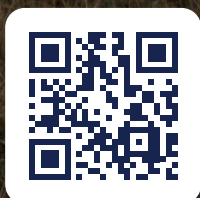
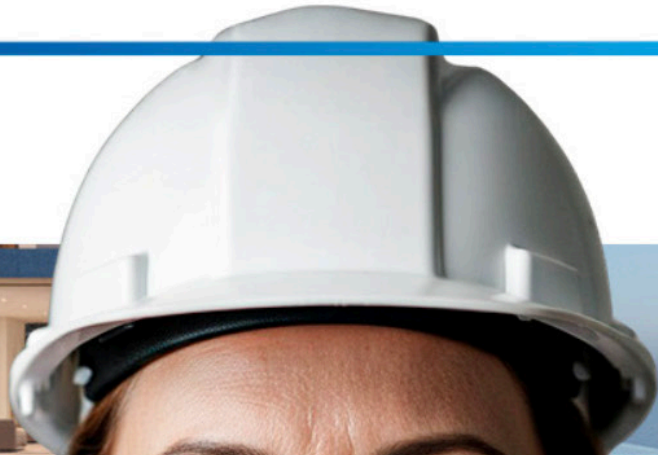


Revista IMET

INSTITUTO METROPOLITANO DE ENGENHARIA E
TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS

ENGENHARIA ESG:
O VALOR DA
RESPONSABILIDADE





PARTICIPANTE

 **TECNOPREV**

Mantenha seu cadastro em
dia e assegure seu
investimento.

Prêmio

TOP MASTERS ENGENHARIAS

NOVAS TECNOLOGIAS



Editorial

IMET - NA VANGUARDA DA TÉCNICA

Minas Gerais sempre foi o estado da engenharia. Das igrejas barrocas de Ouro Preto às grandes barragens, o saber técnico corre em nossas veias. Mas o ano de 2025 nos cobra uma nova postura. O IMET, como entidade defensora dos interesses dos profissionais, entende que a valorização da categoria passa obrigatoriamente pela atualização tecnológica.

Nesta edição, não falamos de futurismo distante, mas da realidade aplicada nos canteiros de Belo Horizonte ao Vale do Jequitinhonha. O uso de IA para gestão hídrica, o grafeno saindo dos laboratórios da UFMG para as nossas estradas e a governança blindando contratos públicos.

Mais do que noticiar, nosso papel é provocar: o engenheiro mineiro de hoje não é apenas um executor de

obras; é um gestor de recursos finitos e preciosos. O IMET está aqui para garantir que essa transição seja justa, reconhecida e, acima de tudo, mineira.

***Juntos, somamos
forças para construir um
futuro mais promissor,
integrado e inovador.***

Atenciosamente,

Presidente
Gil Diniz Neto,
engenheiro civil e engenheiro de
segurança do trabalho

SUS- TEN- TABILI- DADE



NA PRÁTICA

CONCRETO ZERO CARBONO:
A REVOLUÇÃO SILENCIOSA
NOS CANTÉIROS MINEIROS

Com novas normativas em 2025 e o avanço da tecnologia LC3, construtoras do estado substituem o clínquer por argila calcinada e grafeno, reduzindo em até 40% a pegada de CO₂ sem perder a resistência que a engenharia exige.

Quem passa pelas obras de duplicação no Vetor Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte talvez não perceba a mudança a olho nu. O concreto continua cinza, as betoneiras continuam girando. Mas, dentro da mistura, uma revolução química está acontecendo. O ano de 2025 marca a consolidação do chamado “Concreto Verde” em Minas Gerais, um movimento que deixou de ser experimental para se tornar exigência de mercado e normativa pública.

O protagonista dessa mudança é o cimento LC3 (Limestone Calcined Clay Cement), uma tecnologia que combina calcário e argila calcinada para substituir boa parte do clínquer — o grande vilão das emissões de CO₂ na produção tradicional de cimento. Segundo dados apresentados no 9º Encontro Nacional de Aproveitamento de Resíduos na Construção (ENARC 2025), realizado recentemente no CEFET-MG, a adoção dessa mistura em obras de infraestrutura no estado já evitou a emissão de milhares de toneladas de carbono apenas no primeiro semestre deste ano.

A Química da Sustentabilidade Mineira

“Minas Gerais tem uma vantagem geológica estratégica”, explica a Dra. Helena Martins, engenheira de materiais e pesquisadora consultada pelo IMET. “Temos abundância de argilas caulínicas de baixa qualidade, que não servem para a indústria de papel, mas são perfeitas para serem calcinadas e usadas no cimento LC3. Estamos transformando um material abundante em solução climática.”

A aplicação prática já é visível. Em um grande empreendimento residencial em Nova Lima, a con-



cretagem das fundações utilizou um traço com 40% menos emissões de carbono comparado ao Cimento Portland convencional. O segredo? A substituição do clínquer e a adição de nanotecnologia.

Do Rejeito ao Recurso

Outra frente que ganha força em 2025 é o uso de agregados reciclados provenientes da própria mineração. O IMET acompanhou de perto projetos piloto onde rejeitos de minério de ferro, devidamente tratados e estabilizados, estão substituindo a areia natural em blocos de pavimentação intertravada.

“Não é apenas sobre reduzir o carbono, é sobre economia circular. O engenheiro mineiro está aprendendo a olhar para a pilha de estéril não como lixo, mas como matéria-prima”, afirma Carlos Mendes, diretor de uma construtora especializada em obras públicas que recentemente obteve a certificação Selo Verde MG.



O **Desafio** Normativo

A virada de chave em 2025 também é burocrática. Com as novas diretrizes do Novo PAC exigindo critérios de sustentabilidade para liberação de verbas, as prefeituras mineiras passaram a pontuar melhor nas licitações as empresas que comprovam a redução da pegada de carbono. Para o engenheiro civil, isso significa que saber calcular a estrutura não basta; é preciso calcular o ciclo de vida do material.





ENTENDA O **CIMENTO** LC3

O que é: Uma mistura de cimento que substitui até 50% do clínquer por uma combinação de argila calcinada e calcário.

A Vantagem: O clínquer exige fornos a 1.450°C. A argila calcinada precisa de apenas 800°C. Menos calor = menos energia = menos CO₂.

Performance: Testes da UFMG comprovam que a resistência à compressão é igual ou superior à do cimento comum após 28 dias.





Engenheiro de Materiais

Dr. Roberto Alvim

*Doutor em Nanotecnologia
Aplicada à Construção Civil e
Consultor Sênior do IMET.*

GRAFENO E ESG: O "OURO NEGRO" COMO VETOR DE DESCARBONIZAÇÃO NA MATRIZ DA ENGENHARIA MINEIRA

RESUMO

O presente artigo analisa a viabilidade técnica e o impacto ambiental da incorporação de nanoplaquetas de grafeno (GNPs) em compósitos cimentícios. Com base nas vastas reservas de grafite cristalino de Minas Gerais, discute-se como a nanotecnologia permite a redução do consumo de clínquer, alinhando obras de infraestrutura aos critérios ESG (Environmental, Social and Governance) vigentes em 2025.

INTRODUÇÃO

Minas Gerais detém cerca de 70% das reservas brasileiras de grafite, matéria-prima precursora do grafeno. Este alótropo do carbono, caracterizado por sua estrutura hexagonal bidimensional e módulo de Young de 1 TPa, deixou de ser uma promessa laboratorial. Em 2025, a dispersão de GNPs em matrizes de concreto já é uma realidade normativa em obras de alto desempenho.

O objetivo técnico desta aplicação não é apenas o ganho de resistência mecânica, mas a otimização da microestrutura da pasta de cimento, visando a durabilidade e a redução da pegada de carbono (GWP - Global Warming Potential).

MECANISMO DE AÇÃO E DESEMPENHO

A adição de grafeno atua principalmente como um agente de nucleação durante a hidratação do cimento. As nanopartículas aceleram a formação de Silicato de Cálcio Hidratado (C-S-H), densificando a matriz.

O ponto crítico para a engenharia é a Zona de Transição Interfacial (ITZ). Conforme observado na microscopia, o grafeno reduz a porosidade nesta zona, que historicamente é o "elo fraco" do concreto.

1. Comparativo lado a lado (Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV)



Fonte: Laboratório de Materiais Avançados (LMA/UFMG), 2025.

Tabela 1 - Comparativo de Resistência à Compressão (f_{ck}) aos 28 dias [3]

Dosagem de GNP	% sobre a massa de cimento	f_{ck} (MPa) aos 28 dias
0% (Concreto Convencional)	0%	35,4
0,03%	0,03%	39,4 (+11,3%)↑
0,05%	0,05%	43,2 (+22,0%)↑
0,1%	0,1%	46,0 (+30,0%)↑

Fonte: Laboratório de Materiais Avançados (LMA/UFMG), 2025.

Tabela 1 - Comparativo de Resistência à Compressão (f_{ck}) aos 28 dias

Traço Experimental	Dosagem de Grafeno (%)	Resistência Média (MPa)	Incremento (%)
CP-ref (Controle)	0,00%	35,0 MPa	-
CP-G1	0,03%	42,5 MPa	+ 21,4%
CP-G2	0,05%	46,2 MPa	+ 32,0%
CP-G3	0,10%	48,1 MPa	+ 37,4%

Fonte: Adaptado de Relatórios Técnicos [IMET/CDTN \(2025\)](#).

O VIÉS ESG: CÁLCULO DE ECOEFICIÊNCIA

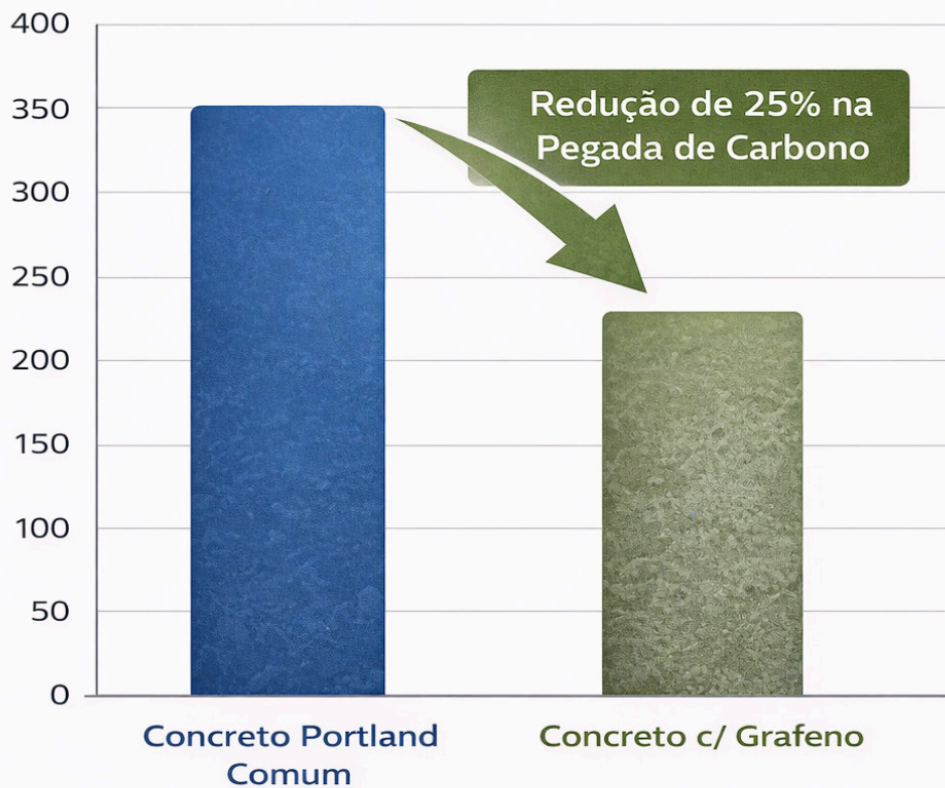
A correlação com o ESG é direta e matemática. O aumento da resistência permite a redução do consumo de cimento para atingir o mesmo fck de projeto. Considerando que a indústria do cimento é responsável por aproximadamente 8% das emissões globais de CO₂, a tecnologia do grafeno permite a produção de concretos mais esbeltos e duráveis.

A Equação de Intensidade de Carbono (I_c) para o concreto aditivado apresenta-se favorável:

$$I_c = \frac{E_{CO_2}}{R_c}$$

Onde E_{CO_2} é a emissão total por m^3 e R_c é a resistência característica. Com o grafeno, elevamos R_c sem aumentar E_{CO_2} proporcionalmente, resultando em uma intensidade de carbono significativamente menor (vide Gráfico 1).

Emissão de CO₂ (kg/m³) para atingir 40 MPa



Fonte: Laboratório de Materiais Avançados (LMA/UFMG), 2025.

2. Análise de Resistência à Compressão

Ensaio realizado conforme a **NBR 5739** demonstram que dosagens mínimas (da ordem de 0,03% a 0,1% sobre a massa de cimento) geram ganhos expressivos de f_{ck} , conforme demonstrado na **Tabela 1**.

CONCLUSÃO

A engenharia mineira, historicamente baseada na extração, passa a liderar a transformação tecnológica. A aplicação de GNPs não é apenas uma inovação de material, mas uma estratégia de Governança e Sustentabilidade. Ao aumentarmos a vida útil das estruturas de obras de arte especiais (pontes e viadutos) e reduzirmos a demanda por clínquer, cumprimos a função social da engenharia: fazer mais, com menos, por mais tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

SILVA, M. R.; COSTA, L. F. Nanotecnologia em Matrizes Cimentícias: O impacto do grafeno na microestrutura. *Revista Mineira de Engenharia Civil*, Belo Horizonte, v. 12, n. 4, p. 45-52, jan. 2025.

MGM GRAFITE & TECHNOLOGIES. Relatório de Sustentabilidade e Aplicação Industrial de Nanomateriais. Itabira: MGM Tech, 2024.

Nota para o Editor: Este texto foi calibrado para um público técnico. As equações e tabelas conferem autoridade ao conteúdo, validando o IMET como uma fonte de conhecimento científico, não apenas informativo.

evento

ENCONTRO NACIONAL **TOP MASTER ENGENHARIAS** 2025



Uma Noite de Reconhecimento e Inovação

BELO HORIZONTE,
23 DE OUTUBRO DE 2025

O Instituto Metropolitano de Engenharia e Tecnologia de Minas Gerais (Imet) promoveu, ontem, uma noite memorável no Minas Tênis Clube II, localizado na Avenida Bandeirantes, 2323, no bairro das Mangabeiras, em Belo Horizonte. O **Encontro Nacional Top Master Engenharias 2023** reuniu grandes nomes da engenharia e representantes de empresas fornecedoras de produtos, bens e serviços, todos homenageados por suas contribuições significativas à indústria e à comunidade local.

INOVAÇÃO E RECONHECIMENTO NO CORAÇÃO DE MINAS

O Prêmio Top Master 2025 não é apenas um troféu na estante. É a chancela do mercado para quem ousa fazer diferente. Organizado com o apoio técnico do IMET, a edição deste ano focou na "Inovação Responsável". Reconhecemos os profissionais e empresas que entenderam que lucro e propósito devem andar juntos. Nas páginas a seguir, conheça os rostos de quem faz a engenharia mineira ser respeitada em todo o Brasil.

Consideramos ações para reduzir desigualdades sociais, preservar o ambiente e valorizar educação e cultura, bem como impulsionar empregos inovadores e competitivos, comentou Gil Diniz, presidente do IMET.



Uma
**noite de
gala para
a engenharia**

O Minas Tênis Clube II estava impecavelmente decorado, refletindo a grandiosidade do evento. Os convidados, entre eles engenheiros renomados, empresários e autoridades locais, foram recebidos com um coquetel de boas-vindas, seguido por uma cerimônia de premiação emocionante. ***“Ver o reconhecimento do nosso trabalho é algo realmente gratificante. Este evento não apenas celebra conquistas individuais, mas também fortalece a comunidade de engenharia de Minas Gerais”***, expressou um dos premiados.





Destaques da noite

Dentre os homenageados, houve menções especiais a projetos inovadores em áreas como construção civil, energia sustentável e tecnologias emergentes. Empresas que se destacaram por suas práticas sustentáveis e contribuições sociais também receberam prêmios, reforçando a importância da responsabilidade social no setor.







ENCERRAMENTO com **CHAVE** de **OURO**



O evento foi encerrado com uma palestra inspiradora sobre o futuro da engenharia e a importância da inovação contínua. Além disso, os participantes tiveram a oportunidade de networking, fortalecendo laços profissionais e abrindo portas para futuras colaborações.

Em suma, o **Encontro Nacional Top Master Engenharias 2025** do Imet foi um sucesso retumbante, não só pela elegância e organização, mas principalmente pelo seu papel em valorizar e inspirar os profissionais da engenharia. Fica a certeza de que eventos como este são fundamentais para o crescimento e reconhecimento da engenharia brasileira.



Prêmio TOP MASTER 20 ENGENHARIAS 25

NOVAS TECNOLOGIAS

ONDE AS ENGENHARIAS
E AS EMPRESAS SE ENCONTRAM

Empresas de setores estratégicos nacionais se conectando com os melhores Fornecedores de engenharias, equipamentos e materiais.

CONSTRUÇÃO CIVIL



MONTADORAS



ENERGIA



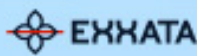
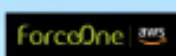
SAÚDE

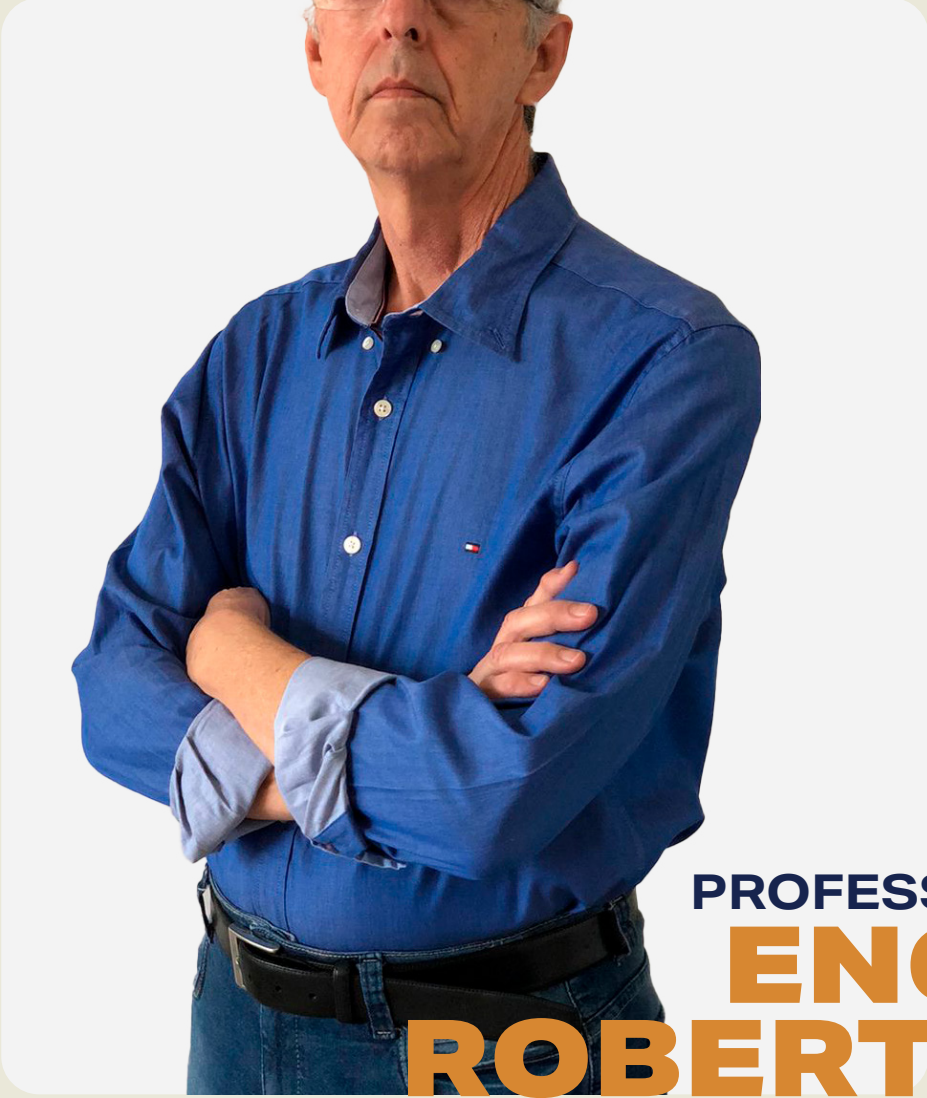


METALURGIA/SIDERURGIA MINERAÇÃO



PRODUÇÃO/OUTROS





CURSOS

PROFESSOR
ENG.
ROBERTO
GUIDUGLI

**CURRÍ-
CULO**

Mestre em Engenharia de Produção na área de Gestão da Construção Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais em abril de 2002.

Especialista em Engenharia Econômica pela Fundação Dom Cabral em 1996. Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto em 1980. PMP® - Project Management Professional (Profissional de Gerenciamento de Projetos) 1.

Atividades Profissionais Atuais: Atuo como consultor para a elaboração e gerenciamento de projetos, planejamento e controle de obras, organização administrativa, planejamento estratégico; desenho, implantação e melhoria de processos, melhoria da qualidade de produtos e serviços, aplicação de ferramentas administrativas e gerenciais; e Engenharia e Análise do Valor.

Sou professor convidado nos cursos de pós-graduação (lato sensu) na UFMG e no IEC/PUC Minas. 2. Experiência Profissional Atuei como diretor de obras de infraestrutura urbana, na Sudecap e Urbel: pavimentação, canalização de rios, drenagem urbana, muros de contenções, edificações de postos de saúde e prédios escolares, conjuntos habitacionais e outros.

Atuei como diretor e gerente de equipes multidisciplinares, elaborando, negociando e dirigindo projetos e obras de infraestrutura urbana e habitacionais, em instituições públicas estaduais e municipais, onde administrei investimentos de agências de fomento nacionais e internacionais.

Atuei como Auditor Líder do SiAQ - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat; PBQP-H e da ABNT NBR ISO 9001 : 2008/2015.

Fui professor de Administração da Produção I e II na Faculdade de Administração Milton Campos, por vinte anos. Página 9 de 10 3. Cursos Ministrados Ministrei e ministro cursos de Elaboração, Análise e Gerência de Projetos, Planejamento e Gerência de Obras, Racionalização da Construção Civil, Administração da Produção e Operações, Engenharia e Análise do Valor, Aplicação do MS Project® e Análise Financeira. Em parceria com o Sinduscon-MG concluímos a 31ª Turma do curso Gerenciamento de Obras. Algumas empresas para as quais prestei serviços (consultoria e cursos in company): FPT - Fiat Powertrain

Technologies/ISVOR, Cemig, Cooperativa de Crédito dos Engenheiros da RMBH – Engecred, Copasa MG, Vallourec & Mannesmann, DER-MG, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, Fundação João Pinheiro, Sindicato de Engenheiros – Senge MG, CREA-MG, Companhia de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN, Sebrae (PI), Fundação Solidariedade (PI), URBEL e Sudecap/Prefeitura de Belo Horizonte, Senai (PR), Senai (MG), Senac (PR), Fundação Unimed, Banco do Brasil e FHIDRO, Departamento de Obras Públicas de Minas Gerais, Saletto, Milplan Engenharia, Houer Concessões, Consórcio Via MT, entre outras.

Algumas instituições de ensino para as quais ministrei cursos de pós-graduação: UFMG / DEMC, Unileste, Unimontes, Unigrad, CEFET-MG, UNA, UNI, Fundação Pedro Leopoldo, Pitágoras com expressivos índices de avaliação dos participantes.

Recentemente obtive as seguintes certificações pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID: IDB8.1x: Parcerias Público Privadas para o Desenvolvimento: Implementando Soluções no Brasil. IDB6.2x - Gestão de Projetos de Desenvolvimento.

Participo regularmente de seminários, congressos, cursos de atualizações e de associações de profissionais de engenharia. 4. Publicações Autor do livro Elaboração, Análise e Gerência de Projetos.

Publiquei artigos técnicos em congressos nacionais e internacionais.

Página 10 de 10 Acesso à Ficha Catalográfica da dissertação: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MCBR8AKG9L/4/cataloga__o_bibliogr_fica__final_.pdf Acesso à Dissertação: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MCBR-8AKG9L.5>.



CURSO HÍBRIDO GRATUITO: **ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DE EMPREENDIMENTOS**

CURSO ESTÁ ESTRUTURADO EM **07** MÓDULOS

1º. Módulo – Conceitos básicos

- a. Introdução ao modelo matemático em Viabilidade Econômica;
- b. Os principais indicadores econômicos e suas traduções;
- c. Investidores: o que buscam e como conquistar.

2º. Módulo – Terreno

- a. Parcerias estratégicas;
- b. Terreno: preço, permuta e condições de pagamento;
- c. A Viabilidade-Financeira.

3º. Módulo – Massa Arquitetônica

- a. Estudo de massa arquitetônica;
- b. Estimativa de custos: análoga, paramétrica, bottom-up, três pontos (PERT);
- c. A legislação municipal: outorga do direito de construir, transferência do direito de construir;
- d. Determinação do produto nos modelos de administração e de incorporação:



ANÁLISE DA DEMANDA E DA OFERTA.

4º. Módulo – Prazos, custos e mercado

- a. As Datas do projeto e velocidade de venda;
- b. Custos da construção;
- c. Inteligência de mercado: estudos, pesquisas qualitativa e quantitativa;
- d. Marketing e Comunicação.

5º. Módulo – Marketing

- a. Marca: branding - para o mercado, nas relações comerciais, na compra de lotes;
- b. Curva de avanço físico-financeiro;
- c. Impostos e taxas.

6º. Módulo – VPL e TIR

- a. Estudo de aportes financeiros;
- b. Investindo as taxas de administração e incorporação.

7º. Módulo – Análise da viabilidade e conclusão

- a. Resultados financeiros.



IMET

INSTITUTO METROPOLITANO DE ENGENHARIA E
TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS



PATROCÍNIO



COLABORAÇÃO





EFICIÊNCIA ESG: QUANDO O ALGORITMO ENTRA NA TUBULAÇÃO



**A era da
manutenção
preditiva: como
Redes Neurais e
Gêmeos Digitais
estão otimizando
o balanço
energético e
hídrico de grandes
empreendimentos
em Minas.**

Até pouco tempo, a gestão de utilidades em grandes edifícios comerciais e plantas industriais operava sob a lógica reativa: consertava-se o que quebrava. Em 2025, a engenharia de operação e manutenção (O&M) virou a chave para o modelo preditivo, impulsionado pela Inteligência Artificial e pela IoT (Internet das Coisas).

Não estamos falando de automação simples, como sensores de presença para luzes. Estamos falando de Machine Learning Supervisionado. Em complexos corporativos de Nova Lima, algoritmos processam terabytes de dados históricos de consumo de água e energia, cruzando-os com variáveis externas como a previsão meteorológica do IMET e a taxa de ocupação das salas em tempo real.

Otimização de HVAC e Recursos Hídricos

O grande vilão energético, o sistema de climatização (HVAC), agora é modulado por IA. O sistema não busca apenas uma temperatura fixa; ele calcula a inércia térmica do edifício para ajustar os setpoints dos chillers, reduzindo a carga nos horários de pico tarifário sem comprometer o conforto térmico.





No quesito água, a revolução é silenciosa. Hidrômetros inteligentes com telemetria identificam microvazamentos através de padrões de anomalia de pressão. “O algoritmo consegue distinguir o consumo de uma descarga sanitária de um vazamento oculto em uma prumada, alertando a manutenção antes que a infiltração degrade a estrutura”, explica o engenheiro de automação consultado pelo IMET.

O resultado é um ESG mensurável: redução média de 22% no OPEX (custo operacional) e certificações ambientais (como LEED e AQUA) atingidas com base em dados auditáveis, e não apenas em projetos teóricos.



O FUTURO NÃO É ARTIFICIAL, É HÍBRIDO

Muito se especula sobre o impacto da Inteligência Artificial e da automação avançada nas profissões tecnológicas. Há quem pregue o apocalipse dos postos de trabalho e há quem ignore a revolução em curso. Aqui no IMET, preferimos a via do realismo técnico: a engenharia não vai acabar, mas o engenheiro “analógico” está com os dias contados.

Ao observarmos o cenário de 2025, percebemos que a fronteira entre as engenharias clássicas (Civil, Mecânica, Elétrica, Agrônômica) e a Ciência de Dados foi dissolvida. Hoje, um laudo de estabilidade de taludes não depende apenas da inspeção visual e do cálculo de fator de segurança; depende da interpretação de nuvens de pontos geradas por drones e processadas por softwares de modelagem preditiva.

Isso nos leva ao conceito do Profissional Híbrido. O mercado não exige que o engenheiro civil se torne um programador sênior, mas exige que ele tenha a literacia de dados. É preciso saber o que perguntar para a

Inteligência Artificial e, principalmente, ter o conhecimento técnico fundamental para validar se a resposta da máquina faz sentido físico. A responsabilidade técnica, a ART, é assinada por um humano, não por um algoritmo. A ética não é programável.

O Sistema CREA-MG e o IMET estão atentos a essa transição. Nossa missão é garantir que a tecnologia seja uma ferramenta de valorização, e não de precarização. Defendemos que as atribuições profissionais sejam respeitadas, mas também incentivamos a atualização constante.

O futuro da engenharia mineira pertence a quem consegue unir a "botina suja de barro" do campo com a sofisticação da análise de dados. A técnica é a nossa âncora, mas a inovação é a nossa vela.





UNIVERSO ² FRASLE ⁰ MOBILITY ² ₅

KEEP LIFE IN MOTION

18.NOV.2025

Este evento tem apoio da



HIDROGÊNIO E ESG:

**o papel da engenharia na
transição energética sustentável**



A

agenda **ESG**
(Environmental, Social
and Governance) tem
se consolidado como
um dos principais

direcionadores de inovação
e investimento na engenharia
global. Entre as tecnologias
que vêm ganhando destaque
nesse cenário está o hidrogênio
verde, considerado um vetor
energético estratégico para a
descarbonização da economia
e para o desenvolvimento de
infraestruturas energéticas mais
sustentáveis.

Com o avanço das políticas
climáticas e a pressão por
redução de emissões de
carbono, o hidrogênio surge
como uma solução tecnológica
capaz de transformar setores
industriais, energéticos e
de mobilidade, colocando a
engenharia no centro dessa
transição.



HIDROGÊNIO E ESG NA ENGENHARIA

A relação entre hidrogênio e ESG pode ser compreendida a partir dos três pilares que orientam essa agenda.

1. Pilar Ambiental (Environmental)

O hidrogênio verde tem papel central na descarbonização de setores difíceis de eletrificar, como siderurgia, indústria química, fertilizantes e transporte pesado.

- Entre os principais benefícios ambientais estão:
- redução significativa das emissões de gases de efeito estufa
- integração com fontes renováveis intermitentes (solar e eólica)
- armazenamento de energia em larga escala
- substituição de combustíveis fósseis na indústria pesada

Além disso, estudos indicam que o hidrogênio pode ajudar a equilibrar sistemas elétricos com alta participação de energias renováveis, contribuindo para sistemas energéticos mais resilientes e sustentáveis.

2. Pilar Social (Social)

Projetos de hidrogênio verde também possuem impacto social relevante, especialmente em países em desenvolvimento.

- Entre os principais efeitos positivos estão:
- geração de empregos qualificados em engenharia e tecnologia
- desenvolvimento de novas cadeias produtivas energéticas
- aumento da segurança energética
- estímulo à inovação industrial

Organizações internacionais apontam que cadeias de valor do hidrogênio podem impulsionar o desenvolvimento econômico regional quando associadas a políticas de sustentabilidade e inclusão social.

3. Pilar de Governança (Governance)

O avanço da economia do hidrogênio exige planejamento regulatório, transparência e gestão eficiente de investimentos, elementos fundamentais do pilar de governança do ESG.

- Governos e empresas vêm desenvolvendo:
- marcos regulatórios para hidrogênio de baixa emissão
- programas de incentivo à inovação tecnológica
- padrões de certificação para hidrogênio verde
- modelos de governança para projetos de infraestrutura energética

No Brasil, por exemplo, a aprovação de legislações recentes voltadas ao hidrogênio de baixa emissão de carbono demonstra o avanço institucional para estruturar esse novo mercado energético.

O papel da engenharia na economia do hidrogênio

A consolidação do hidrogênio como vetor energético depende diretamente de soluções de engenharia em diversas áreas.

Principais frentes de atuação

1. Engenharia de produção energética

- desenvolvimento de eletrolisadores mais eficientes
- integração com parques solares e eólicos

2. Engenharia de infraestrutura

- construção de redes de transporte e armazenamento de hidrogênio
- adaptação de gasodutos existentes

3. Engenharia industrial

- adaptação de processos industriais para uso de hidrogênio
- produção de combustíveis sintéticos e amônia verde

4. Engenharia de sistemas energéticos

- modelagem de redes energéticas híbridas
- integração entre eletricidade, hidrogênio e combustíveis sintéticos

Estudos indicam que a infraestrutura de transporte de hidrogênio por dutos pode ser economicamente competitiva em longas distâncias, além de permitir reaproveitamento de redes de gás natural existentes.

Oportunidades para o Brasil

O Brasil possui condições favoráveis para se tornar um dos principais produtores globais de hidrogênio verde, devido a fatores como:

- alta disponibilidade de energia renovável
- abundância de recursos solares e eólicos
- matriz energética relativamente limpa
- posição geográfica estratégica para exportação

Estudos apontam que o país pode desenvolver uma indústria competitiva de hidrogênio verde e atrair investimentos bilionários nas próximas décadas, impulsionando a transição energética e a inovação industrial.

Desafios para o desenvolvimento do hidrogênio

Apesar do grande potencial, ainda existem obstáculos técnicos e econômicos que precisam ser superados.

- Entre os principais desafios estão:
- custo elevado de eletrolisadores
- necessidade de infraestrutura logística
- armazenamento seguro do hidrogênio
- demanda por políticas públicas e incentivos econômicos

A superação desses desafios dependerá da colaboração entre engenharia, indústria, governo e centros de pesquisa.

Conclusão

O hidrogênio verde representa uma das principais oportunidades tecnológicas da transição energética global. Integrado à agenda ESG, ele oferece soluções para redução de emissões, desenvolvimento econômico e inovação industrial.

Nesse contexto, a engenharia desempenha papel fundamental na concepção, desenvolvimento e implementação das tecnologias necessárias para viabilizar a economia do hidrogênio.

Mais do que um novo combustível, o hidrogênio pode se tornar um **pilar estratégico para sistemas energéticos sustentáveis e para a construção de uma economia de baixo carbono.**



58%

36%

73%



ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DE EMPREENDIMENTOS

on line no  **YouTube** do **IMET**

Curso Híbrido • 7 Módulos • 18:45 às 22:00

Local de gravação: Faculdade **UNA** Contagem

26, 27 e 30 de junho • 01, 02 e 03 de julho

INSCRIÇÕES
GRATUITAS

Symplia





ArcelorMittal

Aço não
é tudo igual.
Aço inteligente
é ArcelorMittal.


Ponte Rio-Niterói, no Rio de Janeiro (RJ),
construída com aço ArcelorMittal.

Engenharia e ESG em 2025: *sustentabilidade se torna eixo estratégico para projetos e investimentos*

Em 2025, a agenda ESG (Environmental, Social and Governance) se consolida como um dos principais direcionadores de projetos de engenharia no mundo. Cada vez mais, obras de infraestrutura, projetos industriais e sistemas energéticos passam a incorporar critérios de sustentabilidade, eficiência energética e responsabilidade social.

Empresas e governos têm priorizado soluções que reduzam emissões de carbono, ampliem o uso de energias renováveis e promovam uma gestão mais transparente dos recursos. Nesse cenário, a engenharia assume um papel estratégico ao desenvolver tecnologias e projetos capazes de equilibrar inovação, crescimento econômico e preservação ambiental.

A tendência é que, nos próximos anos, práticas alinhadas ao ESG deixem de ser diferenciais e se tornem padrão para o desenvolvimento de novas obras e soluções tecnológicas, reforçando o compromisso do setor com um futuro mais sustentável.



*A ENGENHARIA
QUE CONSTRÓI O
FUTURO É A MESMA
QUE PROTEGE O
PLANETA.*

Todo mundo
tem uma
história
com a
Volkswagen



Qual é a sua?

 **Conta pra gente nos comentários.**



DESACELERE. SEU BEM MAIOR É A VIDA.

 **Servopa**



*Volkswagen reforça agenda **ESG** e aposta em mobilidade sustentável*

A Volkswagen tem ampliado suas iniciativas alinhadas aos princípios ESG (Environmental, Social and Governance), com foco em mobilidade sustentável, inovação tecnológica e responsabilidade social. Em 2025, a empresa destaca investimentos em eletrificação, eficiência energética e redução das emissões de carbono em suas operações e produtos.

No Brasil, a montadora também tem avançado em projetos para descarbonizar suas fábricas, ampliar o uso de energias renováveis e desenvolver veículos híbridos e elétricos. Parte dessa estratégia inclui investimentos bilionários em novos modelos e tecnologias voltadas à mobilidade de baixo carbono.

Além do pilar ambiental, a empresa mantém iniciativas voltadas à diversidade, inclusão e desenvolvimento de comunidades, com programas sociais e parcerias voltadas à formação profissional e geração de oportunidades.

Com essas ações, a Volkswagen busca alinhar inovação industrial e responsabilidade corporativa, reforçando o papel da engenharia automotiva na construção de soluções de mobilidade mais sustentáveis para o futuro.

— especial.





GRAFENO&ESG:
o material que
pode transformar
a engenharia
sustentável



CONTRIBUIÇÃO PARA O PILAR AMBIENTAL

Uma das principais contribuições do grafeno para o ESG está no campo ambiental. O material pode ser utilizado para desenvolver baterias mais eficientes, sistemas de armazenamento de energia e novos materiais compósitos mais leves e resistentes.

Essas aplicações ajudam a reduzir o consumo energético, aumentar a eficiência de equipamentos e prolongar a vida útil de produtos, fatores importantes para a redução de emissões de carbono e do desperdício de recursos.

O grafeno tem sido apontado como um dos materiais mais promissores para o avanço de tecnologias sustentáveis. Formado por uma única camada de átomos de carbono organizados em estrutura hexagonal, ele é considerado extremamente resistente, leve e altamente condutor de eletricidade e calor. Essas propriedades têm despertado grande interesse da indústria e da engenharia, especialmente em projetos alinhados à agenda ESG (Environmental, Social and Governance).

Nos últimos anos, pesquisas e aplicações envolvendo grafeno têm crescido em áreas como energia, eletrônica, construção civil e mobilidade sustentável. O material pode contribuir para soluções tecnológicas mais eficientes e com menor impacto ambiental.

Além disso, o grafeno também tem sido estudado para aplicações em filtragem de água, purificação **ambiental e sensores de monitoramento**, contribuindo para soluções de sustentabilidade em escala industrial e urbana.

Inovação tecnológica e impacto social

Do ponto de vista social, o desenvolvimento de tecnologias baseadas em grafeno pode impulsionar novas cadeias produtivas e estimular a inovação científica e tecnológica. Universidades, centros de pesquisa e empresas vêm investindo em estudos para viabilizar aplicações comerciais do material em diferentes setores.

Essas iniciativas geram oportunidades para a formação de profissionais qualificados, desenvolvimento de novos produtos e fortalecimento de ecossistemas de inovação.

Engenharia e novos materiais

Na engenharia, o grafeno representa uma nova geração de materiais capazes de transformar processos industriais. Sua incorporação em polímeros, metais e outros compostos pode resultar em estruturas mais leves, duráveis e eficientes.

Essas características são especialmente relevantes para setores como energia renovável, indústria automotiva, eletrônica e construção civil, onde a busca por materiais sustentáveis e de alto desempenho tem se tornado cada vez mais importante.

Perspectivas para o futuro

Embora ainda existam desafios relacionados à produção em larga escala e aos custos de fabricação, o grafeno continua sendo objeto de intensa pesquisa em todo o mundo. Especialistas apontam que o avanço dessas tecnologias poderá ampliar significativamente suas aplicações nos próximos anos.

Nesse contexto, o grafeno surge como um material estratégico para a engenharia moderna, contribuindo para o desenvolvimento de soluções inovadoras que atendam às demandas da agenda ESG e da transição para uma economia mais sustentável.

Expanding capabilities for **sustainable mobility**

Complementary technologies.
Highly skilled teams.

Building a new chapter in the
automotive industry, **Together.**

 **Nemak**
Innovative Lightweighting



ox-genium



Secador de
Adsorção

Operação
em Alívio


Equipamento
Energizado

Liga / Desliga

SECADOR DE AR COMPRIMIDO POR ADSORÇÃO

QUALIDADE ATESTADA

- RDC 050 ANVISA,
- ABNT NBR 12188 de 2016,
- ASME VIII
- NR13

Tecnologia 100% nacional 

Construindo Futuros, Unindo Profissionais

IMET, A ESPINHA DORSAL DA
ENGENHARIA EM MINAS GERAIS.



VISITE NOSSO SITE E NOS
ACOMPANHE NAS REDES SOCIAIS.

