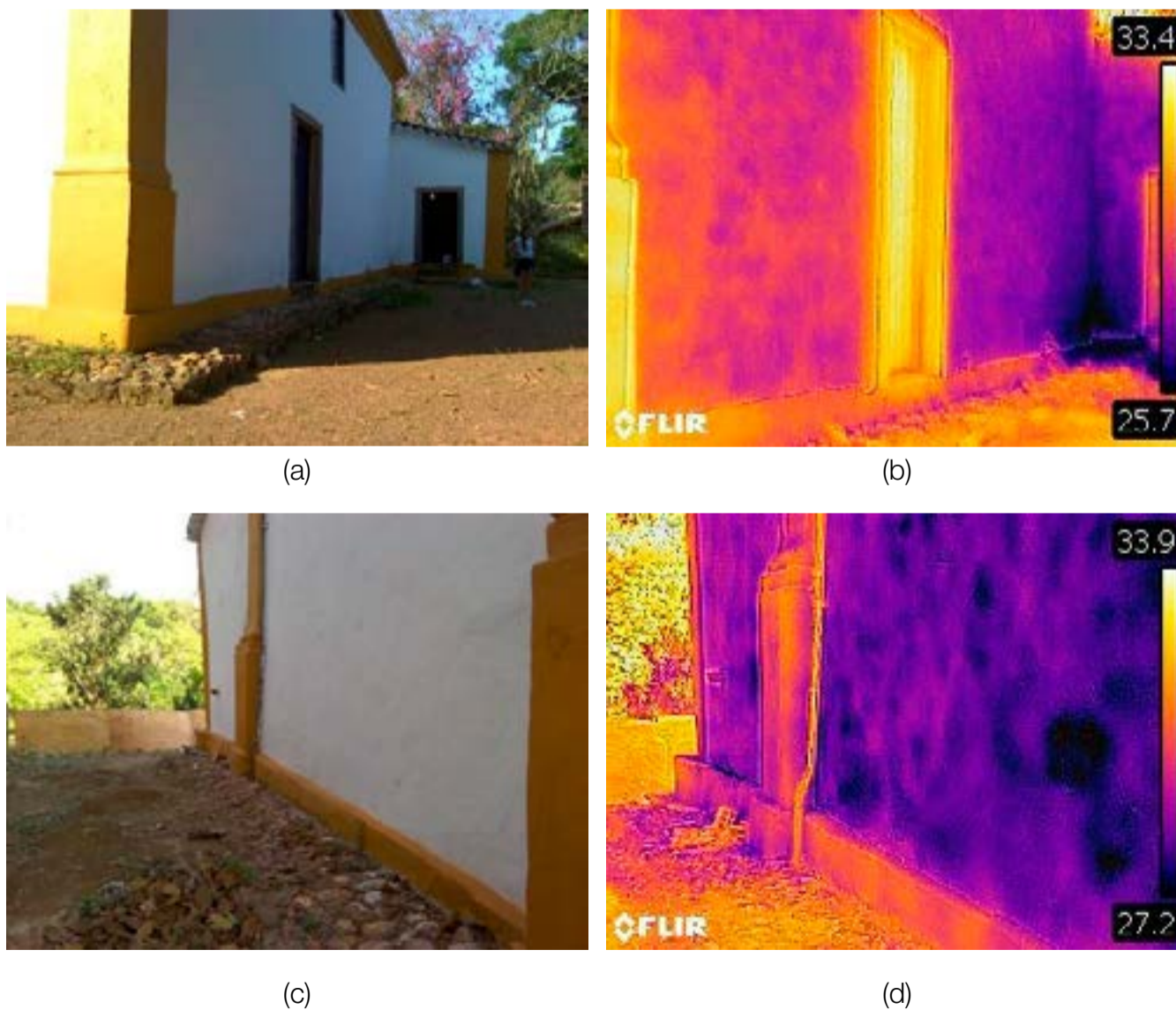
As fotos da Figura 7 trazem o registro da leitura das aberturas das fissuras na parede lateral esquerda e a Figura 8 apresenta as fotos do exterior e interior da capela, acompanhadas de seus respectivos registros térmicos.

Figura 7 – Leitura das aberturas das fissuras na parede lateral esquerda (a) abertura de 7mm e (b) abertura de 1,3mm.



Fonte: Fotos dos autores, 2019

Figura 8 – Áreas externas e internas da capela, acompanhadas de suas respectivas fotos térmicas.





(e)



(f)



(g)



(h)

Fonte: Fotos dos autores, 2019

4 DISCUSSÃO

Observando-se a foto (a) da Figura 8, que representa a parede lateral direita, a olho nu não é possível identificar qualquer manifestação patológica, porém, na foto (b) é possível perceber o gradiente térmico na parede, com temperaturas que variaram entre 25,7°C e 33,4°C. No canto inferior direito da foto (b) é possível identificar ainda uma temperatura mais baixa no encontro de paredes. Este registro pode indicar uma região com umidade ascendente. Nesta mesma região há presença de vegetação, reforçando a hipótese de presença de umidade. As fotos (c) e (d) da Figura 8 representam a parede de fundo da capela. O mesmo pode ser dito com relação a elas, a olho nu é difícil afirmar que existiam manifestações patológicas, mas com o auxílio da câmera termográfica foi possível identificar regiões com possíveis pontos de infiltração de águas de chuva. O intervalo de temperaturas registradas ficou entre 27,2°C e 33,9°C. As fotos (e) e (f) tratam do interior da capela. É possível verificar uma temperatura menor na região atrás da pia batismal. O intervalo de temperaturas registradas ficou entre 24,2°C e 29,5°C. As fotos (g) e (h) mostram a capela-mor. É possível verificar, pela foto térmica, a existência da estrutura do telhado, com temperatura mais baixa que o forro que a reveste. Em alguns pontos do forro é possível notar a descontinuidade da vedação entre as tábuas, inclusive pela diferença de temperatura ali presente. O intervalo de temperaturas registradas nesta região ficou entre 27,3°C e 34,4°C.

5 CONCLUSÃO

Pelo exposto anteriormente foi possível perceber que, em algumas regiões analisadas da capela, as manifestações patológicas (como as fissuras na parede lateral esquerda) eram visíveis a olho nu, outras estavam ocultas e foram percebidas somente com o auxílio da câmera termográfica. As informações térmicas possibilitaram identificar a posição das tesouras do telhado oculto pelo forro da capela-mor e também a descontinuidade das tábuas que compunham tal forro. A etapa de inspeção visual é muito importante quando se realiza uma vistoria em uma edificação e esta pode ser complementada pelas informações fornecidas pela termografia IV. Em uma possível reforma futura e talvez até com recursos limitados essas informações poderão direcionar as regiões que necessitam mais de uma intervenção do que outras. Pelo fato de se tratar de uma edificação histórica, tombada por órgãos de proteção, não é indicada uma vistoria com retirada de amostras. Nesses casos os END são imprescindíveis para a condução de uma terapia com mais possibilidades de acertos, evitando que regiões ainda íntegras sejam substituídas.

AGRADECIMENTO: Os autores agradecem ao Memorial da Arquidiocese de Belo Horizonte pelo apoio na condução dos trabalhos e no fornecimento de informações históricas e às universidades UFMG e PUC Minas pelo apoio institucional e logístico e empréstimo dos equipamentos utilizados nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BUCUR, Voichita. **Nondestructive characterization and imaging of wood**. Berlim: Springer Science & Business Media, 2003.

SILVA JÚNIOR, Joab Silas da. "O que é infravermelho?". **Brasil Escola**, 2020. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-infravermelho.htm>. Acesso em: nov. de 2020

CORTIZO, Eduardo Cabaleiro. **Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocultas e diagnóstico de anomalias em edificações: Ênfase em Edificações do Patrimônio Histórico**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

FLIR. **Teledyne Flir**. Disponível em: <https://www.flir.com.br/>. Acesso em: fev. de 2019

MEINLSCHMIDT, P. Thermographic detection of defects in wood and wood-based materials. In: **14th International Symposium of nondestructive testing of wood**. Hannover, Germany, 2005.

MEMORIAL DA ARQUIDIOCESE DE BELO HORIZONTE. **Registro de inventário número SA/2017-150-0002**. Acesso em: out. de 2019



66

Artigo

CONSTRUÇÃO MODULAR: MODELO DE EDIFICAÇÃO QUE TEM CONQUISTADO O MERCADO BRASILEIRO

Ana Paula Fernandes Senário¹

¹ Engenheira Civil pelas Faculdades Santo Agostinho (FASA), Técnica em Design de Interiores pelo Instituto Brasileiro de Design de Interiores (IBDI), Sócio Proprietária da Senário Empreendimentos LTDA.

RESUMO

Esse artigo tem como principal objetivo apresentar a construção modular, modelo diferente de edificação que tem conquistado o mercado brasileiro. A construção modular é planejar, projetar e produzir edifícios (podendo ser residencial, hospitalar, institucional, industrial ou comercial) em fábricas, ou seja, de maneira industrializada, onde após a conclusão da produção os mesmos são transportados até o local da obra. Atualmente a construção pré-fabricada é um dos modelos mais modernos de edificação existente na engenharia civil. Aqui no Brasil, esse modelo construtivo tem conquistado o mercado de maneira tímida, embora já utilizado, há algumas décadas, em vários países europeus, nos Estados Unidos, Japão, Austrália, entre outros. Para aumentarmos a produção de edificações pré-fabricadas no Brasil devemos ampliar o conhecimento sobre a construção modular, formar e qualificar profissionais da construção civil e diminuir a resistência cultural para aceitar essa tecnologia construtiva que possui várias vantagens sobre o método de construção convencional como, produto final com alta qualidade, melhor custo, menor tempo de execução, construção limpa e sustentável.

Palavras-chave: construção modular; edificação; pré-fabricada; tecnologia; sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Bruand (2010), os materiais de construção tradicionais passaram a ocupar uma posição secundária, atualmente o primeiro lugar é ocupado por produtos metalúrgicos, vidros e plásticos. Com essa diversidade de materiais industriais surgiu a construção modular ou construção pré-fabricada que é uma metodologia da construção civil que padroniza as partes que configuram o edifício, onde os módulos são transportados um a um e montados para formar a construção. As matérias primas usadas são vidro, concreto, aço/steel e frame, entre outras (WEG, 2021).

Com início na Europa, a tecnologia de construção modular também é utilizada em grande quantidade nos Estados Unidos, Japão e Austrália. Esse modelo de edificação foi desenvolvido para ser uma alternativa mais barata, mais rápida, com maior qualidade e ser uma construção mais limpa e sustentável, conforme Jorge (2020).

Pensando na etapa de construção, o número de recursos naturais utilizados é assustador. A indústria da construção civil consome cerca de 50% a 75% dos recursos naturais do mundo, aproximadamente 15% dos recursos hídricos são utilizados por construções, além disso 30 a 40% do gás carbônico (CO²) emitido no planeta é devido a construção civil. É a indústria que mais gera resíduos no mundo, segundo matéria publicada pelo site SustentArqui, em 2019.

Ching (2010) diz que a construção sustentável implica em observar as consequências amplas e previsíveis de atitudes ao longo do ciclo de vida de uma edificação, desde a concepção à implantação, projeto, construção, uso e manutenção, até mesmo o processo de renovação de edificações pré-existentes e reconstrução de cidades e comunidades.

Conforme Gauzin-Muller (2011), a qualidade das construções sustentáveis reside, de preferência, na variante de materiais de maneira a melhorar a eficiência de cada um e diminuir, ao máximo, a quantidade de material utilizado. Entende-se que a abordagem ambiental não é apenas economia de energia, emprego de materiais renováveis e de produtos inofensivos à saúde. Promover a construção modular é diminuir danos ao meio ambiente e salvar o planeta de uma catástrofe.

A tecnologia construção modular possui as atividades de manufatura em ambiente de fábrica (*off-site*) e trabalho de montagem na obra (*on-site*) equivalente ao encaixe de blocos de lego. O sistema construtivo permite o proveito das técnicas usadas em *fast-track construction* (construção rápida), onde as atividades *on-site* e *off-site* são executadas ao mesmo tempo. Por exemplo, enquanto os painéis de fechamento e componentes industrializados são produzidos

na fábrica, toda a infraestrutura e fundações são construídas no local da obra. O uso de construção pré-fabricada combate ao desperdício de matérias primas, à ineficácia na gestão de interfaces e diminui a necessidade de grande quantidade de mão de obra. Evita atrasos nos cronogramas (1/3 do tempo em relação a construção de edificações tradicionais) e conseqüentemente diminui os custos, segundo divulgado pela plataforma de gestão da construção civil Sienge, em 2019. Além disso, segundo Gauzin-Muller (2011), os resíduos da construção civil são mais facilmente geridos, pois a pré-fabricação em oficinas também proporciona uma diminuição efetiva da poluição nos canteiros de obras, pois reduz o tempo de obra e, portanto o ruído, o pó e a circulação de máquinas. Segundo o mesmo, o gerenciamento dos processos industriais, ou seja, o controle da produção por computador, e a introdução da troca de dados informatizados (EDI - *electronic data interchange*) aumentaram o rendimento das ferramentas produtivas. A EDI permite o corte das peças estruturais por meio de máquinas de comando numérico, a partir de arquivos eletrônicos do escritório de projetos. Esse processo colabora para a diminuição dos prazos e o controle da qualidade, porém exige a união das competências de uma equipe harmônica e motivada, que reúne engenheiros, arquitetos e empresas.

2 MÉTODO

Para alcançar o objetivo deste artigo foi feita uma revisão narrativa de literatura, consultando publicações, legislações e base de dados relacionadas a construções modulares e novas tecnologias da construção civil, em específico. Além disso, foi feita a visita na Casa Cor Minas, no dia 08 de outubro de 2021, onde foi possível conhecer vários ambientes que foram projetados utilizando construção modular.

3 RESULTADOS

A Casa Cor é reconhecida mundialmente como a maior e a mais completa mostra de arquitetura, design de interiores e paisagismo das Américas. Em 2021, a Casa Cor Minas foi realizada no Palácio das Mangabeiras, em Belo Horizonte - MG. O local possui mais de 12 mil metros quadrados de área ao ar livre onde a natureza foi valorizada ainda mais com as construções sustentáveis/construções modulares.

3.1 Cabana construída em 20 dias

A cabana, apresentada na Figura 1, possui estilo escandinavo e foi construída em estrutura metálica, *steel frame* e vidro, com peças que possuem o peso máximo de 60 kg cada. A cabana ficou pronta em 20 dias, pode ser transportada de um lugar para o outro e é uma construção com alta durabilidade.

Figura 1 - Cabana construída em estrutura metálica, steel frame e vidro, em apenas 20 dias.



Fonte: Luiza Ananias/CASACOR

3.2 Casa contêiner

A Figura 2 mostra a casa contêiner, uma construção executada de maneira rápida e com pouquíssimos resíduos gerados. Foram utilizados quatro módulos de um contêiner, a residência foi projetada literalmente, como peças de lego.

Figura 2 - Casa contêiner, edificação que foi construída utilizando quatro módulos de um contêiner.



Fonte: Jomar Bragança/CASACOR

3.3 Casa de *steel frame*

Partindo do conceito modular, conforme aparece na Figura 3, a casa foi construída toda em estrutura metálica (*steel frame*), sua montagem foi rápida, sem desperdício de materiais e com geração de resíduos sólidos mínimos.

Figura 3 - Edificação modular, construída com steel frame.



Fonte: Jomar Bragança/CASACOR

4 DISCUSSÃO

Tendo como base os resultados apresentados, pode-se perceber que a construção modular permite a fabricação e montagem de um edifício em poucos dias. Sem desperdício de mão de obra, tempo e material, o que a torna mais econômica.

Os módulos são fabricados obedecendo as normas de desempenho previamente definidas, o que permite que o edifício tenha melhor qualidade, durabilidade e desempenho. O projeto deve ser minucioso, preciso e todos os espaços devem ser bem planejados.

As construções modulares podem ser adaptadas às necessidades dos clientes e usuários, ou seja, são extremamente flexíveis. Assim como uma edificação construída em alvenaria convencional (sistema construtivo onde toda a carga da estrutura é suportada pelas lajes, vigas, pilares e fundação e o fechamento dos vãos é feito com blocos cerâmicos ou de concreto de vedação). O sistema modular também permite opções de personalização, escolha de texturas, cores, acabamentos e equipamentos.

Outra característica super importante desta tecnologia construtiva é a sustentabilidade, uma tendência moderna que veio para ficar. Construções modulares reduzem de maneira significativa a emissão de gás carbônico (CO²), resíduos

sólidos da construção civil (RCCs), poeira, poluição sonora, pois grande parte da atividade de construção do local é removida e realizada em fábrica.

Foram apresentados nos resultados construções modulares projetadas com finalidade residencial, mas é importante lembrar que a construção pré-fabricada pode ser utilizada para construir edifícios residenciais, hospitalares, industriais, institucionais ou comerciais.

E para expandir a produção de edificações pré-fabricadas no Brasil devemos ampliar o conhecimento sobre a construção modular, formar e qualificar profissionais da construção civil e diminuir a resistência cultural para aceitar essa tecnologia construtiva.

5 CONCLUSÃO

A construção modular permite a construção de edifícios com melhor qualidade e fabricação precisa. Embora esteja ganhando o mercado brasileiro de maneira tímida e para aumentar a produção de imóveis pré-fabricados no Brasil, devemos ampliar o conhecimento sobre a construção modular, formar e qualificar profissionais da construção civil e diminuir a resistência cultural para aceitar essa tecnologia construtiva. Percebe-se que o uso da construção pré-fabricada é uma solução inteligente para suprir a necessidade de construções eficazes, com alta qualidade, alto desempenho, custo e prazo reduzido, sem esquecer da responsabilidade ambiental, construindo imóveis cada vez mais sustentáveis.

REFERÊNCIAS

BRUAND, Yves. **Arquitetura Contemporânea no Brasil**. 4ª edição. São Paulo-SP: Perspectiva S.A, 2003.

CHING, Francis D.K. **Técnicas de Construção Ilustradas**. 4ª edição. Porto Alegre-RS: Bookman, 2010.

GAUZIN-MULLER, Dominique. **Arquitetura Ecológica**. 1ª edição. São Paulo-SP: SENAC São Paulo, 2011.

JORGE, Liliam Pederneiras; RAVACHE, Rosana Lia. Construção modular pré-fabricada, o futuro da arquitetura no Brasil. **Connection Line** - Revista Eletrônica do Univag, n. 24, 2021. Disponível em: <http://periodicos.univag.com.br/index.php/CONNECTIONLINE/article/view/1633>. Acesso em 11 de nov. de 2021.

SUSTENTARQUI. **Impactos Ambientais da Construção Civil**. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/impactos-ambientais-da-construcao-civil/>. Acesso em: 11 de nov. de 2021.

SIENGE. **Modular Building**: benefícios da Construção Modular. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/modular-building/>. Acesso em: 11 de nov. de 2021.

CASACOR. **CasaCor Minas Gerais 2021**. Disponível em: <https://casacor.abril.com.br/mostras/minas-gerais/>. Acesso em 11 de nov. de 2021.

WEG. **Entenda como funciona a construção modular**. Disponível em <https://www.weg.net/tomadas/blog/arquitetura/entenda-como-funciona-a-construcao-modular>. Acesso em: 26 de abr. de 2022.



72

Artigo

SOLUÇÕES DE SEGUROS PARA RISCOS EM PROJETO DE ENGENHARIA: UMA ANÁLISE DA QUEDA DO VIADUTO GUARARAPES EM BH

Alessandro Márcio Martins Dias¹

¹ Engenheiro de Produção e de Segurança do Trabalho, Consultor de Seguros, Especialista em Gestão de Projetos, MBA Gestão de Pequenas e Médias Empresas, Mestre em Administração, Doutorando em Ciências Empresariais e Sociais. alessandro_boga@yahoo.com.br

RESUMO

Esta investigação procura as soluções de seguros compatíveis com os riscos da construção do viaduto Guararapes em Belo Horizonte - MG. Numa enquete do *Project Management Institute* (PMI) em 2013, por cada um bilhão de dólares gastos num projeto que não cumpre os seus objetivos comerciais, perdem-se 135 milhões de dólares para sempre. Isso é quase 14% do dinheiro perdido e que poderia ser minimizado com a gestão de risco. No entanto, a contratação de seguros pode ajudar no sucesso financeiro dos projetos e minimizar prejuízos. Com essa premissa, fez-se uma investigação documental, descritiva e qualitativa. Foram levantadas as informações sobre o acidente da queda do viaduto Guararapes, feita uma análise de risco seguindo as boas práticas do PMI e da NBR ISO 31000:2018 e apresentada soluções de seguros para esse projeto de engenharia como forma de tratamento de riscos e medida de controle. Com isto, percebeu-se que os seguros são soluções adequadas na gestão de riscos de projetos e que ainda há um desafio e paradigma para a adesão a essa prática.

Palavras-chave: gestão de projetos; gestão de riscos; seguros de engenharia.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as empresas de engenharia têm demonstrado mais preocupação com o sucesso dos projetos, considerando a sua conclusão dentro do previsto, os benefícios e os resultados gerados para a organização após o aceite do produto do projeto.

Em 2012, o cenário global foi de crescimento econômico lento como resultado da crise, das frequentes mudanças nas prioridades do mercado e da procura de inovação. Este cenário trouxe como uma das suas tendências na gestão de projetos, uma melhor gestão do risco e um enfoque renovado na gestão organizacional (PMI, 2013).

Uma enquete do PMI (*Project Management Institute*), em 2013, mostrou que cerca de 17% dos projetos falharam completamente e apenas 62% atingiram os seus objetivos originais e intenções comerciais. A cada bilhão de dólares gastos num projeto que não cumpre os seus objetivos comerciais, perdem-se 135 milhões de dólares para sempre. Isso é quase 14% do dinheiro perdido e que poderia ser minimizado com a gestão de risco.

De acordo com o PMI (2013), à medida que as organizações evoluem na gestão de projetos, o dinheiro destinado à gestão do risco diminui. As organizações que dão prioridade a projetos, programas, portfólio e gestão de risco gastam 14 vezes menos dinheiro nos seus projetos.

Os riscos são inerentes a todos os projetos de qualquer natureza. Cada projeto tem o objetivo de obter um produto ou serviço nunca antes realizado, uma característica que já pressupõe incertezas. Falta de conhecimentos técnicos, evolução ou incompatibilidade de tecnologias, fatores ambientais externos e internos, diferenças culturais, mudanças no âmbito e rotação de equipes são apenas alguns exemplos de incertezas que podem influenciar o progresso do projeto. (DIAS, 2016).

Compõem a gestão do risco as ações metodológicas para lidar com as incertezas do projeto, considerando as ameaças e as oportunidades que permitem alcançar os objetivos do planejamento. Dias (2016) complementa que, devido à falta de gestão de risco, muitos projetos falham. Quer seja por ameaças que não foram previstas e materializadas em problemas, quer seja pela perda de benefícios devido à falta de visão de uma oportunidade.

Para exemplificar o cenário brasileiro no tema gestão de risco, uma pesquisa realizada em 2011, com 202 projetos no Brasil, Carlos Magno da Silva Xavier, sócio-gerente da Beware, empresa especializada em gestão de projetos, procurou identificar as práticas e resultados da gestão de projetos no Brasil (XAVIER, 2013). O resultado desta pesquisa foi que, a gestão do risco não foi feita sistematicamente em cerca de 60% dos projetos, e que o planejamento da gestão do risco e

a análise quantitativa só foram feitos em cerca de 30% deles. No acompanhamento e controle dos riscos, foram também observadas taxas baixas, sendo as reuniões de acompanhamento utilizadas para este fim em 53% dos projetos. Por conseguinte, Xavier (2013) concluiu que a utilização de práticas de gestão de risco em projetos no Brasil ainda é baixa.

Um dos processos de gestão de risco é o tratamento. O seguro é uma alternativa para tratar danos materiais e corporais em decorrência de erros e falhas e transferir os impactos financeiros dos riscos para as seguradoras.

O setor segurador encerrou 2018 com 245,6 mil milhões de reais em prêmios e teve um crescimento de 8,4% em 2019, segundo a Confederação Nacional das Empresas de Seguros Gerais, Previdência Privada e Vida, Saúde Suplementar e Capitalização (CNSEG). De acordo com um estudo da *Oxford Economics Survey* (PWC, 2016), os investimentos em infraestruturas no Brasil deverão crescer em média 6% durante a próxima década, atingindo pouco mais de 300 bilhões de dólares anuais até 2025.

Com esse crescimento no mercado segurador e nos empreendimentos de engenharia surgem alguns questionamentos a se pensar: os produtos de seguros são adequados para lidar com as consequências de erros e riscos de projetos de engenharia? Os profissionais de engenharia estão conscientes e consideram as soluções de seguros no seu planejamento de projetos? Como relacionar as soluções de seguros com a gestão de riscos em projetos de engenharia? Que ferramenta utilizar para isso? As soluções de seguros podem ajudar no sucesso financeiro dos projetos? Estas perguntas sobre este problema demonstram a preocupação e inquietudes acerca desse tema, que ainda se sugere uma profunda investigação.

Neste sentido, de 2012 a 2016 no Brasil, muitos projetos de engenharia foram desenvolvidos, principalmente devido à Copa do Mundo de Futebol em 2014 e às Olimpíadas em 2016. Nesta pesquisa foram elencadas soluções de seguros a partir de uma avaliação de risco de parte do escopo do projeto de infraestrutura da construção do viaduto [Batalha dos] Guararapes. A obra estava localizada sobre a Avenida Pedro I, na cidade Belo Horizonte - MG, cujo evento de risco foi a queda deste viaduto em meados de 2014.

A partir daí, tem-se como objetivo geral identificar soluções de seguros compatíveis com os riscos da construção do viaduto Guararapes. Especificamente, é proposto: (i) contextualizar o evento da queda; (ii) analisar os riscos desse evento; (iii) identificar as soluções de seguros compatíveis.

2 MÉTODO

Em termos do tipo de trabalho, essa investigação é classificada como descritiva. De acordo com Vergara (2009), a investigação descritiva expõe características de determinada população ou descreve o comportamento de determinado fenômeno. É utilizada para identificar e obter informações sobre as características de um determinado problema ou questão. No caso desta pesquisa, foram analisados os riscos envolvidos na queda do viaduto Guararapes. Em termos de abordagem, essa pesquisa é classificada como qualitativa. Collis e Hussey (2005) classificam a abordagem de investigação quantitativa como uma abordagem que procura fatos ou causas de fenômenos sociais, dando pouca importância ao estado subjetivo do indivíduo. Essa pesquisa visa compreender os fatores que ocasionam a ocorrência dos riscos e seus efeitos, assim como as possíveis soluções de seguros como tratativas de riscos.

A unidade de análise é o evento da queda do viaduto Guararapes na obra de infraestrutura realizada na Avenida Pedro I, na cidade de Belo Horizonte, que antecedeu a Copa do Mundo de Futebol, realizada no Brasil em 2014.

A investigação documental foi utilizada para o método. Segundo Vergara (2009), essa investigação é realizada em documentos conservados no interior de órgãos públicos e privados de qualquer natureza, ou com pessoas: registros,

anais, regulamentos, circulares, ofícios, memorandos, balancetes, comunicações informais, filmes, microfilmes, fotografias, videoteipe, dispositivos de armazenagem por meios ópticos, magnéticos e eletrônicos em geral, diários, cartas pessoais e outros. Com isso, no intuito de atingir os objetivos específicos, foi feita pesquisa documental através de fontes primárias e secundárias, a fim de descrever o evento da queda do viaduto Guararapes e analisar os riscos. É aplicada a análise de conteúdo, com base nas informações e dados levantados, correlacionando às soluções possíveis de seguros para os riscos envolvidos nesse acidente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Contextualização do evento queda do viaduto Guararapes

A queda do viaduto Batalha dos Guararapes, na avenida Pedro I, região norte de Belo Horizonte - MG, ocorreu em 3 de julho de 2014. A construção desse viaduto fazia parte do escopo de obras que pretendiam melhorar a mobilidade para a Copa do Mundo, realizada no Brasil, ao custo de 13 milhões de reais.

Essa obra, que sequer havia sido oficialmente inaugurada, desmoronou logo após os operários retirarem as escoras. O viaduto desabou em cima de um micro-ônibus e de um carro que trafegavam pela avenida Dom Pedro I, na região da Pampulha. Nesse acidente, duas pessoas morreram. Foram feridos seis operários que trabalhavam no local e 17 passageiros do micro-ônibus atingido pela queda.

De acordo com a Polícia Civil de Minas Gerais, a queda da alça sul ocorreu porque as construtoras responsáveis desprezaram normas mínimas de segurança, além de omissão daqueles que poderiam impedir as mortes e os ferimentos sofridos pelas vítimas. As investigações apontaram que o desabamento era previsível e iminente durante o processo de retirada das escoras da obra.

Em 2015, o então diretor da construtora Cowan, J. P. T. M., responsável pela obra do viaduto, admitiu em audiência pública na Assembleia Legislativa de Minas Gerais (ALMG) que a empresa utilizou concreto vencido nas obras da estrutura.

O laudo do Instituto de Criminalística apontou que a causa da queda foi um erro no cálculo do bloco de fundação da alça sul do viaduto. O bloco deveria ter mais ferragens para suportar a pressão, apontou a Polícia Civil. Segundo a perícia, o projeto foi executado exatamente como planejado, sendo a queda consequência de erro estrutural do projeto elaborado pela empresa Consol.

Posteriormente, no portal da transparência do Governo de Minas Gerais, foram divulgadas as memórias de cálculo do projeto do viaduto em questão. Esse memorial expunha a necessidade de uma área de aproximadamente 100m² de aço para atender a distribuição de esforços no bloco que rompeu. Poderia ter tido cobranças e acompanhamento do engenheiro/equipe que fez esse cálculo e um melhor detalhamento da distribuição dessa armadura. No entanto, as armaduras longitudinais que distribuem os esforços para as estacas de extremidade por método biela tirante não foram suficientes e uma equipe técnica que fizesse acompanhamento da execução teria capacidade de identificar tamanho erro no detalhamento do projeto.

Conforme denúncia do Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), a queda do viaduto foi ocasionada por vários fatores: “erros e omissões grosseiras, descaso com o dinheiro público, irresponsabilidade de quem devia zelar pela segurança, aceitação de riscos, negligência na fiscalização, pressa e urgência desmedidas, já que a Copa do Mundo se aproximava”. Ainda de acordo com o MPMG, “a urgência era perceptível e a Sudecap, que nada fiscalizava de fato, queria somente que as empresas se entendessem e tocassem o projeto”.

Seis engenheiros foram condenados e outros dois absolvidos pela queda do viaduto. A decisão foi da juíza Myrna Fabiana Monteiro Souto em cooperação da 11ª Vara Criminal de Belo Horizonte, em 18/12/2020, processo número 2223676-59.2014.8.13.0024 do Tribunal de Justiça de Minas Gerais (TJMG).

Os condenados são diretores, coordenador técnico e engenheiros responsáveis pelas construtoras Cowan S.A. e Consol Engenheiros Consultores Ltda, além de supervisor, diretor e secretário de Obras e Infraestrutura da Superintendência de Desenvolvimento da Capital (Sudecap), órgão responsável pela gestão do setor no município.

Cinco engenheiros foram condenados, por crime culposo, a cumprir penas que variam de 2 anos e 7 meses a 3 anos e 1 mês de prisão. A juíza concedeu o direito de substituição da pena privativa de liberdade por restritiva de direito: cada um deve pagar o valor em dinheiro de 200 salários mínimos aos dependentes das duas vítimas fatais e outros 50 salários mínimos para cada uma das 23 vítimas lesionadas. O engenheiro da Cowan O.V.C., condenado por crime doloso (dolo eventual), não teve o direito a essa substituição. Ele foi condenado a 4 anos e 8 meses de prisão porque era responsável por fiscalizar as obras do viaduto e foi avisado dos estalos antes da queda.

A juíza ainda proibiu que os seis condenados exerçam a profissão, por tempo igual ao período de condenação. O secretário de obras teve suspenso o direito de exercer cargo público. Todas as penas serão cumpridas em regime inicialmente aberto.

3.2 Análise de risco da queda do viaduto Guararapes

A análise de risco foi realizada com base nas diretrizes da NBR ISO 31000:2018 e do PMBoK® (PMI, 2017) das quais compilam os processos de gestão de riscos (PGR) através da identificação, análise, plano de resposta a riscos e controle. Utilizou-se das informações e dos dados levantados sobre o colapso do viaduto Guararapes, principalmente no que tange às causas desse evento de risco, e elaborou-se a Tabela 01.

Tabela 01 - Análise de risco da queda do viaduto Guararapes

Descrição do risco (perigo-evento)	Efeito do risco (dano-consequência)	Frequência (probabilidade)	Consequência (impacto)	Estratégia	Medida de controle
Erros nos planejamento da construção	Mal detalhamento escopo, atraso cronograma e aumento de custo	3 - Média	4 - Alta	Mitigar	Fazer revisão e submeter a análise e aprovação das partes interessadas
Erro de projeto (cálculo estrutural)	Construção incorreta e incoerente	2 - Baixa	4 - Alta	Evitar	Não iniciar construção sem aprovação e manter revisão
Falha na revisão e fiscalização (Consol e Cowan)	Projeto não conferido e validado, redução cronograma, corte de escopo e qualidade	3 - Média	3 - Média	Evitar	Adicionar fiscalização no escopo e cronograma de obra
Erros na execução do projeto (construção)	Sobrecarga no pilar provocando queda e danos materiais e corporais	4 - Alta	5 - Muito Alta	Transferir	Contratar seguro risco de engenharia
Falhas na gestão do projeto	Responsabilização técnica, cível e criminal	2 - Baixa	3 - Média	Mitigar	Capacitação e auditoria e exigir seguro RCP
Acidentes de trabalho por causas externas e da natureza	Danos materiais e corporais a terceiros (morte, invalidez)	3 - Média	5 - Muito Alto	Mitigar	Treinamento, EPI, EPC. Comunicação interna e externa com <i>stakeholders</i> . Contratar seguro de vida.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A análise de risco apresentada na Tabela 01 envolve os grandes eventos de riscos dos quais são considerados prioritários nas tratativas de ações de resposta, devido ao produto da probabilidade versus impactos serem altos ou muito altos. Afirma Kerzner (2010) focar nas ações do plano de respostas a riscos da prioridade mais elevada para a mais baixa.

Obviamente, esta análise não se limita ao que foi exposto e pode ser desdobrada em pacotes de riscos com mais detalhamento para tomadas de decisões e ações pontuais. A análise apresentada visa destacar os eventos de perigos/riscos, em ordem de grandeza, e que tenham associações com medidas de controle voltadas para soluções de seguros. Além disso, os eventos de riscos apresentados estão também associados às principais causas do acidente da queda do viaduto Guararapes apontada na sentença do processo judicial de dezembro de 2020.

Com base nessa Tabela 01, pode-se apontar que o perigo/risco de elevada prioridade, com alta probabilidade e muito alto o impacto no projeto, foi o “erro na execução do projeto”. Isso vai de encontro com as diversas falhas relatadas ao Ministério Público, no processo judicial supracitado, destacando-se “erros e omissões grosseiras”. Para esse evento de risco foi levantada a medida de controle “contratar seguro Risco de Engenharia”. Esse seguro será abordado no tópico 4.3 a seguir ressaltando sua consistência com a decisão da sentença judicial.

Outro perigo/risco que vale destacar são as “falhas na gestão do projeto”. Para esse risco pode-se associar vários elementos de cunho técnico, relacional e comportamental dos profissionais responsabilizados (engenheiros), sobre pressão do ambiente social, econômico e político, que influenciaram nesse acidente e, conseqüentemente, nos seus impactos. Como medidas de controle, a preparação e capacitação dos profissionais no uso das melhores práticas de gerenciamento de projetos (PMBok PMI, 2017; ARCHIBALD & PRADO, 2017), aumenta significativamente a chance de êxito e resultados dos empreendimentos.

Ainda sobre o risco de falhas da gestão do projeto, uma sustentação forte para responsabilização civil e criminal dos gestores é regulamentada pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) na Resolução 1.116/2019, que exige profissional legalmente habilitado para desenvolver atividades que envolvam riscos à sociedade, ao meio ambiente e ao patrimônio. E uma das medidas de controle descrita nesta análise de risco é a exigência de os profissionais responsáveis técnicos terem um seguro de Responsabilidade Civil Profissional.

Vale destacar nessa análise de risco que as soluções de seguros, como medidas de controle, são estratégias de tratamento de risco para mitigar os efeitos dos riscos e, principalmente, transferir os seus impactos financeiros para as seguradoras. Moura (2017) corrobora que um risco é transferido quando o impacto dele é transferido para terceiros. A propriedade (ou responsabilidade) da resposta também é transferida para este terceiro.

3.3 Identificação de soluções de seguros

As soluções de seguros são medidas de controle para tratar os riscos de forma preventiva como estratégia de transferências dos impactos financeiros para entidades seguradoras. Bunni (2003) sustenta que o seguro é uma técnica de pulverização do risco ou distribuição comunitária dos custos dos acidentes para evitar as perdas individuais e promover as ações empreendedoras.

As seguradoras desenvolvem produtos de seguros e os regulamentam conforme normas da SUSEP. As empresas corretoras de seguros, também credenciadas à SUSEP, são as organizações com profissionais capacitados e habilitados para comercializar os produtos de seguros. É de suma importância que as empresas de engenharia tenham a assessoria de consultores de seguros para levantar as necessidades, identificar e contratar os produtos adequados de seguros para tratar os riscos envolvidos nos empreendimentos de engenharia.

Na Tabela 01 da análise de riscos da queda do viaduto Guararapes foram elencadas algumas soluções de seguros que serão descritas a seguir.

Primeiramente, foi apontado o seguro risco de engenharia como medida de controle dos “erros na execução do projeto”, na construção do viaduto Guararapes. Esse é o principal produto de seguro para todos os empreendimentos de engenharia. Tzirulnik (2014) afirma que uma das principais características desses seguros relacionados com os riscos da engenharia consiste no fato de que tendem à compreensão nas garantias que oferecem, dá maior amplitude de riscos e se estendem pelo período integral dos empreendimentos assegurados.

Segundo a Escola Nacional de Seguros (ENS), a cobertura básica do seguro risco de engenharia garante os danos físicos acidentais causados às obras em decorrência de: riscos inerentes à construção, riscos da natureza, sabotagens e erros de execução. Em consequência desses erros, cada um dos seis engenheiros da obra do viaduto Guararapes foi condenado, em dezembro de 2020, a pagar o valor em dinheiro de 200 salários mínimos aos dependentes das duas vítimas fatais e outros 50 salários mínimos para cada uma das 23 vítimas lesionadas. Considerando o salário mínimo de 2020 o valor de R\$ 1.045,00 (um mil e quarenta e cinco reais), cada engenheiro deve pagar de indenização um valor total de R\$ 1.619.750,00 (um milhão e seiscentos e dezenove mil e setecentos e cinquenta reais). Logo, o valor das indenizações somadas dos seis engenheiros chega a um total de R\$ 9.718.500,00 (nove milhões e setecentos e dezoito mil e quinhentos reais).

Constata-se que a contratação de seguro de risco de engenharia, como medida de controle preventiva, é muito pertinente. Sustentando essa constatação, foram realizadas cotações, em seguradoras sólidas e confiáveis, para saber qual é o prêmio (custo) de um seguro para proteger esses erros de execução da obra do viaduto Guararapes. Foi considerado um capital segurado equivalente ao valor dessa obra de treze milhões de reais. As cotações apresentaram uma média de prêmio total de cerca de R\$ 9.000,00 (Nove mil reais). Nota-se, então, que o prêmio do seguro representa apenas 0,07% do valor da obra do viaduto. E por que não o contratar?

Nesse seguro de risco de engenharia pode ser incluído coberturas para erros de desenvolvimento de projetos, que também foi risco identificado e descrito na Tabela 01. Outras coberturas relevantes que poderiam ser úteis nesse caso são: Despesas Desentulho, Obras Concluídas e Temporárias, Despesas com Salvamento e Contenção de Sinistros, Responsabilidade Civil Geral com Fundação e Cruzada, Danos Morais Decorrentes de Responsabilidade Civil, Responsabilidade Civil Empregador, Lucros Cessantes Decorrentes de Responsabilidade Civil, Equipamentos Móveis e Estacionários, Danos Morais Decorrente de Responsabilidade Civil Empregador.

Para tratar o risco de falha na gestão do projeto do viaduto Guararapes, foi descrita como medida de controle a contratação de seguro de Responsabilidade Civil Profissional (RCP). De acordo com a ENS, o seguro RCP é um produto para eventuais falhas profissionais. As coberturas garantem as perdas financeiras associadas à responsabilidade atribuída ao profissional, em consequência da prestação de serviços como atos, erros ou omissões e aos custos de defesas de ações judiciais, danos morais e restituição de imagem.

No caso dos engenheiros da obra do viaduto Guararapes, cujas responsabilidades técnicas lhes foram atribuídas e confirmadas na sentença judicial do processo, esse seguro RCP é uma alternativa para proteger a reputação na gestão dos projetos. Ele é contratado individualmente ou via pessoa jurídica e leva em consideração a especialidade de cada profissional e seu histórico de atribuições técnicas. O prêmio anual total para contratar um milhão de reais de capital segurado é cerca de R\$15.000,00 (Quinze mil reais). Ou seja, o prêmio anual do seguro representa em torno de 1,5% do capital seguro para cobrir as falhas na prestação de serviços de engenharia e proteger a imagem da organização e reputação profissional.

Outra solução de seguro apresentada na análise de risco é a contratação de seguro de vida para os funcionários e colaboradores alocados na construção do viaduto Guararapes. O seguro de vida é uma das exigências, detalhada na cláusula vigésima terceira da convenção coletiva do trabalho, do Sindicato das Indústrias da Construção Civil do estado de Minas Gerais. Portanto, toda construtora sindicalizada deve cumprir e proteger seus funcionários com esse seguro de vida, do qual o prêmio mensal por pessoa não ultrapassa R\$30,00 (trinta reais).

O seguro é, portanto, um instrumento de medida de controle muito adequado no tratamento de gestão de riscos. Tzirulnik (2014) afirma que o seguro é instrumento de política econômica para o desenvolvimento socioeconômico, devendo ser compreendido sob a perspectiva dos escopos necessários para o cumprimento dos objetivos organizacionais.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que as soluções de seguros na gestão de riscos dos projetos de engenharia são adequadas para o planejamento dos empreendimentos e, ainda, trazem tranquilidade financeira para os eventuais problemas e as incertezas. O objetivo dessa pesquisa de identificar soluções de seguros compatíveis com os riscos da construção do viaduto Guararapes foi alcançado.

Foi apresentada a descrição do caso do acidente com a queda do viaduto em 2014 até seu desfecho jurídico em 2020, de uma maneira sucinta destacando o impacto financeiro para os envolvidos no projeto (stakeholders). Vale refletir como uma sequência de erros e falhas pode desencadear num colapso socioeconômico, na falência de empresas, em prejuízos financeiros e desgaste da imagem e reputação dos profissionais da engenharia.

A análise de risco baseada nas boas práticas de gestão de projetos do PMBoK (PMI, 2017) e na NBR ISO 31000:2018 demonstrou que os riscos mais relevantes e prioritários do projeto podem ter soluções de seguros como medidas de controle preventiva e forma de transferência de riscos. Além disso, os resultados apresentaram medidas de controle com as ações técnicas e administrativas nos empreendimentos de engenharia. Para as soluções de seguros, quais são os produtos e coberturas adequadas? Como dimensioná-los? Quais são os custos deles? O auxílio de profissionais da engenharia com habilitação e especialidade na gestão de riscos é fundamental para obter respostas a estas questões.

Os seguros identificados na análise de riscos foram apresentados em conceitos e características. E ainda, foi representado os valores aproximados de prêmios de seguro considerando os fatos consumados dos impactos financeiros da obra do viaduto Guararapes. Nota-se que o custo dos seguros em relação ao orçamento da obra é ínfimo. Além disso, há um valor intangível da sensação de conforto e segurança financeira pelas partes interessadas.

Percentualmente, a representatividade do custo do seguro é baixa num orçamento (budget) de projeto e mais ainda em relação ao gasto total real. E ainda assim, os engenheiros e os técnicos dos empreendimentos costumam não levar isso em consideração na sua análise de risco. Por que será? É falta de acesso à informação de seguros e/ou de conhecimento? Consideram a contratação de seguro irrelevante? Quais são os motivos da não adesão aos seguros, dos quais não têm exigência legal? Essas questões são inquietudes de um paradigma a ser analisado pelos profissionais da engenharia juntamente com os consultores de seguros e seguradoras.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 31000:2018** - Gestão de riscos - Diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ARCHIBALD, R.; PRADO, D. **Pesquisa sobre maturidade e sucesso em gerenciamento de projetos de sistemas de informação (software)**. Maturity By Project Category Model, 2017. Disponível em: <http://maturityresearch.com/>. Acesso em 10 Fev. 2020.

BUNNI, N. G. **Risk and Insurance in Construction**. 2ed. Oxon: Spon Press, 2003.

COLLIS, J; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE SEGUROS GERAIS, PREVIDÊNCIA PRIVADA E VIDA, SAÚDE SUPLEMENTAR E CAPITALIAÇÃO - CNSEG. **Portal das Estatísticas**. Disponível em: <https://cnseg.org.br/>. Acesso em: 10 dez. 2019.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA - CONFEA. **Resolução n.º 1.116/2019**. Disponível em: <https://normativos.confea.org.br/Ementas/Visualizar?id=67764>. Acesso em: ago. 2019

DIAS, A. M. M. **Gestão das Expectativas das Partes Interessadas: Um Estudo da Percepção dos Profissionais em Gestão de Projetos**. 141f. Dissertação (Mestrado). Fundação Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo, 2016.

KERZNER, H. **Gestão de Projetos: as melhores práticas**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

MOURA, A. A. Tipos de resposta aos riscos – Como lidar com eles. **Gestão de Produção com Alexandro**, 08 set. 2017. Disponível em: <http://www.gestaoproducaocomalexandro.com/tipos-de-resposta-aos-riscos/>. Acesso em: 28 dez. 2020.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – **PMI** - Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos - Guia PMBoK. 6ª ed. Newton Square: Project Management Institute, mar. 2017.

PWC. **Gastos com infraestrutura e grandes projetos** – tendências para 2015. Relatório com pesquisas da Oxford Economics. Brasil, 2016. Disponível em: <https://www.pwc.com.br>. Acesso em: 10 dez. 2019.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DE MINAS GERAIS – TJMG. Justiça condena 6 engenheiros por queda do Viaduto Guararapes. **Página institucional**. Disponível em: https://www.tjmg.jus.br/portal-tjmg/noticias/justica-condena-6-engenheiros-por-queda-do-viaduto-guararapes.htm#.YD27XVWj_IV. Acesso em: 22 dez 2020.

TZIRULNIK, E. **Seguro de riscos de engenharia: instrumento do desenvolvimento**. Tese (Doutorado em Direito Econômico e Financeiro) - Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 10. ed., São Paulo: Atlas, 2009.

XAVIER, C. M. S. Gerenciamento de Projetos. **Revista Eletrônica da Beware**. Fev. 2013.

Artigo

GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO BIOGÁS ORIUNDO DE ATERRO SANITÁRIO

Marcos Carlos Carvalho¹

¹ Engenheiro Eletricista Marcos Carlos Carvalho, Centro Universitário UNA.

RESUMO

O impasse entre exploração dos recursos naturais e degradação do meio ambiente tem sido o principal desafio enfrentado para conciliar as ambiciosas metas de desenvolvimento das grandes potências mundiais e a crescente preocupação e conscientização sobre a degradação ambiental. Neste sentido, são de grande importância os estudos que explorem tecnologias ainda pouco utilizadas e difundidas, mas que possuem potencial enquanto soluções ambientalmente corretas. Este presente trabalho pretende descrever o processo de operação de uma usina termoelétrica que utiliza como insumo biogás de aterro sanitário de resíduos sólidos, com o objetivo de contribuir para o estudo de futuras implantações de usinas deste tipo. A usina estudada localiza-se dentro do aterro sanitário da cidade de Uberlândia e possui atualmente três grupos motogeradores, com a capacidade de gerar a potência total de 4,27 MW/h. Estima-se que nos próximos 10 anos o total de 1,5 milhão de toneladas de CO² serão poupados de serem jogados na atmosfera.

Palavras-chave: biogás; energia limpa; aterro sanitário; usina termelétrica.

1 INTRODUÇÃO

O impasse entre exploração dos recursos naturais e degradação do meio ambiente tem sido o principal desafio enfrentado para conciliar as ambiciosas metas de desenvolvimento das grandes potências mundiais e a crescente preocupação e conscientização sobre a degradação ambiental. Este assunto é cada vez mais discutido no cenário global, sendo objeto de inúmeras conferências com líderes mundiais, além de estar presente nos mais variados acordos comerciais entre nações.

Atualmente, não basta, para as empresas, apresentarem competitividade e excelência, devendo, além disso, possuir missão, metas e valores relacionados à sustentabilidade e preservação do ambiente (MELLO, 2016). Ao conscientizar-se de seus próprios atos no meio ambiente global, o desafio da sociedade moderna é apresentar alternativas para aliar desenvolvimento econômico às metas ambientais, que incluem redução de emissão de gases poluentes e preservação de reservas naturais.

Neste âmbito, um grande problema enfrentado é a crescente produção de resíduos sólidos urbanos, diretamente relacionada à população urbana e a seus hábitos de consumo. Estes resíduos, chamados de biomassa, quando degradados geram o biogás, formado principalmente pelo gás metano, que possui um elevado potencial poluidor (SALOMON, 2007).

Uma solução muito usada para mitigar a ação poluidora do metano consiste em sua queima direta em flares, que são equipamentos responsáveis pela queima do biogás, nos quais ele é convertido em gás carbônico que, apesar de poluente, possui capacidade de poluição cerca de vinte vezes menor que o gás metano (PECORA, 2006). Pensando nisso, a geração de energia através do biogás, consiste em uma forma inteligente de se realizar essa conversão, aliando a mitigação dos impactos ambientais à produção de energia renovável.

A utilização do biogás como forma de geração descentralizada não pretende ser, de longe, a solução para os problemas energéticos enfrentados pelo país, mas uma melhoria no gerenciamento de resíduos urbanos, gerando energia de forma sustentável (SALOMON, 2007). Desta forma, este presente trabalho pretende descrever o processo de operação de uma usina termoelétrica que utiliza, como insumo, biogás de aterro sanitário de resíduos sólidos, com o objetivo de contribuir para o estudo de futuras implantações de usinas deste tipo.

1.1 Objetivo geral

Descrever o processo de operação de uma usina termoeletrica que utiliza como insumo biogás de aterro sanitário de resíduos sólidos.

1.2 Objetivos Específicos

Descrever o processo de captação e tratamento do biogás; Levantar especificações dos equipamentos utilizados neste tipo de usina.

1.3 Justificativa

Além de buscar soluções, é também função da engenharia alinhar o desenvolvimento tecnológico com a sustentabilidade do meio ambiente. Neste sentido, são de grande importância os estudos que explorem tecnologias ainda pouco utilizadas e difundidas, mas que possuem potencial enquanto soluções ambientalmente corretas.

No âmbito de trabalhar metas ambientais de redução de poluição e consumo dos bens naturais, é de grande valia soluções que utilizam a criatividade e conhecimento técnico para mitigar a ação depredadora do homem ao meio ambiente.

2 REVISÃO LITERÁRIA

O biogás é um gás oriundo da degradação da matéria orgânica que foi descoberto, em 1600, pelo cientista britânico Thomas Shirley. Ele foi detectado, pela primeira vez, em regiões de pântanos no Reino Unido, e foi descrito como uma substância inflamável desconhecida. Mais tarde, em 1776, sua composição foi identificada como metano (CH₄) pelo físico italiano Alessandro Volta.

Durante a segunda guerra, houve escassez de fontes energéticas derivadas do petróleo, o que causou uma crise energética mundial. Neste período, italianos e alemães utilizaram o biogás para aquecimento de casas e também para alimentação de motores de combustão.

O biogás é tipicamente composto de 60% de gás metano e 35% de gás carbônico, sendo os 5% restantes uma mistura de nitrogênio, hidrogênio, amônia, ácido sulfídrico, monóxido de carbono, dentre outros, denominados gases traços. A produção de biogás é possível a partir dos mais variados resíduos orgânicos como lixo doméstico, resíduos agropecuários, esgoto urbano, efluentes industriais, dentre outros (PECORA, 2006).

Um dos fatores que influenciam na produção do biogás é o processo complexo realizado por milhares de bactérias. Alguns fatores operacionais para o meio ideal de atuação podem afetar drasticamente a eficiência do processo (ARAÚJO, 2017).

Segundo Oliveira (2009), as bactérias anaeróbicas também necessitam de produzir o calor suficiente para a sua manutenção. Então o ideal é impedir que variações externas de temperatura bruscas interfiram no seu processo.

A composição dos resíduos influencia diretamente na produção do biogás. Segundo Pecora (2006), quanto maior a porcentagem de resíduos orgânicos maior será o potencial de geração de metano e também a vazão do gás. Isso

porque os resíduos orgânicos possuem nitrogênio e carbono, que são os principais nutrientes utilizados por esses micro-organismos. Recomenda-se que seja mantida uma relação específica entre carbono e nitrogênio entre 20:1 e 30:1.

2.1 Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os resíduos sólidos podem ser definidos como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

Estes resíduos são compostos, basicamente, por resíduos orgânicos e inorgânicos, compreendendo restos de alimentos, papel, plástico, vidro, metal, dentre outros. Depois de recolhidos, estes resíduos são direcionados para algum local de armazenamento, seja lixões, aterros controlados ou aterros sanitários (MELLO, 2016).

O aterro sanitário consiste na forma mais adequada de destinação de resíduos sólidos, sendo o método mais utilizado no Brasil e no mundo. Segundo Ferreira (2018), a construção destes aterros deve ser feita obedecendo a normas técnicas específicas, e a operação deve ser realizada de modo a evitar problemas relacionados à poluição do solo, lençóis freáticos e ar.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho é um estudo de caso de caráter descritivo. Para a realização do mesmo, inicialmente, foi feita uma revisão bibliográfica sobre o tema, para fins de aprofundamento teórico sobre o assunto.

Posteriormente, foi realizada visita à usina a ser estudada, para compreensão do processo, obtenção de dados e fotos necessários para o trabalho. Nesta visita, inicialmente, houve observação em campo e apresentação das instalações físicas da planta pelo gerente da usina, possibilitando o conhecimento e visualização de todos os equipamentos que compõem o sistema, bem como de sua função no processo. Nesta oportunidade, foi possível ter acesso a manuais de operação, planilhas com informações da empresa pertinentes ao estudo, além de acesso a imagens da planta. Além disso, utilizamos o site da empresa para a obtenção de quaisquer outras informações que, por algum motivo, não puderam ser colhidas através dos meios aqui citados.

A última etapa consistiu na organização e na análise destes dados, resultando na execução do presente trabalho, utilizando os dados obtidos, conforme descrito acima, para realizar, da melhor forma possível, a descrição de todo o processo da usina de geração de energia através do biogás extraído do aterro sanitário, conforme estabelecido no objetivo.

A usina encontra-se alocada dentro do aterro sanitário da cidade de Uberlândia, que tem uma população de aproximadamente 700.000 Habitantes. O aterro, que foi inaugurado no ano de 2010, possui área de aproximadamente 400.000m² e já recebeu cerca de dois milhões de toneladas de resíduos sólidos.

Em funcionamento desde 2011, esta empresa é a segunda planta movida a biogás de aterro sanitário do estado de Minas Gerais e a quinta usina deste tipo instalada no Brasil, tendo sido projetada para operar, no máximo, com quatro grupos motogeradores, resultando em uma potência total de 5,7 MW.

A venda da energia gerada na usina é realizada através do mercado livre de energia. A empresa enquadra-se na modalidade ACL (Ambiente de Contratação Livre), na qual a negociação é feita diretamente com os clientes, através de contratos bilaterais, com condições de fornecimento como preço, prazo e quantidade livremente negociadas. A empresa realiza a venda da energia gerada através de contratos anuais, e a venda da energia excedente é realizada mensalmente, no mercado livre de energia.

A produção na usina é de energia incentivada, que é o tipo de energia cujas fontes de geração são solar, eólica ou biomassa, com potência igual ou inferior a 30.000 kW. Para aquisição deste tipo de energia, os consumidores têm direito à redução de 50% a 100% nas tarifas de uso de transmissão e distribuição, já que o processo para geração deste tipo de energia é bem mais caro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Funcionamento do sistema de extração e purificação do biogás

Para a extração do biogás do aterro, existem, na planta, nove subestações de regulação, todas devidamente identificadas em campo, e um coletor de reagrupamento. O coletor recebe biogás das nove subestações e, assim como estas, possui uma saída, que leva o biogás para a estação de aspiração. Para ligar os coletores de reagrupamento à estação de aspiração, utiliza-se um tubo de polietileno de alta densidade (PEAD) de diâmetro igual a 250 mm.

Toda a planta possui equipamento reserva para manutenções preventivas e manutenções corretivas que vierem a acontecer durante sua operação, e todo o processo de operação da usina é automatizado. A Figura 01 representa uma subestação de regulação de fluxo existente na usina.

Figura 01 - Subestações de regulação de fluxo



Fonte: fotografia do autor

O biogás é aspirado por um soprador a uma pressão negativa de 120 mbar e uma temperatura de aproximadamente 40°C. Na entrada da usina de captação, o biogás passa por um filtro separador de gotículas, constituído por uma tela grossa de aço inox, que retém a umidade condensada e particulados grossos. Toda a umidade condensada do biogás é expurgada automaticamente para a linha de descarte de chorume do aterro sanitário e direcionada através de tubulações interligadas entre o aterro sanitário e a estação do Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE).

Em seguida, o biogás é conduzido para um trocador de calor casca e tubo, com capacidade de 3000 m³/h, onde dois fluidos, com diferentes temperaturas, trocam calor através de uma interface metálica. O gás passa pelos tubos do seu interior fazendo troca de calor com o fluido da água, conectado a um chiller, que reduz a temperatura do biogás para aproximadamente 5°C e provoca a condensação de umidade.

Com a temperatura reduzida e a conseqüente formação de líquido condensado, o biogás passa por um segundo filtro separador de gotículas. Em seguida, o biogás é encaminhado aos sopradores, um deles funcionando em stand-by, que são os principais equipamentos da seção, responsáveis por manter a seção de coleta e transporte de biogás sob pressão negativa e, ao mesmo tempo, imprimir pressão positiva suficiente ao fluxo que alimenta o flare enclausurado e os grupos eletrógenos.

A pressão aplicada pelos sopradores às linhas pode ser determinada pelos operadores da planta, através do CLP, que ajusta o inversor de frequência que trabalha em conjunto com os sopradores, de acordo com a qualidade do biogás gerado pelo aterro.

O fluxo do biogás pode ser direcionado através de uma válvula de abertura/fechamento automática, para somente queima nos grupos eletrógenos, somente queima em flare ou queima proporcional em ambos ao mesmo tempo, com a proporção definida pelo operador.

4.2 Subestação de integração

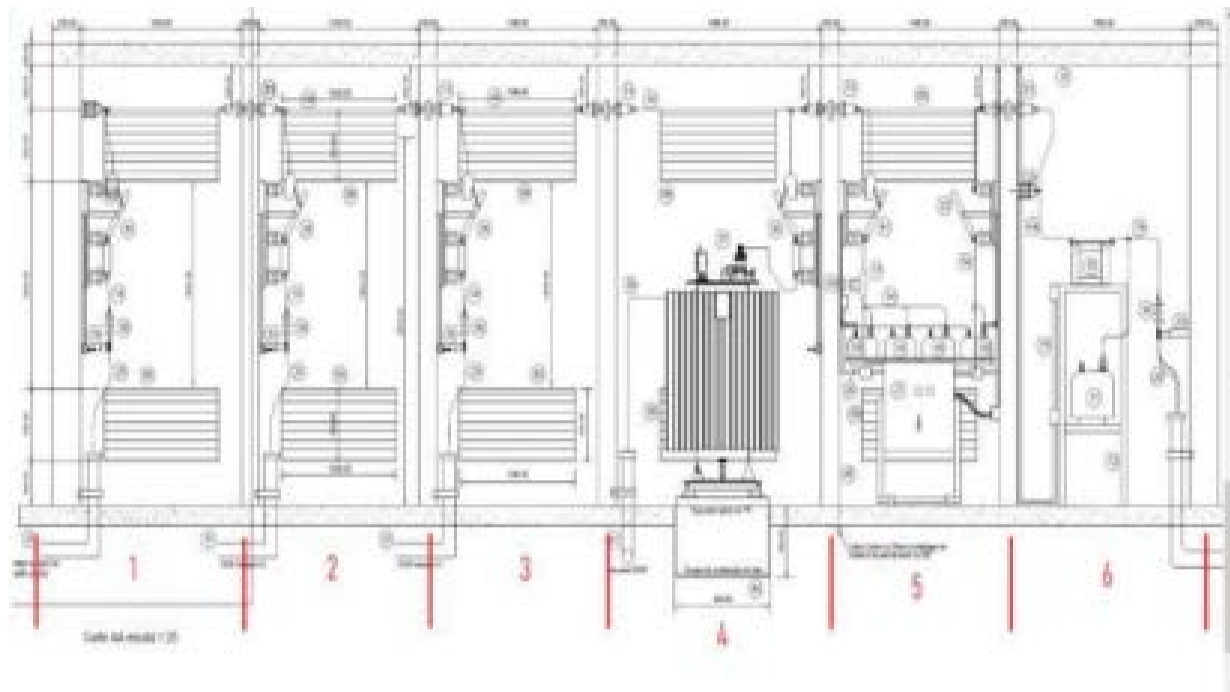
A subestação de integração é construída em alvenaria e composta por seis baias no total, sendo as baias 1, 2 e 3 de entrada, equipadas com chave seccionadoras para acoplar/desacoplar e fusíveis 150A de proteção. Cada baia de entrada está conectada a uma subestação de elevação. A quarta baia é destinada para autoconsumo da usina e equipada com transformador 500 kVA, com tensão 13,8 kV/380V/220V e chave seccionadora para acoplar/desacoplar e fusíveis 150A de proteção. Para sustentar os auxiliares da planta, parte da energia gerada será utilizada. A energia consumida pela planta gira em torno de 150 kVA, dependendo dos inversores dos sopradores.

A quinta baia é a de proteção geral e é composta por uma chave de abertura sob carga, quatro transformadores de potência (TPs) para proteção, um disjuntor a vácuo motorizado com bobina de abertura e fechamento, da marca Siemens.

A sexta baia de medição é composta por três transformadores de corrente (TCs) e 3 TPs de medição interligados ao medidor de energia padronizado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e aprovados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e pela Cemig, sendo que, após os barramentos de medição, é feita a conexão com a rede da Cemig.

A Figura 2 representa o diagrama elétrico da subestação de integração, contendo as seis baias:

Figura 2 - Diagrama Subestação



Fonte: Autor

4.3 Processo de acionamento e desligamento dos grupos geradores

O acionamento do grupo é realizado através de chaves presentes no quadro de comando e visualização através do monitor de interface do sistema. Algumas verificações devem ser feitas antes do acionamento, como nível de óleo, pressão do biogás, pressão da água de refrigeração, tensão e frequência da rede Cemig. Se esses procedimentos não forem realizados, o grupo poderá se danificar ou não acionar. O desligamento dos grupos também é realizado no quadro de comando. O acionamento e desligamento do grupo só devem ser realizados pelos funcionários autorizados, salvo em casos de emergência, quando o botão de emergência deverá ser utilizado. Além disso, o grupo eletrogênio é preparado para desligar automaticamente caso seja detectada alguma anomalia crítica no seu funcionamento. Nesse caso, devem ser investigadas as causas e solucionados os fatores que ocasionaram a parada.

5 CONCLUSÃO

A geração de energia de forma consciente e sustentável é fundamental para a construção de um futuro em que a tecnologia e o mercado de consumo possam seguir consonantes a conservação do meio ambiente. É de conhecimento comum que as formas convencionais de geração de energia, altamente poluidoras, não satisfazem mais as necessidades do mundo moderno, sendo necessário o estudo de novas tecnologias de geração de energia de forma limpa e renovável, que possam diversificar a matriz energética de acordo com as possibilidades de cada região.

Neste âmbito, a utilização do biogás para a geração de energia trata-se de uma alternativa promissora no caminho da sustentabilidade, ao se utilizar um gás com alto potencial poluidor para a geração de energia “verde”. Ações como esta influenciam positivamente a administração dos municípios, promovendo a gestão eficiente de resíduos, além de gerar empregos e incentivar o desenvolvimento econômico.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004**: Resíduos Sólidos. Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ARAÚJO, Ana Paula Caixeta. **Produção de Biogás a Partir de Resíduos Orgânicos Utilizando Biodigestor Anaeróbico**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

CANDIANI, Giovano; SILVA, Marcos Roberto de Moraes da. Análise do Biogás no aterro Sanitário Caieiras. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v.32, n.1, p.60-77, jan/mar 2011.

FERREIRA, André Luiz. Aterro sanitário. Portal Resíduos Sólidos, 15 jun. 2018. **Portal Resíduos Sólidos**. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/aterro-sanitario>

ICLEI. **Manual para Aproveitamento do Biogás**: volume 1, Aterros Sanitários. ICLEI - Governo Locais pela Sustentabilidade, Secretariado para América Latina e Caribe, Escritório de Projetos no Brasil: São Paulo, 2009.

MELLO, Andriele Rimoldi. **Avaliação do Potencial Energético do Biogás Gerado em Aterros Sanitários que Atendem Diferentes Faixas Populacionais**. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2016.

PECORA, Vanessa. **Implantação de uma Unidade Demonstrativa de Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás de Tratamento do Esgoto Residencial da USP** - Estudo de Caso. Dissertação (Pós-graduação em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SALOMON, Karina Ribeiro. **Avaliação Técnico-econômica e Ambiental da Utilização do Biogás Proveniente da Biodigestão da Vinhaça em Tecnologia para Geração de eletricidade**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.

SOUZA, J. D.; SOUZA, S. N. M. D.; MACHADO, P. R. M. Desempenho de um motor ciclo otto utilizando biogás como combustível. **Enc. Energ. Meio Rural**. [S.l.; s.n.], 2004.

Ler e Navegar



○ CREA-MG E OS ODS



PROINFÂNCIA

O Crea-MG está acompanhando e monitorando a implementação da política pública estabelecida pelo Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância). Essa é uma ação do Conselho que contribui para a proteção da sociedade.

Motivado por um Termo de Cooperação Técnica firmado com o Ministério Público do Estado de Minas Gerais (MPMG) e o Conselho de Arquitetura de Minas Gerais (CAU-MG), o Crea-MG está fiscalizando as obras das escolas contempladas pelo programa no estado e informando ao MPMG o andamento dessas obras. Das mais de 700 escolas, 90% ficaram a cargo do Crea-MG e as outras 10%, do CAU-MG.



EDUCAÇÃO DE QUALIDADE

FISCALIZAÇÃO DE BARRAGENS

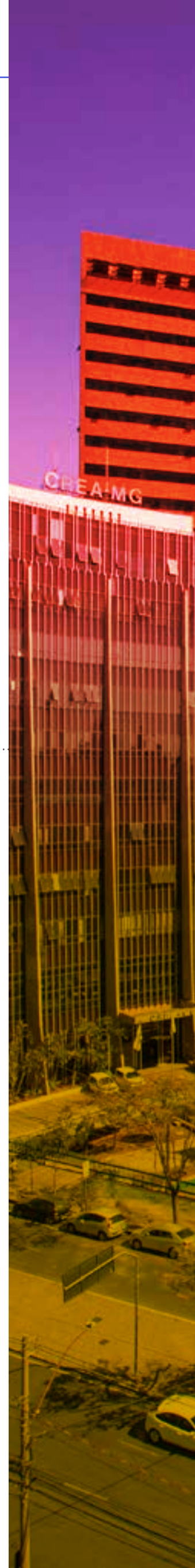
Com este esforço, o Crea-MG objetiva colaborar com a fiscalização das barragens de rejeito industrial, da mineração e de água, com o intuito de avaliar a segurança por meio da atuação correta dos profissionais da Engenharia. Para facilitar o encaminhamento da documentação, o Conselho criou uma área específica para essa finalidade no endereço:



INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA



CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



AJUDANDO A SALVAR VIDAS

A engenharia ajuda a salvar vidas nos estabelecimentos assistenciais de saúde. Isso porque uma boa gestão dos serviços de manutenção pode reduzir os índices de erros e acidentes causados por problemas em equipamentos danificados ou não calibrados e infraestrutura, como falta de energia elétrica e falha no fornecimento de oxigênio ou inadequada gestão de resíduos perigosos.

SAIBA MAIS EM:



SAÚDE E BEM-ESTAR



8 PONTOS ESSENCIAIS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei 14.026/2020), que alterou a Lei

de Diretrizes Nacionais do Saneamento Básico (Lei 11.445/2007), trouxe mudanças significativas. A principal delas, a responsabilidade atribuída aos gestores municipais. Pensando nisso, o Crea-MG preparou uma síntese com alguns temas fundamentais para auxiliar na identificação e entendimento das obrigações legais, alternativas e informações necessárias para a tomada de decisão do município, frente às novas obrigações.

CONFIRA:



ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



PROGRAMA MULHER

O Crea-MG aderiu ao Programa Mulher com o compromisso de consolidar, no estado, o protagonismo das mulheres na engenharia, na agronomia e nas geociências. O objetivo é fomentar a elaboração de políticas de incentivo à atuação e ao protagonismo das mulheres dentro das diversas entidades de classe e regionais, diminuindo a discrepância entre homens e mulheres no meio tecnológico.

SAIBA MAIS:



IGUALDADE DE GÊNERO



EXCELÊNCIA NO ATENDIMENTO É NOSSO COMPROMISSO COM VOCÊ

O Crea-MG leva a sério o compromisso de atender cada vez melhor aos profissionais, às empresas e à sociedade. Para isso, busca simplificar seus processos e manter atualizados diversos canais de atendimento.

CONFIRA OS CANAIS DE ATENDIMENTO:



PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES



PORTAL DA TRANSPARÊNCIA

No Portal da Transparência e Prestação de Contas é possível acessar os demonstrativos financeiros da gestão mês a mês. O Conselho se preocupa em garantir o acesso aos dados financeiros, além de muitos outros, porque acredita que a transparência é um importante instrumento de melhoria da gestão pública.

ACESSE O PORTAL DA TRANSPARÊNCIA:



PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES



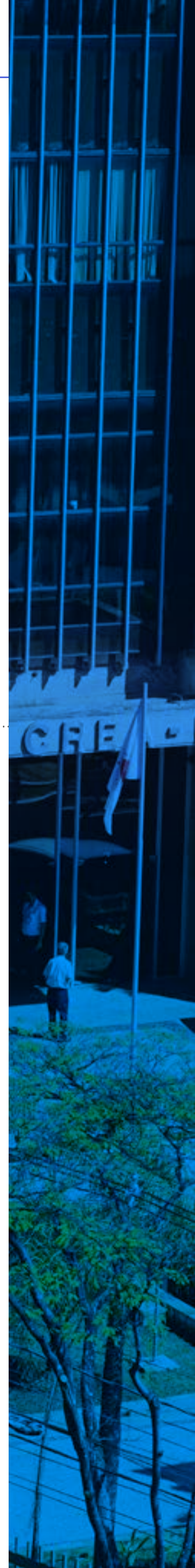
CONCILIAÇÃO, MEDIAÇÃO E ARBITRAGEM

A Câmara de Conciliação, Mediação e Arbitragem do Crea-MG, na missão de buscar contribuir para a pacificação da sociedade, tem a finalidade de oferecer instrumentos para resolução de conflitos entre pessoas físicas ou jurídicas ligadas às áreas abrangidas pelo Sistema Confea/Crea.

ACESSE OS SERVIÇOS DA CMA/CREA-MG:



PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES



ENGENHARIA E SUSTENTABILIDADE

A série de cartilhas, composta por cinco volumes, tem o propósito de disseminar conhecimento, estratégias e ferramentas para integrar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) ao exercício das profissões da engenharia, da agronomia e das geociências.



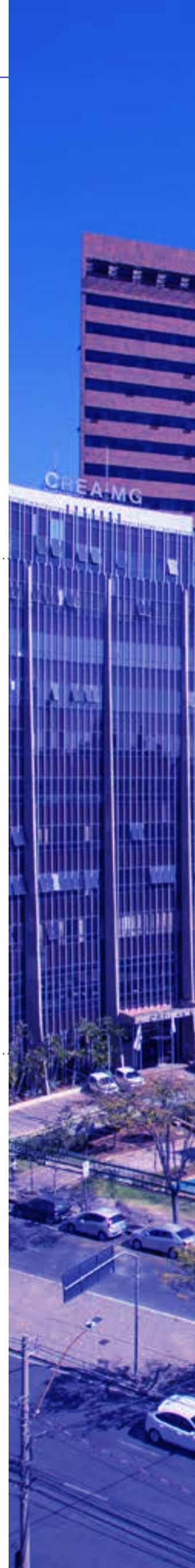
IDEIAS E SOLUÇÕES PARA OS MUNICÍPIOS

A publicação traz as contribuições da engenharia da agronomia e das geociências para os municípios nos eixos rodovias, alimentos, meio ambiente, impacto das chuvas, urbanicidade e valorização das profissões. Aborda ainda a participação democrática na construção das soluções e destaca a importância do planejamento para a execução dos projetos.



UM BOM CONSELHO

Os podcasts abordam temas como Cenários Econômicos, Engenharia e Saúde, Saneamento e recursos hídricos. A ideia é trazer as contribuições dos profissionais de engenharia, agronomia e das geociências para questões que impactam toda a sociedade. O material está disponível no spotify.



AGENDA LEGISLATIVA PRIORITÁRIA DO SISTEMA CONFEA/CREA

Elenca de forma clara e objetiva as proposições legislativas prioritárias de interesse do Sistema Confea/Crea e Mútua. Este trabalho visa a promover o diálogo permanente e democrático com vistas à proteção da sociedade e à construção de um Brasil com mais infraestrutura, tecnologia, produtividade e desenvolvimento nacional.



VÉRTICE TÉCNICA

As edições da revista reúnem, além de artigos técnicos, reflexões sobre o fazer da ciência e suas relações com as questões cotidianas. Inovação, Divulgação Científica e Saneamento foram temas de edições anteriores.



CÓDIGO DE ÉTICA PROFISSIONAL DA ENGENHARIA DA AGRONOMIA DA GEOLOGIA DA GEOGRAFIA E DA METEOROLOGIA

O Código de Ética das profissões reunidas pelo Sistema Confea/Crea - está definido na Lei 5.194/1966 que regulamenta as atividades da Engenharia Agronomia e Geociências. O documento tem disposições de caráter universal e atemporal e seu principal objetivo é valorizar os aspectos social e ambiental de maneira a proteger a sociedade.



Acompanhe
o Crea-MG nas
mídias sociais!



/Crea_Minas



company/creamg



@crea_minas



Para receber notícias do Crea-MG,
cadastre-se:
bit.ly/WhatsAppCreaMG



CREA-MG
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia de Minas Gerais