



Fundação Escola
Politécnica da Bahia

POLITÉCNICA

ANO 17 * EDIÇÃO SEMESTRAL * JUNHO 2025 * ISSN 1809 8169 **41E**

SUCESSO NA FEIRA

IPB alcança novo recorde na Bahia Oil Gas Energy 2025

Nesta edição

- ***Nota máxima para Escola Politécnica no ENADE***
- ***A conscientização ambiental das empresas***
- ***Missão chinesa encontra engenheiros baianos na Poli***
- ***O fantasma da Matemática***



EXPOLENTE

REVISTA POLITÉCNICA

Fundador

JOSÉ GÓES DE ARAÚJO

Coordenadora

CRISTINA DE ABREU SILVEIRA

Colaboradores

JURANDYR SANTOS NOGUEIRA

CAIUBY ALVES DA COSTA

CRISTINA DE ABREU SILVEIRA

DIRETORIA DO IPB

Presidente

JAIR SANTANA DE OLIVEIRA

Vice-Presidente

SILVINO JOSE SILVA BASTOS

Diretor Administrativo

ITAMAR BARRETO PAES

Adjunto: Maria Lucia Correia

Diretor Financeiro

DEOLINDO ZOCATELI

Adjunta: Celielza Lemos

Diretor de Negócios Empresariais

RONALDO ALCANTARA

Adjunto: Carlos Alberto Mattos

Diretor de Programa e Projetos Governamentais

GEORGE GURGEL OLIVEIRA

Adjunto: Ramille Raimundo Pinto

Diretor de Tecnologia, Pesquisa e Capacitação

GERALDO NUNES QUEIROZ

Adjunta: Marcio Luiz Nascimento

Assessorias da Presidência

ANTONIO JOSÉ RIVAS

ADEMARIO SPINOLA

PAULO SCOPETTA SAMPAIO

WALTER BARRETO

Conselho Fiscal

ADONIAS MAGDIEL SILVA FERREIRA

HEYDE JOSE VIVEIROS MAIA

SHEILA BILBY DE OLIVEIRA

Suplentes

ANGELO FREITAS

OSMAR KAUARK CHAGAS DE OLIVEIRA

CONSELHO DELIBERATIVO

Presidente

ANA HELENA HILTNER DE ALMEIDA

Vice-Presidente

ASTHON JOSÉ REIS D'ALC NTARA

Secretária

TERESA CRISTINA BAHIENSE DE SOUSA

Conselheiros

ARTUR CALDAS BRANDÃO

AUGUSTO SAVIO MESQUITA

ARMANDO GOES DE ARAÚJO

CRISTINA DE ABREU SILVEIRA

EDUARDO RAPPEL

HERMIRO TEIXEIRA MENDES FILHO

LUIZ ANIBAL DE OLIVEIRA SANTOS

REINALDO DANTAS SAMPAIO

SERGIO SANTOS FRAGA FARIA

Membros Natos do Conselho Deliberativo

CAIUBY ALVES DA COSTA

ERUNDINO POUSADA PRESA

JOSE CARLOS TORRES

JOSÉ ROGÉRIO DA COSTA VARGENS

LENALDO CANDIDO DE ALMEIDA

LUIS EDMUNDO PRADO DE CAMPOS

MAERBAL BITTENCOURT MARINHO

MAURICIO FRANCO MONTEIRO

TATIANA BITTENCOURT DUMET

CONSELHO EDITORIAL

ADEMAR NOGUEIRA NASCIMENTO

ANAILDE PEREIRA ALMEIDA

CRISTINA DE ABREU SILVEIRA

JURANDYR SANTOS NOGUEIRA

KLEBER FREIRE DA SILVA

REALIZAÇÃO

CASA DO VERSO

Diretor responsável

ANTONIO PASTORI

Programação visual

HECTOR SALAS

Edição

ANTONIO PASTORI

Jornalista responsável

CRISTINA MASCARENHAS - MTB 1957

Fundação Escola Politécnica

Diretor Administrativo

Cristiano Hora de Oliveira Fontes

cristiano.fontes@fepba.org.br

Diretor Financeiro

Carlos Arthur Teixeira Cavalcante

carlos.arthur@fepba.org.br

Superintendente

Robinson Xavier

robinson.xavier@fepba.org.br

Assessora da Diretoria

Tatiane Reis

tatiane.reis@fepba.org.br

Gerente Administrativa

Caroline Argolo

caroline@fepba.org.br

Gerente de Projetos

Bárbara Almeida

barbara@fepba.org.br

Gerente Financeira

Genise Sousa

genise@fepba.org.br

Gerente de Recursos Humanos

Josiene Silva

josiene@fepba.org.br

Gerente de Imóveis

Geisa Carvalho

geisa@fepba.org.br

ÍNDICE

- 02** Expediente
- 03** Índice
- 04** Editorial
- 05** Artigo
Enade: Poli alcança resultado histórico
- 09** Entrevista
Marcelo Embiruçu
- 13** Memória
José Góes de Araujo, um símbolo politécnico
- 17** Artigo
Cidades inteligentes, habitabilidade e meio ambiente em harmonia
- 21** Artigo
ABEQ 50 anos. Novos horizontes na Engenharia Química
- 24** Notícias
A estreia do Policast
- 26** Notícias
- 29** Reportagem
Laboratório Inteligente na UFBA vai auxiliar construção da Ponte Salvador - Itaparica
- 37** Artigo
O impacto do conselho de administração na gestão das mudanças climáticas nos negócios: o caso de empresas brasileiras
- 54** Artigo
O fantasma da matemática

Nossa revista Politécnica, ao longo de suas três décadas de muitas histórias, reverencia a memória de olho no futuro. Uma marca indelével da tríade centenária: o Instituto Politécnico da Bahia, a Escola Politécnica da Bahia e a Fundação Escola Politécnica.

Ao giro contínuo do círculo da história, essa tríade evolui, busca recriar-se a cada trecho percorrido e lança a todos nós o mote seguinte: pensar, fomentar e compartilhar os desafios, para juntos com velhos e novos parceiros, fazer acontecer.

O mote permanece firme.

Em um mundo de rápida evolução tecnológica e lenta revolução social, onde as estruturas sócio-político econômicas não mais respondem as necessidades humanas e clama por mudanças estruturais imediatas, há necessariamente o desenvolvimento sócio econômico de todo projeto de nação cuja base é a engenharia.

O pensamento humano, na busca incessante por solução de problemas, tem como base cinco perguntas fundamentais, todas também básicas seja em um projeto de engenharia ou em qualquer atividade jornalística. Não há nenhuma intenção em desenvolver o assunto, mas deixar uma base para cada leitor pensar, e ele próprio debater e desenvolver os diversos temas que se lhe apresentam num projeto. A primeira pergunta refere-se à natureza do problema:

- O que? Qual é o problema? Essa pergunta desenvolve o tema ou assunto e saber do que se trata;
- Como? Para investigar e analisar como o problema ocorre, como é sua natureza e como uma determinada solução proposta deve ser avaliada e como, ou em que circunstâncias, poderá produzir os resultados esperados ou necessários;
- Quando? Avaliamos aqui se há um aspecto permanente ou se sua ocorrência depende de circunstâncias especiais e quais são essas circunstâncias;
- Onde? Onde o problema ocorre? No próprio produto, na pessoa que utiliza o produto, no ambiente?
- Por quê? Por que o problema existe ou aparece? Qual sua origem? Por que uma determinada solução é a melhor?

EDITORIAL

Para buscarmos as respostas concretas dessas cinco perguntas clássicas, a união de novas gerações aos ensinamentos de uma constelação ímpar dos nossos mestres construtores é imprescindível. É o caminho a seguir. Eles e elas desfilam seus rostos desde de 1897 pelas quatros sedes de um lugar único: A Escola Politécnica da Bahia.

Esperamos que a revista Politécnica atue como estímulo à publicação de artigos, ao debate de problemas de engenharia, com inserção mais ampla deste setor essencial na sociedade e venha a incluir artigos de estudantes de pós-graduação e de especialização.

Ramos fundamentais do desenvolvimento humano estão intrinsecamente ligados às engenharias. São necessidades e desafios que temos pela frente nos próximos anos. Ou seja, o futuro é agora.

Mas boas práticas futuras passam por um componente essencial. O respeito ao passado. É espelhado em novas gerações de engenheiros e engenheiras que fazemos um convite a uma viagem verdadeira: a viagem da memória.

A bordo desta visão necessária, inovações tecnológicas. Sim, olhar para o futuro é assim que se faz.

No fascinante mundo de engenheiras e engenheiros há pensamentos que não morrem E neste editorial os unimos: O de Arquimedes: “Dê-me uma alavanca e um ponto de apoio e eu levantarei o mundo”. Ou de um belo poema de João Cabral de Melo Neto: “O Engenheiro pensa um mundo justo, mundo que nenhum véu encobre”

E pensar em um mundo alavancado e justo, significa construir muito mais pontes do que muros.

É nessa linha de escuta ativa e pensamento produtivo que este número da Revista Politecnica convida o amigo leitor a uma ótima leitura.

Ah! E vale a repetição: O futuro é agora. Afinal, o tempo não para.

A female scientist with glasses and blue gloves is using a pipette to transfer liquid into a small container. The background is a blurred laboratory setting.

POLI ALCANÇA RESULTADO HISTÓRICO

ENADE

POLI ALCANÇA RESULTADO HISTÓRICO

A Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia alcançou resultados históricos na prova do Enade. Com a nota 5 obtida no exame e nota 4 no CPC, o curso de Engenharia Elétrica da UFBA ficou em sexto lugar nacional na prova. O resultado histórico também estabelece a marca do primeiro lugar entre os cursos das regiões Norte e Nordeste do Brasil.

A Prova do Enade é aplicada pelo MEC/INEP para os formandos do curso e objetiva medir a qualidade da formação que o estudante recebeu da sua Instituição de Ensino e do seu Curso. Retrata o que o MEC espera que um formando de um curso domine e demonstre, referente à sua habilidade humana, técnica e profissional.

Já o CPC (Conceito Preliminar de Curso) é um indicador mais amplo da qualidade do curso, levando em consideração não somente a nota da Prova do Enade dos estudantes, como também a Organização Didático-Pedagógica do curso, a infraestrutura e instalações físicas, laboratórios, oportunidade de ampliação da formação, a quantidade de professores mestres e doutores, e o regime de trabalho destes professores.

Este indicador, avaliado ao longo do tempo, é chamado de “CPC Contínuo” do curso, sendo que a Engenharia Elétrica da UFBA





conquistou o 16º lugar entre todos os cursos do Brasil, e o 3º lugar entre estes cursos do Norte / Nordeste.

"Comemoramos esta histórica nota da Prova do Enade, agradecemos e parabenizamos o comprometimento e a responsabilidade, além da preparação técnica destes estudantes da UFBA que se dedicaram e fizeram com afinco a prova em novembro de 2023. Indiscutivelmente, os resultados da Prova do Enade, e do CPC do curso, são fruto de muito trabalho, dedicação e da força coletiva de estudantes, professores, técnicos e de toda a comunidade da Escola Politécnica. Parabéns, Elétrica UFBA", comentou Marcelo Embiruçu, diretor da escola."



O bom desempenho da Poli no ENADE pode ser comprovado com a avaliação dos das outras áreas de graduação da Escola. O curso de Engenharia Civil obteve nota 5 no Enade e nota 4 no CPC. Os cursos de Engenharia de Computação, Engenharia de Produção, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Mecânica, Engenharia Sanitária e Ambiental e Engenharia Química obtiveram nota 4 no Enade e nota 4 no CPC.

Os resultados do ENADE 2023 foram divulgados no final de abril de 2025. E podem ser acompanhados neste link:

https://drive.google.com/file/d/1-SRBGnRpbI9CJA0OYxIzA1Lqe2lcCFAJ/view?usp=share_link

Marcelo Embiruçu

O diretor da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia não esconde a satisfação com as notas alcançadas pela instituição no Exame Nacional de Desempenho Escolar (ENADE). Marcelo Embiruçu alerta, porém, para os desafios constantes de evolução que as entidades públicas têm pela frente neste período de reconstrução das universidades brasileiras após à época de desmonte sofrido entre 2018/2022. Nesta entrevista exclusiva, Marcelo comenta o resultado obtido no ENADE, fruto do empenho coletivo de alunos, professores e trabalhadores da escola.



O senhor já esperava este bom desempenho? Além da Engenharia Elétrica, sete outros cursos de Engenharia da Poli também se destacaram: Civil, Produção, Computação, Controle e Automação, Mecânica, Sanitária e Ambiental e Química ...

Marcelo - Naturalmente nós nunca podemos ter certeza do resultado antes dele vir, mas estávamos, sim, confiantes com um bom resultado. Nós colocamos como meta em nosso Plano de Gestão maximizar a média da nota (CPC) de nossos cursos, ao mesmo tempo garantindo que nenhum deles tivesse uma nota inferior a 4. Alcançamos, assim, nosso objetivo, pois não tivemos nenhum curso com conceito abaixo de 4, portanto todos bem avaliados, e aumentamos a nossa média de 4 para 4,125, com um curso, Engenharia Elétrica, com avaliação máxima. Engenharia Civil também teve um desempenho que merece registro, pois teve, juntamente com Engenharia Elétrica, nota 5 no ENADE (que é um dos itens que compõe a nota CPC), então também neste insumo nós evoluímos, pois na avaliação passada tivemos apenas tivemos 1 curso com nota 5 neste quesito.

Analisando os dados do INEP, observamos que a Bahia também alcançou sexta colocação...

Marcelo - É importante vermos a Bahia avançando na educação, pois historicamente, em termos de indicadores per capita, temos sido um dos piores estados, mesmo no Nordeste. Mas, mais do que isso, é importante que a educação no Brasil seja uma tarefa imprescindível e urgente de todos e para todos. Precisamos, inclusive, abandonar esta visão “competitiva” em que se compara “indivíduos” entre si, sem se perguntar se a qualidade está realmente boa, de forma absoluta, e também não se preocupando muito com a avalia-

ção do “outro”. Educação não é um campeonato de futebol ou uma corrida de carros onde ficamos torcendo para ficar na frente dos outros. Entre tantos problemas que enfrentamos, a desigualdade regional é uma das nossas grandes chagas. Tomando o percentual de cursos com conceito 4 ou 5 como uma medida da qualidade, ver que um estado da federação tem uma qualidade seis (!) vezes maior do que outro é de uma tristeza profunda, uma tragédia. A solidariedade, generosidade e empatia internas, por exemplo, na UE (que é um conjunto de países, com culturas, idiomas e tradições muito diferentes), em termos concretos mesmo, de políticas e de ações, é muito maior do que vemos e praticamos no Brasil, infelizmente para nós brasileiros.



Um dos grandes desafios das instituições de ensino superior no Brasil está o somatório das taxas de desistência acumulada e conclusão acumulada. Na avaliação entre 2017 - 2023 do ENADE, o Curso de Medicina lidera com apenas 4% da taxa de permanência. Observamos que a Engenharia Civil e Engenharia de produção tem altas taxas de desistência. Quais os caminhos que podem ser adotados para mudar este cenário?

Marcelo - Esse é um problema muito sério e complexo, com múltiplas causas e fatores, e ainda insuficientemente estudado e compreendido. Mas, podemos vislumbrar alguns caminhos para melhorar isso: i) políticas de permanência estudantil mais robustas e estáveis, o que pressupõe um financiamento mais adequado para tais políticas; isso ficou ainda mais importante depois das políticas de cotas, pois o perfil médio de nosso alunado é mais vulnerável; ii) políticas internas de acolhimento acadêmico, especialmente em cursos que têm um grau maior de dificuldades, como as engenharias. Seria necessário que as Universidades, em atividades extracurriculares, promovessem o letramento para aqueles estudantes que têm uma maior dificuldade na sua formação acadêmica pregressa (deficiência que também aumentou nos últimos anos, por vários motivos), particularmente nas linguagens (matemática, português, inglês e computação); iii) uma melhor utilização dos Bacharelados Interdisciplinares (BI) na sua função propedêutica. No nosso caso da UFBA, estaremos finalizando esse ano o nosso projeto de área de concentração das engenharias no BI de Ciência e Tecnologia, de forma que estudantes ingressos através do BI já terão cursado parte do curso de engenharia e testado e aprovado o seu desejo e vocação para a área; iv) currículos mais contemporâneos; precisamos ousar mais com currículos mais afeitos às demandas contemporâneas e ao modo de vida atual, aumentando o engajamento e a motivação dos estudantes e ajustando o papel dos professores, inclusive com o uso e o ensino adequados da Inteligência Artificial (IA), uma realidade incontornável; v) maior foco das nossas atividades em coisas que façam, de fato, uma diferença positiva para a sociedade, e a formação dos nossos estudantes de graduação talvez seja a mais importante delas; às vezes nos “distraímos” com muitas

coisas na universidade, e perdemos um pouco o foco do que mais importa; v) especificamente em relação à engenharia, é necessário uma conscientização e valorização da importância da engenharia e, por consequência do seu profissional, por parte do governo, do estado e da sociedade em geral; uma sociedade contemporânea não consegue ter um bom posicionamento no mundo atual sem uma ciência e uma tecnologia fortes, o que pressupõe uma engenharia forte, e para isso é necessário desenvolver políticas e programas para desenvolver a atividade econômica nesses sentidos, o que resulta automaticamente na valorização da carreira, inclusive do ponto de vista remuneratório, aumentando o seu interesse e procura por parte da juventude. Essa lista não é definitiva nem exaustiva, há outras ações e medidas possíveis também.

Quais as políticas públicas que o senhor acredita serem satisfatórias para alcançarmos a equidade entre gêneros e a equidade? Como alcançar resultados melhores no próximo ENADE?

Marcelo - Eu não sou um especialista ou estudioso em relação às questões de gênero, mas me parece que já houve um grande avanço nesta matéria, no sentido de garantir os mesmos direitos a mulheres e homens. A questão da violência contra a mulher ainda é uma coisa que preocupa, apesar de termos tido avanços também, e me parece que a conscientização geral da sociedade de forma continuada, no convívio social, e na educação, principalmente no seio familiar, no sentido de garantir esta convivência com igualdade de direitos e de forma pacífica, amistosa e amorosa é fundamental para “normalizar” este entendimento de equidade de gêneros. Mas, repito, não sou especialista nesta matéria. A engenharia, em que pese ser uma área profissional historicamente mais povoada

por homens, teve a participação feminina grandemente aumentada, com algumas áreas como engenharia de alimentos, engenharia ambiental e engenharia química com participação feminina já majoritária. Em 1986, quando ingressei no curso de graduação em engenharia química da UFBA, a distribuição dos estudantes entre os gêneros já era bastante equilibrada. Naturalmente existem algumas modalidades que parecem atrair mais o interesse feminino, como engenharia de alimentos ou ambiental, do que outras, como engenharia mecânica, mas isso provavelmente se deve aos gostos que são desenvolvidos ao longo da vida, desde a mais tenra infância, na média da cultura de gêneros que vivenciamos. A população geral de estudantes universitários, já há algum tempo, tem maioria feminina.

Em relação à questão racial, me parece que as políticas de cotas têm sido importantes para garantir uma maior equidade nesta matéria. Naturalmente, há questões importantes ainda a avançar, dentre as quais posso citar algumas: i) tais políticas ainda sofrem ataques e boicotes importantes de setores da sociedade com grande poder simbólico e real; ii) há, no Brasil, uma interseccionalidade grande entre as questões raciais e a questão socioeconômica, de forma que é necessário um maior apoio acadêmico e de permanência a essa população, conforme registrei em resposta anterior; iii) embora eu também não seja um estudioso desta matéria, me parece que o acompanhamento e a avaliação do efeito destas políticas ainda deixa bastante a desejar, o que nos impede de aquilatar, da forma mais imparcial possível, os reais efeitos que tais políticas estão tendo, e quais eventuais correções de rota são necessárias, ou seja, é necessário medir melhor os resultados

alcançados pelas políticas de cota de modo a realimentá-los para melhorar tais políticas.

E a perspectiva que o senhor tem para a próxima avaliação e desempenho da Poli? Otimista?

Marcelo - Sim! Nós estamos estudando a implementação de uma sistemática mais, digamos assim, científica de preparação, acompanhamento e avaliação para o ENADE e para a avaliação do INEP. Nesse sentido, vamos acompanhar mais de perto os itens, quesitos, critérios e insumos da avaliação, sempre implantando políticas de apoio, incentivo e avaliação, de forma análoga ao que as boas coordenações de Pós-Graduação fazem em relação à avaliação da CAPES. Vamos também, inclusive em parceria com os estudantes, formulando e implantando ideias, propostas e planos para continuamente aprofundarmos e fortalecermos a autoestima, o engajamento e a motivação deles, bem como o seu senso de pertencimento à nossa querida Escola e sua participação e valorização da experiência acadêmica.



JOSÉ GÓES DE ARAUJO, UM SÍMBOLO POLITÉCNICO

Caiuby Alves da Costa

MEMÓRIA



JOSÉ GÓES DE ARAUJO, UM SÍMBOLO POLITÉCNICO

Por Caiuby Alves da Costa

José Góes de Araújo nasceu na Bahia, 1926, e faleceu em Salvador em 2017, graduou-se em engenharia industrial química em 1948, e em engenharia civil, 1950, pela Escola Politécnica da UFBA, da qual foi professor regente em 1960. Era bisneto de Egas Moniz Barreto de Aragão e Menezes (1841 - 1898), bacharel em direito e nobre brasileiro, casado com Marie Jeanne Louise Gabe de Massarellos Moniz de Aragão (c. 1840 - ?), conforme lembrou o bacharel em direito e geógrafo brasileiro Waldir Freitas de Oliveira (1929 - 2021) em sua obra [1], particularmente da memória centenária do incidente com o príncipe de Joinville François d'Orléans (1818 - 1900) e o bisavô do professor Góes de Araújo. O príncipe havia casado com a princesa Francisca de Bragança (1824 - 1898), filha do imperador Dom Pedro I (1798 - 1834), de quem recebeu, como dote, as terras onde foi fundada a cidade brasileira de Joinville.

Desde o início de sua carreira profissional o professor Góes de Araújo empreendeu atividades industriais, chegando a produzir

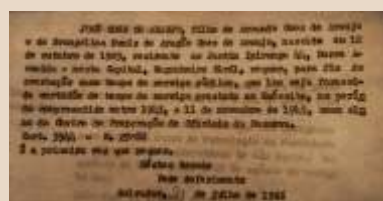
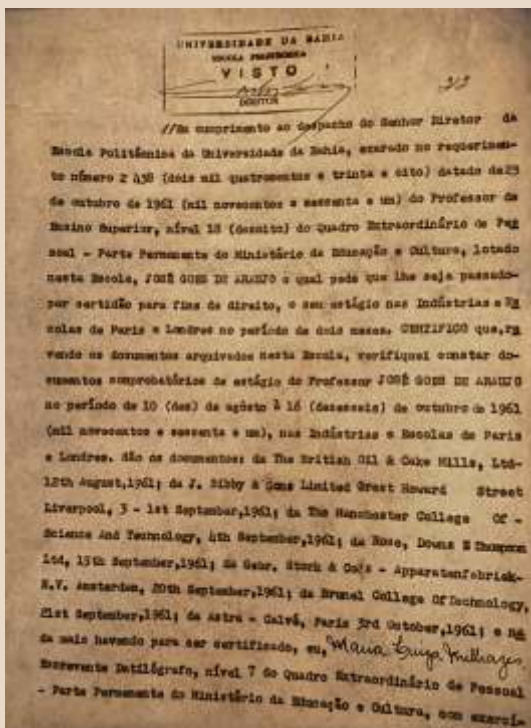
bases de cosméticos naturais, que exportava, produção esta que findou com a chegada dos sintéticos na segunda metade dos anos 1950. Como exemplo, posteriormente produziu sulfato de alumínio em uma fábrica próxima a região da Pedreira Valéria.

Na Escola Politecnica participou com o professor Carlos Espinheira de Sá do IPTUB – Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade da Bahia (UFBA), além de escrever diversos artigos sobre Engenharia Química na Revista Brasileira de Engenharia Química. Particularmente, teve trabalho fundamental na implantação dos cursos de aperfeiçoamento do Petróleo.

No vol. 3 de “As Técnicas” – Industrias de Bens de Produção [2] é dito, no capítulo sobre Petróleo, ao abordar a implantação dos primeiros cursos na área, mencionando um trabalho do engenheiro civil brasileiro Dorodame Moura Leitão (n. .1932) [3]:

Um outro desafio para o CENAP foi a realização de um curso de refinação na Bahia em 1963, já que face a existência de outras refinarias da Petrobrás e do fato do curso de refinação ser realizado





no Rio de Janeiro, havia uma grande evasão dos engenheiros de refinação que atuavam em Mataripe. Conta Dorodame que, desafiado para alcançar a realização do curso de refinação na Bahia, em 1962, conseguiu superar os obstáculos o realizando em 1963.

Ainda conta Dorodame: "Para poder realizar o Período Introdutório, em fevereiro e março de 1963, entrei em contato com a Universidade da Bahia, através do seu Instituto de Pesquisas Tecnológicas, tendo conseguido a colaboração dos Professores Carlos Espinheira de Sá e José Góes de Araújo, além da cessão de salas de aula para esse fim. Michel e eu ficamos como co-responsáveis das disciplinas ministradas por esses professores, para evitar que o curso dado pelo pessoal de fora da Petrobras se afastasse muito dos nossos objetivos. O período se desenvolveu com aulas em Mataripe e na Universidade da Bahia."

Começaram o curso, 29 alunos, dos quais 25 engenheiros aprovados.

José Góes de Araújo foi professor no Curso de Especialização de Engenharia de Equipamentos - CENEQ do CENAP, ministrado na Escola Politécnica da UFBA na disciplina Operações Unitárias na década de 1960.

Com o Professor Carlos Sá, empreendeu várias atividades para o desenvolvimento Industrial baiano como a geração de empresas no interior como a Companhia Pesqueira do Vale do Paraguassú, em 1966.

Como engenheiro teve destacada atuação na Petrobras onde foi chefe de Obras da SEGEN.



Em 1960 apresentou, em Salvador, no Fórum Luiz Tarquínio a tese: “Petroquímica e Industrialização da Bahia” [2], uma antecipação do Polo Petroquímico de Camaçari.

Realizou curso de especialização na Inglaterra quando atuava na Petrobras.

O Professor Jose Góes de Araujo ao longo de sua profícua vida docente e profissional participou de vários seminários em estados brasileiros e publicou artigos na Revista Brasileira de Engenharia Química.

Foi docente da UFBA, onde já era professor regente em 1960 até sua aposentadoria.

Foi vice-presidente do Instituto Politécnico da Bahia, na Gestão do professor Vasco Azevedo Neto (1916 - 2010) e, posteriormente Presidente do IPB - Instituto Politécnico da Bahia, sendo grande responsável por sua revitalização, oportunidade em que criou a Revista Politécnica, inicialmente em edição física, passado, mais tarde, em edição digital.

Durante sua gestão no IPB organizou vários eventos na Escola Politécnica da UFBA, destacando-se entre eles a Exposição de Nautimodelos e diversos Seminários, entre os quais o de Eficiência Energética, Bahia Olhai para o Mar e outros.

Foi membro do Instituto Geográfico e Histórico da Bahia – IGHB.

Além de homenageado em alguns livros [5-7], com lembrou o arquiteto ucraniano Lev Smarcevski (1924 - 2004) que adotou a Bahia como lar [8], escreveu outros [7], sendo a maior parte deles

sobre o MAR [4], tema de que era entusiasta, gerando várias publicações, entre as quais: “Além do Mar Oceano” e “Naufrágios e Afundamentos na Costa Brasileira” [5].

Também desenvolveu a atividade de radioamador. A relevância das contribuições docentes e de engenharia aplicada legadas pelo professor e engenheiro Jose Góes de Araujo, foram de suma importância para o desenvolvimento regional, embora nem sempre, muito conhecidas.

Bibliografia

- [1] W. F. OLIVEIRA. “O Príncipe de Joinville na Bahia, na Ilha de Santa Helena e no Golfo da Guiné (1840-1843)”. EDUFBA, Salvador (2003) 77 p.
- [2] C. A. COSTA. “As Técnicas, a Engenharia e a Tecnologia no Brasil: Através da sua História” – Vol. 3 - Industrias de Bens de Produção – obra não publicada.
- [3] D. M. LEITÃO. “Recordações das Lutas pela Tecnologia na Petrobras (Episódios que Vivi)”. Ed. do autor, Rio de Janeiro (2005) 231 p.
- [4] J. G. ARAÚJO. “Além do Mar Oceano: Quatro Histórias da Velha Bahia 1549-1849”. Editora Helvécia- Salvador (2005) 116 p.
- [5] J. G. ARAÚJO. “Naufrágios e Afundamentos na Costa Brasileira”. Empresa Gráfica da Bahia, Salvador (2003), 118 p.
- [6] J. G. ARAÚJO. “Da Velha Cidade da Bahia: Histórias e Estórias I”. Secretaria da Cultura e Turismo, Salvador (1997), 236 p.
- [7] J. G. ARAÚJO. “Da Velha Cidade da Bahia: Histórias e Estórias II”. Secretaria da Cultura e Turismo, Salvador (1998), 247 p.
- [8] L. SMARCEVSKI. “Graminho, A Alma do Saveiro”. Odebrecht, Salvador (1996) 148 p.

CIDADES INTELIGENTES HABITABILIDADE E MEIO AMBIENTE EM HARMONIA

Márcia Virginia Cerqueira Santos

ARTIGO



Cidades Inteligentes Habitabilidade e Meio Ambiente em harmonia

Márcia Virginia Cerqueira Santos*

As cidades inteligentes representam a evolução dos centros urbanos, combinando tecnologia, planejamento estratégico e inovação para melhorar a qualidade de vida de seus habitantes. Nesse contexto, dois pilares fundamentais devem ser equilibrados: a habitabilidade e a preservação do meio ambiente.

O desafio está em criar cidades eficientes, sustentáveis e inclusivas, garantindo que o avanço tecnológico não comprometa a natureza e a qualidade de vida das gerações futuras.

Habitabilidade: o bem-estar no centro da inovação

A habitabilidade refere-se à capacidade de uma cidade de proporcionar conforto, segurança e qualidade de vida aos seus cidadãos. Em cidades inteligentes, isso se traduz em:

Mobilidade urbana eficiente: transporte público integrado, uso de veículos elétricos e incentivo à mobilidade ativa, como bicicletas e caminhadas.

Infraestrutura digital: conectividade avançada, serviços públicos acessíveis via aplicativos e automação na gestão urbana.

Planejamento urbano inovador: construções sustentáveis, áreas verdes e espaços públicos revitalizados para o convívio social.



Meio Ambiente: tecnologia a favor da sustentabilidade

A preservação ambiental é um dos principais desafios das cidades modernas. Os centros urbanos inteligentes incorporam soluções inovadoras para minimizar impactos ambientais, tais como: Gestão eficiente dos recursos: uso racional da água, energia renovável e redução do desperdício.

Monitoramento ambiental: sensores para controle da qualidade do ar, do consumo de energia e da poluição sonora.

Economia circular: estímulo à reciclagem, redução da geração de resíduos e reaproveitamento de materiais na construção civil.

A habitabilidade das cidades inteligentes está diretamente relacionada à regularização fundiária, pois a segurança da posse da terra e a infraestrutura adequada são essenciais para garantir qualidade de vida aos cidadãos. A regularização fundiária busca legalizar ocupações urbanas, permitindo que moradores tenham acesso a serviços básicos e direitos de propriedade.

Equilíbrio entre tecnologia e sustentabilidade

Uma cidade verdadeiramente inteligente não se resume ao avanço tecnológico, mas sim à capacidade de integrar inovação e sustentabilidade. Iniciativas como eco-districts, telhados verdes e edifícios de energia zero exemplificam como tecnologia e consciência ambiental podem caminhar juntas. Além disso, o engajamento da população é essencial para o sucesso desses projetos.

Ao conectar habitabilidade e regularização fundiária, as cidades inteligentes garantem espaços urbanos mais seguros, funcionais e sustentáveis para todos.

Habitabilidade e Regularização fundiária – Gestão Urbana e Cidadania

As principais conexões entre habitabilidade e Regularização fundiária são:

Segurança jurídica e inclusão social: a falta de regularização fundiária faz com que muitos habitantes vivam em áreas informais, sem acesso a serviços públicos essenciais. A legalização dos terrenos permite que famílias invistam em melhorias habitacionais e tenham acesso ao crédito, aumentando a qualidade de vida.

Infraestrutura urbana e acesso a serviços: moradores de áreas irregulares enfrentam desafios como ausência de saneamento, eletricidade e transporte público adequado. Com a regularização, o poder público pode planejar e investir em infraestrutura, garantindo urbanização eficiente e sustentável.

Sustentabilidade e preservação ambiental: a ocupação irregular pode gerar impactos ambientais, como desmatamento e risco de deslizamentos em áreas vulneráveis. A regularização permite um planejamento urbano mais consciente, integrando áreas verdes e sistemas de drenagem sustentáveis.

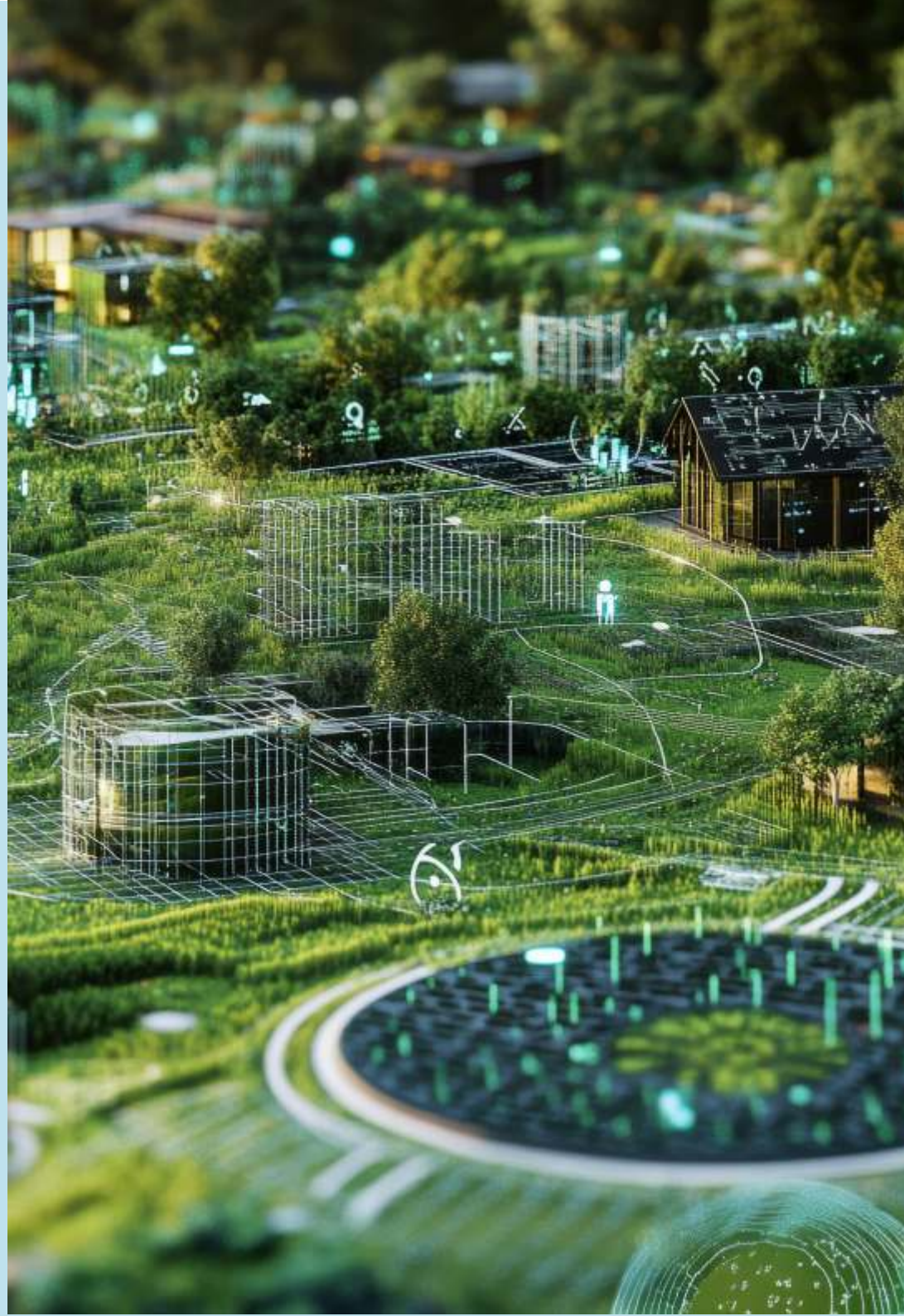
Tecnologia na regularização e gestão urbana: cidades inteligentes utilizam dados georreferenciados, drones e inteligência artificial para mapear e organizar áreas irregulares. Soluções digitais facilitam o registro de propriedades e a comunicação entre cidadãos e órgãos públicos.

Em síntese, o futuro das cidades inteligentes depende de políticas públicas eficazes, da participação cidadã e de investimentos em inovação sustentável.

A integração entre habitabilidade e cidades inteligentes representa um avanço significativo na forma como vivemos e interagimos com o ambiente urbano. A tecnologia aliada ao planejamento urbano sustentável possibilita soluções inovadoras para melhorar a qualidade de vida, promovendo acessibilidade, eficiência energética e conectividade.

O verdadeiro desafio está em garantir que esses avanços beneficiem todas as pessoas de maneira equitativa, criando espaços inclusivos e resilientes. Assim, o desenvolvimento de cidades inteligentes deve estar sempre alinhado ao bem-estar da população e à preservação ambiental, construindo um futuro mais harmonioso e sustentável para as próximas gerações.

Sobre a Autora: Márcia Virginia Cerqueira Santos é natural de Salvador (BA). É Engenheira Agrimensora, Pós Graduada em Geotecnologias, com MBA em Gestão Pública e liderança para Cidades Inteligentes. Atua há mais de 15 anos em Regularização Fundiária Urbana e Rural, é CEO da Cerqueira Santos Engenharia e Consultora da Habita Reurb e GI Geotecnologias. É a idealizadora da AFEAG (Associação Feminina de Engenharia, Agronomia e Geociências) e fundadora da AFEAG-BA e da AFEAG-BR, ocupando atualmente a Presidência da AFEAG-BR. É Vice-Presidente da Associação dos Engenheiros Agrimensores da Bahia, Ex-Superintendente Operacional do CREA-BA e Ex-Controladora do Município de Jeremoabo (BA).



ABEQ 50 ANOS NOVOS HORIZONTES NA ENGENHARIA QUÍMICA

Márcio André Fernandes Martins

ARTIGO



ABEQ 50 ANOS: NOVOS HORIZONTES NA ENGENHARIA QUÍMICA

Márcio André Fernandes Martins

Em 2025, a Associação Brasileira de Engenharia Química (ABEQ) celebra 50 anos de existência, consolidando uma trajetória marcada pela promoção do desenvolvimento técnico-científico nas diferentes dimensões da engenharia química, pela valorização de profissionais e pesquisadores(as) e pela integração da Engenharia Química com suas áreas correlatas. Fundada em 1975, a ABEQ nasceu do esforço conjunto de docentes, pesquisadores(as) e profissionais da indústria, que reconheceram a importância de uma entidade dedicada a conectar seu público-alvo, integrar academia e indústria e promover a pesquisa e a prática da engenharia química no país.

Ao longo dessas cinco décadas, a ABEQ esteve à frente de grandes transformações, em consonância às mudanças sociais e econômicas no país e no mundo. Porém, algumas ações se consolidaram, tornando-se referências para comunidade da engenharia química e áreas afins, quais sejam: promoção das edições do Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ) e do Encontro Brasileiro sobre Ensino da Engenharia Química (ENBEQ); espaço para publicações científicas de destaque, tais como o Brazilian Journal of Chemical Engineering (BJChE) e a Revista Brasileira de Engenharia Química.



Pela primeira vez, a presidência da ABEQ é ocupada por representante de uma instituição do Nordeste brasileiro

A ABEQ também marca um momento histórico em 2025 pela primeira vez, a presidência da Associação é ocupada por um representante de uma instituição do Nordeste brasileiro, docente do Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Não obstante, a diretoria, formada regimentalmente por um quadro de 6 membros, é constituída por 4 membros da região nordeste, incluindo a presidência (UFBA, IFBA, UFCG, UFPB), um membro da região sul (UFRGS) e um membro da região sudeste (FEI), esta última região tendo um papel protagonista na história da Associação. Esse marco simboliza e reforça o compromisso atual da ABEQ em busca da redução de assimetrias regionais.

Sob a liderança da nova diretoria, a ABEQ iniciou um ciclo de renovação, realizando um abrangente planejamento estratégico para o período de 2025 a 2030. Este planejamento definiu prioridades claras e inovadoras, estruturadas em um plano de ação de longo prazo, voltado, dentre outros marcos: i) para popularização do conhecimento em um pertinente movimento de interlocução com a sociedade; ii) valorização da história com a instituição do Memorial da Engenharia Química; iii) e, principalmente, com atuações políticas de transparência, inclusão, diversidade e equidade, com a criação de uma diretoria específica desta matéria, cuja ação emergencial será a realização de um Censo para que se possa (auto)conhecer o perfil social do público-alvo. Do ponto de vista técnico, tecnológico e inovação, as novidades destacam-se como: o estímulo à transformação digital na educação e na indústria, a promoção de práticas sustentáveis e de transição energética,

a ampliação de programas de capacitação para jovens engenheiros(as) e a intensificação da colaboração com empresas, startups e centros de pesquisa.

O futuro da ABEQ se desenha promissor: mais próxima da sociedade, mais conectada aos desafios tecnológicos contemporâneos, e ainda mais comprometida com o papel da engenharia química no enfrentamento dos grandes temas globais, tais como a sustentabilidade, a inovação industrial e a inclusão social. Celebrar 50 anos é honrar um passado de realizações, viver um presente de transformação e preparar um futuro de ainda maior impacto.

Gratos e felizes estamos pela centenária Escola Politécnica da UFBA, através dos seus diferentes agentes da engenharia química, fazer parte deste novo ciclo da ABEQ.

Márcio André Fernandes Martins é Professor Associado da EPUFBA e Atual Diretor Presidente da ABEQ

Mais sobre ABEQ, visite:
Site: www.abeq.org.br
Instagram: @abeq_br
Linkedin: ABEQ

A ESTREIA DO POLI CAST

NOTÍCIAS



Poli
Cast

A ESTREIA DO POLI CAST

O Poli Cast é uma produção da Casa do Verso em parceria com a Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia e a Fundação Escola Politécnica. Nesta primeira temporada, a série é composta por 04 episódios e cada edição tem duração média de 80 minutos.

Os episódios da série são exibidos com exclusividade na Poli TV no Youtube.

O Poli Cast é ancorado pelo documentarista e escritor Antonio Pastori e oferece, ao lado de convidados com relevância acadêmica e intelectual, conteúdos históricos e culturais em debates sobre atividades produtivas. A proposta da série é apresentar alternativas para a retomada dos setores relacionados à Infraestrutura, a Engenharia, Agronomia e Geociências, contribuir para o crescimento da economia e a consequente melhoria da qualidade de vida de cidadãos e cidadãos brasileiros. A Escola Politécnica e a FEP de mãos dadas com o futuro do ser humano.

Os episódios são gravados na Biblioteca da Escola Politécnica da UFBA. No primeiro encontro, Pastori conversou com os acadêmicos Asher Kiperstok e Maerbal Marinho sobre Engenharia Ambiental & Universidade. No segundo, os entrevistados foram Caiuby Alves da Costa e Herman Lepikson.

Para assistir a íntegra dos episódios basta clicar nos link: @politv

*Com dois episódios
já produzidos
Pastori conversou
com Asher Kiperstok,
Maerbal Marinho,
Caiuby Alves da Costa
e Herman Lepikson*





IPB no ENGEC

Um espaço necessário para intercâmbio de experiências, esclarecimento de dúvidas e capacitação dos gestores. Assim pode ser definido o 1º ENGEC – Encontro Nacional de Gestão das Entidades de Classe do Sistema Confea/Crea. O encontro foi realizado em Brasília (DF) no dia 16 de abril de 2025.

Foram abordados temas como boas práticas administrativas, planejamento financeiro, controle interno, responsabilidades jurídicas e fiscais, além de prestação de contas e acompanhamento de resultados. Representando pelo presidente Jair Oliveira, o

IPB e CONFEA juntos: parceria é sinônimo de fortalecimento para as engenharias

Instituto Politécnico da Bahia – IPB marcou presença no evento absorvendo os conhecimentos e atualizações do sistema CONFEA/CREA.

A Gerência de Relacionamento com as Entidades (GRE) teve como principal objetivo o desenvolvimento e a coordenação de ações que visam ao fortalecimento das relações entre o Confea e as entidades, bem como a fiscalização das parcerias estabelecidas.

O intuito dessas ações é aprimorar a gestão das relações entre as entidades de classe, buscando garantir a eficiência e a eficácia Confea/Crea, fortalecendo a atuação do Sistema em áreas estratégicas para o desenvolvimento da sociedade.



IPB no BOGE

O Bahia Oil & Gás, Energy é um evento internacional com foco no setor de petróleo e gás. É considerado o maior evento do setor no Norte e Nordeste do Brasil.

Assuntos relevantes das etapas de exploração e produção (upstream), transporte (midstream), refino (downstream), petroquímica, naval e integração energética foram debatidos no evento em dezenas de palestras e mesas redondas.

O BOGE mobilizou profissionais em feiras, conferências, rodadas de negócios, arena comercial, arena ESG, arena inovação, arena financiamento, congresso acadêmico, seção técnica e visitas técnicas em três dias de atividades no Centro de Convenções de Salvador (BA).

Em uma de suas atividades mais relevantes, a Seção Técnica coordenada pelo Instituto Politécnico da Bahia – IPB, foi um espaço aberto a apresentações de boas práticas e desafios tecnológicos

Evento contou com apoio do Instituto Politécnico e mobilizou milhares de pessoas no Centro de Convenções da capital baiana

por parte de empresas do segmento de óleo, gás, petroquímica e energia.

Com acesso totalmente gratuito e mais de 250 expositores, o BOGE25 movimentou mais de R\$ 400 milhões somente em Rodada de Negócios, fora as interações ao longo da feira, quando fornecedores e clientes da cadeia produtiva se encontraram e realizaram outros acordos comerciais.

A terceira edição do BOGE consolidou o evento nos calendários nacional e internacional, refletindo a pujança do setor nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. A cada ano a feira aumenta de tamanho, tanto que este ano recebeu o triplo de expositores em relação à primeira edição e mais de 300 marcas, além de sete delegações internacionais.

O Bahia Oil & Gás, Energy 2025 aconteceu nos dias 28, 29 e 30 de maio no Centro de Convenções em Salvador.

IPB no IBEM

O Instituto Politécnico da Bahia - IPB participou como entidade de Apoio Institucional ao IBEM-2025 (International Brazil Energy Meeting), evento que aconteceu no Centro de Convenções da Bahia no período de 25 a 27 de março, contando com stand na área da Feira.

Além de coordenar a Seção Técnica do IBEM-2025, com a moderação na apresentação dos trabalhos do geólogo Luis Robério Ramos, o IPB também contribuiu nos temas relevantes ao encontro com palestras dos engenheiros Jair Oliveira e Ronaldo Alcântara, na Arena Seção Técnica e na Plenária de Integração Energética.

Jair Oliveira, presidente do IPB, durante palestra no encontro realizado no mês de março em Salvador (BA)



LABORATÓRIO INTELIGENTE NA UFBA VAI AUXILIAR CONSTRUÇÃO DA PONTE SALVADOR - ITAPARICA



LABORATÓRIO INTELIGENTE NA UFBA VAI AUXILIAR CONSTRUÇÃO DA PONTE SALVADOR - ITAPARICA

Um Laboratório Conjunto para Construção Inteligente e Operação Inteligente de Infraestruturas Modernas de Transporte deve ser implantado na Universidade Federal da Bahia para cooperar na construção da ponte Salvador Itaparica e desenvolver tecnologias relacionadas às áreas elencadas que possam ter outros desdobramentos e transbordamentos para a melhoria da infraestrutura brasileira e de sua operação.

O primeiro estágio para o funcionamento foi dado na Escola Politécnica da UFBA no mês de abril de 2025, em uma reunião de Cooperação Técnica com a diretoria da China Civil Engineering Construction Corporation (CCECC), uma das maiores empresas estatais chinesas, responsável pela construção do Sistema Viário Oeste (Ponte Salvador - Itaparica).

No encontro para a apresentação e discussão da proposta de Implantação do laboratório, participaram pela UFBA o vice reitor Penildon Silva Filho, o Diretor da Escola Politécnica Marcelo Embiruçu, o Diretor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Fabio Velame, a Diretora do Instituto de Biologia Renata Lima, o Diretor do Instituto de Geociências Cristóvão Brito, o Diretor do Instituto de Química Martins Dias Cerqueira, o Assessor de Relações Institucionais da Escola Politécnica Herbert Oliveira e professores especialistas das unidades presentes.



Reunião dos dirigentes e educadores da UFBA com representantes chineses aconteceu em abril deste ano na Escola Politécnica

NA CHINA

Durante a visita oficial do Presidente Lula à China, em maio, mais um passo foi dado para a implantação do laboratório. Foi entregue ao governo chinês o contrato assinado, um resumo do andamento



do projeto da ponte, acompanhado da entrega de relatórios. Na pauta da reunião bilateral entre os dois países foi explicado o contexto do acordo de cooperação com a UFBA.

Com base no projeto da ponte, a empresa chinesa propõe a criação de uma plataforma de pesquisa sino-brasileira em construção inteligente e operação inteligente em infraestrutura.

A China Civil Engineering Construction Corporation vai mobilizar universidades, institutos de pesquisa e empresas líderes chinesas

para participar, fortalecendo a cooperação científica entre os dois países.

A CCECC está submetendo o projeto do Laboratório Conjunto para Construção Inteligente e Operação Inteligente de Infraestruturas Modernas de Transporte à aprovação do Ministério de Ciência e Tecnologia da China.

Caso haja o aval do ministério ao projeto da empresa chinesa, os trabalhos do laboratório serão iniciados ainda em 2025.

O IMPACTO DO CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO NA GESTÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS NEGÓCIOS: O CASO DE EMPRESAS BRASILEIRAS

Daniel Kouloukoui

Marcia Mara de Oliveira Marinho

Sônia Maria da Silva Gomes

Pieter de Jong

Asher Kiperstok

Ednildo Andrade Torres

ARTIGO



O IMPACTO DO CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO NA GESTÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS NEGÓCIOS: O CASO DE EMPRESAS BRASILEIRAS*

Daniel Kouloukoui¹ • Marcia Mara de Oliveira Marinho¹ • Sônia Maria da Silva Gomes¹
• Pieter de Jong¹ • Asher Kiperstok¹ • Ednildo Andrade Torres¹

* Artigo publicado originalmente em abril de 2019

© Springer Nature B.V. 2019

Resumo

O setor empresarial é um dos principais emissores do mundo devido ao processo produtivo e, portanto, é identificado como um dos principais contribuintes para as mudanças climáticas. De fato, o setor produtivo é tanto um dos principais agregadores dos impactos das mudanças climáticas globais quanto um ator de mercado que pode desempenhar um papel importante na redução, mitigação e adaptação da vulnerabilidade dos sistemas humanos e naturais. O principal objetivo deste estudo foi verificar se o desempenho das empresas brasileiras em relação às mudanças climáticas é influenciado pelas características da composição do conselho de administração (CA). O desempenho é medido de acordo com a pontuação do Carbon Disclosure Project (CDP) da empresa. A pontuação, além de avaliar a qualidade e a abrangência das informações fornecidas sobre estratégias de mitigação das mudanças climáticas, avalia o nível de ações, políticas e estratégias concretas e proativas adotadas pelas empresas para mitigar as mudanças climáticas. O estudo partiu da premissa de que a gestão de riscos climáticos é de responsabilidade do conselho, que é responsável por ratificar decisões importantes na empresa. Um modelo de regressão linear múltipla baseado em dados do CDP de

uma amostra equivalente a 72 empresas brasileiras, referente ao período de 2014 a 2018, totalizando 360 observações listadas na bolsa de valores brasileira, mostrou que a gestão do clima corporativo tem relação significativa e positiva com o tamanho do CA da empresa, número de conselheiros independentes do CA, participação no Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), tamanho da empresa, lucratividade e classificação setorial. Os resultados sugerem diversas estratégias que podem ser utilizadas para engajar as empresas na gestão do clima, entre elas o aumento do número de conselheiros independentes na composição do conselho. Em outras palavras, constatamos que uma das estratégias mais eficazes de mitigação e adaptação que pode inibir ou pressionar as empresas a se envolverem na gestão do clima é o aumento do número de conselheiros independentes no conselho de administração.

Este resultado, embora baseado em empresas brasileiras, pode ter implicações para o resto das empresas do mundo, uma vez que, independentemente do país, o papel do CA permanece o mesmo, ratificando as decisões importantes na organização. Portanto, a proporção do aumento do número de conselheiros independentes leva à melhoria do envolvimento da empresa em questões climáticas. Assim, potenciais investidores, por exemplo, podem exigir tal recurso antes de investir em uma determinada empresa.

Além disso, descobrimos que as empresas que se esforçam para fazer parte do ISE desenvolvido pelo mercado de capitais de São Paulo têm um desempenho climático superior em comparação com as empresas que não fazem parte dele, demonstrando, portanto, que o ISE é um instrumento fundamental para fazer com que as empresas aumentem sua preocupação com questões ambientais, em geral, e climáticas, em particular. Assim, como recomendações globais para mitigação/ estratégias de adaptação, os mercados de capitais ao redor do mundo também podem desempenhar um papel importante no processo de mitigação e adaptação climática, criando instrumentos semelhantes ao ISE e criando incentivos para que as empresas se esforcem para aderir a esses instrumentos.

Palavras-chave: Mudanças climáticas. Estratégias de mitigação e adaptação. Conselho de administração. Bolsa de valores brasileira. Estratégia empresarial para mudanças climáticas.

1 Introdução

Um dos maiores desafios enfrentados atualmente pela humanidade e pelo planeta são as mudanças climáticas globais (IPCC 2014, 2007). O aquecimento global é uma das principais consequências das emissões de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, oriundas das atividades humanas e da produção, desde a Revolução Industrial (IPCC 2014). Stern (2006) destaca que as mudanças climáticas globais são a maior e mais abrangente falha de mercado já vista. Assim, as mudanças climáticas representam uma ameaça ao desenvolvimento econômico de todos os continentes.

De acordo com Jeswani et al. (2008), devido ao crescente consenso entre cientistas e governos para agir rapidamente a fim de evitar o

agravamento dos impactos perigosos das mudanças climáticas, muitas indústrias começaram a responder proativamente à restrição de carbono. No entanto, esses autores enfatizam que essa resposta proativa está longe de ser uniforme; em outras palavras, cada indústria responde de uma maneira diferente. Isso talvez se deva à complexidade do problema, à sua abrangência temática ou mesmo às controvérsias sobre suas causas e consequências. Todas essas características dificultam a busca de uma solução única e adequada. Por outro lado, as partes interessadas têm exigido maior divulgação da indústria sobre os impactos do aquecimento global e seus riscos associados (Stanny e Ely 2008). Devido à pressão das partes interessadas, as indústrias têm se mobilizado para desenvolver ações para enfrentar os riscos das mudanças climáticas.

Na literatura nacional e internacional que trata da divulgação de mudanças climáticas, é possível observar que existem diversos estudos que se preocupam em destacar algumas características das empresas que explicam a diferença entre os níveis de divulgação em relação às mudanças climáticas. Assim, estudos investigaram a relação entre características específicas de uma empresa e as divulgações corporativas sobre mudanças climáticas (Eleftheriadis e 2015; Wegener et al. 2013 Stanny and Ely 2008; Barako et al. 2006). Outros estudos investigaram a divulgação corporativa de estratégias e governança em mudanças climáticas (Sullivan and Gouldson 2016; Elshandidy and Neri 2015; Galbreath 2009; Reid and Toffel 2009). Lee et al. (2015) and Stanny (2013) investigaram as respostas do mercado à divulgação voluntária de informações sobre mudanças climáticas e à comunicação de carbono de uma empresa.

Outros estudos investigaram se os investidores institucionais influenciam as práticas globais de divulgação de informações sobre mudanças climáticas (Cotter and Najah 2012), e os impactos de fatores sociais, de mercado, econômicos, regulatórios e institucionais na motivação para participar voluntariamente do Carbon Disclosure Project de 2009 (Luo et al. 2012). Hoover and Fafatas (2016) investigaram se a inclinação política do Estado onde uma determinada empresa está sediada está relacionada à sua decisão de divulgar voluntariamente informações sobre mudanças climáticas. Além disso, há registros de investigações sobre as características dos CEOs e a divulgação ambiental das empresas (Lewis et al. 2014) e os fatores que influenciam a divulgação de informações sobre riscos de mudanças climáticas (Kouloukoui et al. 2019).

No entanto, estudos desenvolvidos Ben-Amar and McIlkenny (2015), Amran et al. (2014), and Donnelly and Mulcahy (2008) no Canadá, Malásia e Irlanda, respectivamente, mostraram que o conselho de administração (CA) tem um impacto significativo na divulgação das alterações climáticas nestes países. Considerando que as mudanças climáticas são um tema de grande relevância e que políticas de mitigação exigem investimentos consideráveis, é de se esperar que qualquer decisão sobre o assunto dependa necessariamente da aprovação ou anuência do CA. Diante disso, a questão central deste estudo é: o CA influencia o desempenho climático das empresas brasileiras? Este estudo, portanto, busca verificar se existe relação entre as características da composição do CA e o desempenho da empresa em relação às mudanças climáticas.

Existem poucos estudos sobre este tema, no contexto brasileiro. É interessante destacar o papel do CA no envolvimento da empresa em questões climáticas, uma vez que a gestão de riscos e os relatórios são de responsabilidade do conselho (Galbreath 2010). Para o Carbon Disclosure Project (CDP(2017), o combate às mudanças climáticas é vital para uma economia sustentável. Especificamente, melhorar a administração corporativa por meio da mensuração e divulgação é essencial para a gestão eficaz das emissões de carbono e do risco de mudanças climáticas. No entanto, no contexto brasileiro, nenhuma pesquisa buscou destacar o impacto do CA na divulgação de informações sobre mudanças climáticas. Seu principal objetivo foi verificar se o desempenho em mudanças climáticas das empresas brasileiras é influenciado pelas características da composição do conselho de administração.

O estudo demonstrou, por meio de evidências empíricas, que o BD pode desempenhar um papel muito importante no processo de mitigação e adaptação climática. De fato, para aprimorar e incentivar as empresas a se engajarem mais na gestão climática, é necessário que os investidores exijam a divulgação de informações dessa natureza e, principalmente, que a composição do BD seja de alta qualidade, com as características sugeridas pelos achados do presente estudo (diretores independentes). O presente estudo contribui para o avanço dessas discussões sobre quais estratégias podem ser adotadas para envolver todas as empresas na gestão climática, descobrindo algumas variáveis potenciais que podem desencadear, impulsionar e inibir o envolvimento das empresas em questões climáticas.

2 Revisão de literatura

Segundo Charreaux (2000), embora o campo da governança seja amplamente utilizado na literatura e tenha se tornado importante recentemente, é importante lembrar que ele surgiu inicialmente da análise dos professores Berle and Means (1932). De fato, esses autores constataram que a gestão era desfavorável aos acionistas em grandes empresas de capital aberto, devido à separação entre acionistas, que assumem o risco, e gestores, que tomam decisões em seu lugar (Charreaux 2000). Para esse autor, a tomada excessiva de decisões pelos gestores (agentes), devido ao controle insuficiente dos acionistas (principal), seria a causa do baixo desempenho das empresas. Portanto, havia a necessidade de disciplina, pois esse fato contribuiria posteriormente para a criação da teoria da agência, que leva o nome da relação de agência que deveria vincular gestores a acionistas.

Os teóricos Jensen e Meckling (1976) publicaram estudos com foco em corporações norte-americanas e britânicas, mencionando o problema do agente principal que deu origem à teoria da empresa ou teoria agente-principal. Segundo essa teoria, executivos contratados por acionistas tenderiam a agir de forma a maximizar seus próprios benefícios (maiores salários, maior estabilidade no emprego, mais poder, etc.), agindo, portanto, em seus próprios interesses e não nos interesses da empresa. É importante ressaltar que, em uma sociedade baseada em ações, a participação do acionista na gestão da empresa é limitada à sua parcela do capital fornecido. De fato, a teoria da agência analisa os conflitos e custos resultantes da separação entre propriedade e controle do capital (Fama 1980). A relação de agência pode ser entendida como um contrato no qual uma ou mais pessoas (principal) empregam outra pessoa (o agente) para executar algum serviço ou trabalho em seu

favor, envolvendo a delegação de alguma autoridade decisória ao agente (Jensen e Meckling 1976). Segundo esses autores, considerando que ambas as partes buscam a maximização da utilidade, e se houver assimetria de informação entre elas, há boas razões para acreditar que o agente não agirá no interesse do principal.

Para mitigar o problema, as empresas e seus acionistas devem adotar uma série de medidas para alinhar os interesses dos envolvidos, visando, sobretudo, o sucesso da empresa. Para tanto, foram propostas medidas que incluíam práticas de monitoramento, controle e ampla divulgação de informações. Esse conjunto de práticas é denominado Governança Corporativa (Jensen e Meckling 1976). Uma das ferramentas de governança corporativa é o CA. O monitoramento realizado pelo CA é um entre vários instrumentos desenvolvidos nas corporações modernas para mitigar os conflitos de agência entre o principal e o administrador. Assim, para estudiosos como Fama (1980), Fama and Jensen (1983), and Lipton and Lorsch (1992), o CA é uma ferramenta fundamental do sistema de controle interno da organização que define as regras do jogo para gestores e executivos.

A teoria da agência pressupõe que, para garantir a eficiência do sistema de controle da organização, o CA deve ser de alta qualidade ou eficiente. Um CA eficiente é caracterizado pela alta participação de diretores externos independentes à entidade, evitando a dualidade — a distinção entre as funções de CEO (Chief Executive Officer) da empresa e presidente do conselho e, finalmente, um pequeno número de CA.

A pesquisa desenvolvida por Ben-Amar e McIlkenny (2015) no Canadá analisou a relação entre a eficácia do CA e o nível de divulgações voluntárias sobre mudanças climáticas. Os autores presumiram que, ao considerar que a gestão de riscos e o relato são de responsabilidade do conselho, relacionaram a eficácia do conselho à decisão da empresa de responder voluntariamente ao questionário anual do CDP, bem como à qualidade das divulgações de riscos e estratégias para mitigar as mudanças climáticas nesses relatórios. Os resultados mostraram uma associação positiva entre a eficácia do conselho e a decisão da empresa de responder ao questionário do CDP, bem como à qualidade da divulgação de carbono.

Da mesma forma, na Malásia, Amran et al. (2014) desenvolveram uma pesquisa que teve como objetivo analisar alguns dos determinantes genéricos dos atributos das empresas e das variáveis de governança corporativa, e se existe alguma relação com a divulgação de informações sobre a estratégia de mudanças climáticas. Os resultados revelaram que, embora o nível de divulgação de dados sobre mudanças climáticas em alguns países emergentes da Ásia-Pacífico ainda seja baixo, o aumento da proporção de membros independentes não executivos no conselho incentiva as empresas a separar o presidente do conselho de administração do diretor executivo da empresa. Eles concluíram que as práticas das empresas para obter e manter a certificação ambiental aumentariam diretamente a divulgação de dados sobre mudanças climáticas em seus relatórios de sustentabilidade.

Nos EUA, Hoover e Fafatas (2016) também investigaram se a inclinação política do estado em que uma determinada empresa está sediada está relacionada à decisão da empresa de divulgar voluntariamente informações sobre mudanças climáticas. Eles

estudaram as empresas do S&P 500 em relação ao CDP e descobriram que empresas sediadas em estados mais democráticos são mais propensas a divulgar informações sobre emissões de carbono ao CDP.

O estudo desenvolvido por Kouloukoui et al. (2018) investigou os riscos climáticos divulgados pelas 100 maiores empresas do mundo, segundo a Bloomberg e a Price Waterhouse Coopers. Os resultados preliminares apresentados pela análise de conteúdo sugeriram que, em geral, ainda há um baixo nível de divulgação sobre riscos climáticos por parte dessas empresas. Os resultados finais indicaram que o porte da empresa ou o fato de as empresas pertencerem a países desenvolvidos não explicam necessariamente o nível de informação divulgada. No entanto, o setor de atividade, o continente e a eficiência do Conselho de Administração são fatores que explicam fortemente o nível de divulgação de riscos climáticos. Os autores concluíram que são necessários mais esforços para incentivar uma atitude engajada das empresas no desenvolvimento de ações, políticas e estratégias para mitigar os riscos e ameaças das mudanças climáticas. Além disso, as maiores empresas do mundo devem investir mais na divulgação de riscos climáticos.

Na Coreia do Sul, Lee (2012) conduziu um estudo que examinou estratégias corporativas de carbono em países desenvolvidos e em desenvolvimento, onde a regulamentação das mudanças climáticas é generalizada e a incerteza do mercado é relativamente alta. O artigo apresentou uma estrutura para identificar a estratégia corporativa de carbono. A análise de cluster de 241 empresas coreanas indica seis tipos de estratégia corporativa de carbono:

“observador que espera para ver”, “reduzidor cauteloso”, “aprimorador de produto”, “aprimorador completo”, “explorador emergente” e “explorador completo”. De fato, o estudo examinou empiricamente se há diferenças entre esses tipos de estratégias de carbono em termos de setor, porte da empresa e desempenho da empresa.

O estudo de Kouloukoui et al. (2019) investigou a extensão e o conteúdo da divulgação de informações sobre riscos climáticos fornecida nos relatórios de sustentabilidade de empresas listadas na Bolsa de Valores Brasileira (BM&FBovespa) e testou se havia alguma relação entre a quantidade de divulgação de riscos climáticos e algumas características da corporação. Os resultados preliminares da análise de conteúdo revelaram que, embora as empresas brasileiras tendam a divulgar informações sobre riscos climáticos, o nível desse tipo de divulgação ainda permanece relativamente baixo. Essa descoberta é consistente com os resultados de Kouloukoui et al. (2018), pois esses autores, ao investigarem as 100 maiores empresas no termo de capitalização de mercado mundial, também descobriram que o nível de divulgação desse tipo de informação ainda é relativamente baixo. As descobertas finais de Kouloukoui et al. (2019) sugerem que as divulgações de riscos climáticos corporativos têm relações significativas e positivas com o tamanho da empresa, desempenho financeiro e país de origem. No entanto, as descobertas indicam que as divulgações de riscos climáticos corporativos têm associações negativas com o nível de endividamento.

O estudo de De Faria et al. (2018) tem como objetivo identificar quais fatores são mais divulgados nos relatórios das empresas que são membros do CDP. Para isso, foram examinados 463 relatórios submetidos por 48 empresas entre 2014 e 2016 e 32 fatores foram

investigados usando o software NVivo®. Os resultados indicam que determinados fatores — prevenção da poluição, prevenção de perdas, gestão de ativos ambientais, volume de emissões de GEE e estratégia de mudanças climáticas — respondem por 50,03% do volume total de informações divulgadas sobre mudanças climáticas. A principal lição aprendida com o estudo foi que a estratégia de mitigação das mudanças climáticas é fortemente apoiada pela divulgação de relatórios anuais corporativos e tem relação com os seguintes fatores determinantes: prevenção da poluição, prevenção de perdas, gestão de ativos ambientais, emissões de GEE e a estratégia escolhida pelas empresas para lidar com as mudanças climáticas.

O trabalho desenvolvido por Brown et al. (2013) analisou as percepções dos tomadores de decisão e a resposta de diversas instituições nacionais, regionais e internacionais aos complexos desafios das mudanças climáticas na República Centro-Africana. Os resultados indicam que, embora a conscientização sobre as mudanças climáticas seja alta, uma resposta concreta está apenas nos estágios iniciais.

No Canadá, o trabalho conduzido por Boiral et al. (2012) propôs uma estrutura integrativa para a compreensão dos determinantes das estratégias empresariais para reduzir as emissões de GEE e o impacto desses determinantes no desempenho. O modelo de equações estruturais proposto baseia-se em uma pesquisa com 319 empresas manufatureiras canadenses. Os resultados mostraram, de fato, uma relação vantajosa para todos entre o compromisso de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e o desempenho financeiro.

Na África do Sul, Vogel (2009) conduziu um estudo que explorou percepções emergentes sobre a necessidade de adaptação e algumas ações iniciais de adaptação dentro de um modo econômico "normal" de operação. Dados de entrevistas semiestruturadas e análise de relatórios revelaram que há uma série de restrições que impedem as empresas de se engajarem totalmente na adaptação às mudanças climáticas.

No Paquistão e no Reino Unido, Jeswani et al. (2008) desenvolveram um estudo para compreender a eficácia da resposta industrial, analisando a resposta corporativa em diferentes setores e países. Com foco nos nove setores industriais mais intensivos em energia e emissões de GEE, o artigo comparou as respostas corporativas às mudanças climáticas no Paquistão e no Reino Unido.

2.1 Desenvolvimento de hipóteses

Aqui, a teoria da agência, mais precisamente o Conselho de Administração (CA), é utilizada para explicar o comportamento das empresas ao lidar com as questões das mudanças climáticas. Segundo Amran et al. (2014), a teoria da agência tornou-se a força dominante na compreensão teórica da governança corporativa. Para eles, ela evoluiu de tal forma que se tornou uma das principais lições para abordar as relações conflitantes entre proprietários e gestores em grandes corporações na resolução do crescente problema do aquecimento global. Esta pesquisa considerou as seguintes características do CA propostas pela teoria da agência: (i) tamanho do CA, (ii) proporção de conselheiros não executivos independentes e (iii) proporção de mulheres no CA. Neste estudo, consideramos que essas características do conselho de administração podem influenciar o desempenho climático.

2.1.1 Tamanho do conselho de administração

Um aumento no tamanho do conselho o torna menos eficaz na tomada de decisões estratégicas (Jensen 1993; Lorsch e MacIver 1989). Algumas pesquisas demonstraram que as características da estrutura do Conselho de Administração podem influenciar positivamente aspectos como o envolvimento em questões de mudanças climáticas (Rose, 2007). Por exemplo, o estudo de Amran et al. (2014) investigou se existe uma relação entre o tamanho do Conselho de Administração e a divulgação de informações sobre mudanças climáticas. Nessa perspectiva, a primeira hipótese deste estudo é:

H1: Existe uma forte relação negativa estatisticamente significativa entre o tamanho do Conselho de Administração e o desempenho climático.

2.1.2 Conselheiros independentes não executivos

O CA tem a responsabilidade designada de garantir o alinhamento das atividades da empresa com seus objetivos específicos (Amran et al. 2014). Assim, o conselho tem o dever de garantir que os executivos seniores se comportem de forma a gerar valor para os acionistas (Coles et al. 2001). De acordo com a teoria da agência defendida por Fama (1980) e Fama e Jensen (1983), para ser eficiente e cumprir seu papel disciplinar, o CA deve ser composto, preferencialmente, majoritariamente por conselheiros independentes. A pesquisa realizada por Amran et al. (2014) buscou verificar se o número de conselheiros não executivos externos influencia o nível de divulgação de informações sobre mudanças climáticas.

Considerando que o objetivo dos acionistas é otimizar o valor da empresa a longo prazo e que as mudanças climáticas representam uma ameaça à continuidade da empresa, é possível pensar que um

conselho composto por muitos membros do conselho de administração (NEDI) estará mais comprometido com as questões climáticas. Assim, a segunda hipótese desta pesquisa é:

H2: Existe uma relação positiva e forte, estatisticamente significativa, entre o número de conselheiros independentes no CA e o desempenho em relação às mudanças climáticas.

2.1.3 Proporção de mulheres no conselho

A pesquisa conduzida por Huse e Solberg (2006) indicou que a diversidade no CA está associada a uma maior orientação para o relato social corporativo. Além disso, um estudo desenvolvido por Carter et al. (2003) encontrou evidências empíricas de uma relação positiva significativa entre a diversidade do CA, definida como a porcentagem de mulheres no conselho, e o valor da empresa. Recentemente, uma pesquisa conduzida por Amran et al. (2014) investigou se existe alguma relação entre a proporção de mulheres no CA e o nível de divulgação de informações sobre mudanças climáticas. Para eles, o gênero feminino é geralmente mais sensível a questões globais, especialmente questões sociais e ambientais. De fato, a diversidade de gênero no CA leva a decisões alinhadas aos desafios do aquecimento global enfrentados por cada organização. Segundo os autores, a diversidade de gênero está alinhada à teoria da agência, que aumenta a independência do CA e reduz o conflito entre o principal e o agente, fornecendo uma direção clara para lidar com as questões das mudanças climáticas. Portanto, a terceira hipótese desta pesquisa é:

H3: Existe uma forte relação positiva e estatisticamente significativa entre a proporção de mulheres conselheiras no CA e o desempenho da empresa em relação às mudanças climáticas.

Além das variáveis decorrentes das características do CA, verificamos se o fato de uma empresa integrar o índice brasileiro de sustentabilidade empresarial afeta seu desempenho em relação às mudanças climáticas.

2.1.4 Índice de Sustentabilidade Empresarial

Segundo a Bovespa (2017), o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) busca criar um ambiente de investimento compatível com as demandas de desenvolvimento sustentável da sociedade contemporânea e estimular a responsabilidade ética empresarial. O ISE é uma ferramenta para análise comparativa do desempenho de empresas listadas na bolsa de valores brasileira, com base em sua sustentabilidade corporativa, eficiência econômica, equilíbrio ambiental, justiça social e governança corporativa. Também amplia a compreensão de empresas e grupos comprometidos com a sustentabilidade, diferenciando-os em termos de qualidade, nível de comprometimento com o desenvolvimento sustentável, equidade, transparência e prestação de contas, natureza do produto e desempenho empresarial nas dimensões econômica, social e ambiental. Um estudo de Vital et al. (2009) comparou o desempenho, por meio de indicadores financeiros, entre empresas que fazem parte do Índice de Sustentabilidade Empresarial e empresas que não fazem parte, a fim de verificar se a adoção de práticas sustentáveis gera valor. O presente estudo se destaca por investigar se as empresas aderentes ao ISE apresentam maior desempenho em mudanças climáticas em comparação às empresas não aderentes ao ISE.

Entende-se que as empresas do ISE são empresas com maior comprometimento ou envolvimento com questões ambientais e são selecionadas com base nesse critério. Ressalta-se que não foi encontrada nenhuma pesquisa empírica que verificasse se existe

relação entre as empresas do ISE e o desempenho em mudanças climáticas, quando comparado ao desempenho em mudanças climáticas de empresas não pertencentes ao ISE. Portanto, buscou-se verificar se havia alguma relação. Assim, a quarta hipótese da pesquisa é:

H4: As empresas brasileiras que fazem parte do ISE apresentam melhor desempenho em mudanças climáticas do que aquelas que não fazem parte.

3 Método

O principal objetivo deste estudo foi examinar a relação entre a composição do CA e o desempenho climático das empresas brasileiras. Para tanto, foram utilizadas as respostas aos questionários do CDP, mais especificamente as pontuações obtidas a partir da resposta ao questionário referente ao desempenho em mudanças climáticas. Assim, a amostra desta investigação corresponde a todas as empresas listadas na bolsa de valores brasileira que responderam ao questionário do Carbon Disclosure Project referente ao período de 2014 a 2018.

Consideramos 5 anos de estudo por representar um período suficiente para alcançar resultados robustos e consistentes. Quando coletamos os dados desta investigação, os relatórios do CDP referentes ao ano de 2019 ainda não estavam disponíveis. Portanto, consideramos o ano mais recente, 2018, e o último, 2014, um período de 5 anos. Para atingir o objetivo proposto, este estudo se baseia em dados do CDP disponíveis publicamente. O CDP é uma organização sem fins lucrativos que, em nome dos investidores, opera o sistema global de divulgação para investidores, empresas,

cidades, estados e regiões para gerenciar seus impactos ambientais (CDP 2018).

Quando se trata de coletar dados de organizações sobre gestão climática, o CDP é a base mais valiosa e abrangente. O CDP coleta dados de empresas sobre mudanças climáticas e ambientais (florestas, água, etc.) de forma voluntária. Ele solicita que as empresas forneçam dados sobre seu desempenho ambiental. O CDP então transforma esses dados em análises detalhadas de riscos críticos, oportunidades e impactos ambientais. Por fim, tomadores de decisão, como investidores e formuladores de políticas climáticas, usam esses dados para fundamentar suas decisões, gerenciar riscos e capitalizar oportunidades (CDP 2018). O banco de dados do CDP é geralmente usado por investidores e acadêmicos para fins comerciais e acadêmicos (Hahn et al. 2015) e é classificado como uma das fontes mais confiáveis de dados de sustentabilidade por especialistas (SustainAbility 2012). Para a coleta de dados, seguimos o seguinte passo a passo:

Etapa 1 — acessamos primeiramente o site oficial do CDP (<https://www.cdp.net/en>) para coletar dados de todas as empresas brasileiras que responderam ao questionário do CDP entre 2014 e 2018. Foram publicados cerca de 733 relatórios, dos quais 122, 123, 138, 133 e 222 foram, respectivamente, em 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018. Dessas empresas, 77 forneceram dados consistentes que foram avaliados pelo CDP durante o período de 2015 a 2018. Nessa etapa, coletamos as pontuações das 77 empresas. Essas pontuações representam a variável dependente do modelo de regressão.

Etapa 2 — acessamos, então, o site oficial de cada empresa individualmente para coletar informações sobre a estrutura de governança corporativa, especificamente informações sobre a Composição do CA (a lista de empresas com seus respectivos links para acesso ao site oficial está disponível no site oficial da Bolsa de Valores de São Paulo: http://www.b3.com.br/pt_br/). No site da bolsa, também foi possível coletar informações sobre o setor de atividade de cada empresa [ttp://www.b3.com.br/pt_br/](http://www.b3.com.br/pt_br/)). No site oficial de cada empresa, também coletamos informações financeiras, ou seja, Ativo Total e Lucro Líquido (por serem empresas de capital aberto, todas as informações disponibilizadas publicamente: informações financeiras, informações sobre governança corporativa, etc.).

Etapa 3 — por fim, acessamos o site do ISE (<http://iseb3.com.br/>), onde foi possível identificar as empresas que responderam ao questionário do CDP de 2014 a 2018 e que fazem parte do ISE.

Como pode ser observado na Tabela 1, das 77 empresas da amostra inicial, não conseguimos acessar os dados de cinco empresas. Assim, o procedimento amostral resultou em uma amostra de 72 empresas por ano, totalizando 360 observações (72 × 5). Por fim, a amostra final deste estudo foi composta por 72 empresas listadas na Bolsa de Valores de São Paulo. Essas empresas responderam consistentemente ao questionário anual do CDP e pontuaram entre 2014 e 2018.

3.1 Descrição das variáveis

Após receber os dados da empresa, o CDP avalia as respostas fornecidas de acordo com critérios predefinidos. Vale lembrar que as informações fornecidas pelas empresas sobre mudanças climáticas podem ser qualitativas (estratégias de engajamento político

relacionadas às questões climáticas) ou quantitativas (por exemplo, número de projetos climáticos implementados, emissões anuais totais de carbono, entre outros).

Tabela1 Composição da amostra	
Setor	N
Bancos e instituições financeiras	8
Produtos químicos	1
Construção e engenharia	4
Serviços educacionais	1
Concessionárias de energia elétrica	14
Alimentos, bebidas e tabaco	7
Assistência médica	3
Produtos domésticos e pessoais	1
Tecnologia da informação	1
Seguros	2
Máquinas e equipamentos	1
Metais e mineração	2
Petróleo e gás	3
Outros serviços	2
Papel e produtos florestais	3
Imóveis	1
Varejo	5
Telecomunicações	2
Transporte	9
Concessionárias de água	2
Observações do ano fiscal (média dos anos de 2014 a 2018)	72
Observações do ano fiscal (2014 a 2018)	360
Fonte: Criado pelo autor base em dados do CDP (anos 2014 a 2018)	
N número de empresas	

O CDP desenvolveu uma metodologia para avaliar as respostas das empresas, com a contribuição de parceiros de pontuação, respondentes, investidores, ONGs e outros parceiros (CDP 2017).

Ao final da avaliação, o número de pontos atribuídos a uma empresa (numerador) é dividido pelo número máximo que poderia ter sido atribuído (denominador). A metodologia fornece duas pontuações para cada respondente do questionário: uma pontuação de divulgação e uma pontuação de desempenho. Em seguida, a fração é convertida em uma porcentagem, multiplicada por 100 e arredondada para o número inteiro mais próximo. A fórmula para o cálculo da pontuação é apresentada na Eq. 1:

$$\text{Divulgação - desempenho} = \frac{\text{Pontos alcançados}}{\text{Pontos alcançáveis}} \times 100 \quad (1)$$

Onde divulgação é a pontuação de divulgação, desempenho é a pontuação de desempenho, pontos alcançados representam o ponto alcançado pela empresa após a avaliação do CDP e pontos atingíveis representam a pontuação máxima que poderia ser obtida.

3.1.1 Pontuação de Divulgação

A pontuação de divulgação climática avalia o nível de detalhe e abrangência de uma divulgação. A resposta deve mostrar claramente os riscos e oportunidades relacionados às mudanças climáticas específicos para os negócios da empresa, bem como uma boa prática de gestão para avaliar e compreender as emissões de

GEE. Assim, a pontuação do nível de divulgação climática é normalizada em uma escala de 100 pontos. Geralmente, a faixa em que as empresas se enquadram sugere níveis de comprometimento e experiência relacionados à transparência de carbono (CDP 2017). Para as empresas que optaram por disponibilizar suas respostas publicamente, essa pontuação está disponível no site do CDP.

No entanto, neste estudo, apenas a pontuação de desempenho climático foi considerada, uma vez que a pontuação de desempenho climático já abrange a pontuação de divulgação; ou seja, a pontuação de desempenho considera todos os elementos da pontuação de divulgação e vai além da incorporação de ações e políticas concretas desenvolvidas pelas empresas.

3.1.2 Pontuação de desempenho climático

A pontuação de desempenho climático avalia o nível de ações, políticas e estratégias adotadas em relação às mudanças climáticas fornecidas ao CDP. A pontuação da variável de desempenho de carbono complementa a variável de mudanças climáticas e pode ser vista como uma ferramenta para reconhecer empresas que estão tomando medidas concretas para mitigar as mudanças climáticas (CDP 2017). Vale lembrar que, após o cálculo da pontuação de desempenho de carbono, o CDP converte para uma das seis faixas: A+, A-, B, C, D e E. Onde a faixa "A+" representa a mais alta, indicando "integração, levando à maturidade em iniciativas de mudanças climáticas" (CDP 2015). A faixa "E", por exemplo, indica pouca evidência de iniciativas em gestão climática. Para os fins desta pesquisa, consideramos o seguinte desempenho climático (Tabela 2) de acordo com as faixas do CDP:

Lembrando que o CDP não atribui uma pontuação de desempenho

para empresas cuja pontuação de divulgação climática seja inferior a 50%. Por esse motivo, é comum ver uma empresa responder ao questionário do CDP, mas sem obter nenhuma pontuação de desempenho. Por outro lado, a pontuação de desempenho de 2016 levou em consideração uma das oito faixas: A, A-, B, B-, C, C-, D e D-.

Bandeira	A+	A-	B	C	D	E
Score (%)	100	95	85	60	40	20

Para a operacionalização deste trabalho, de acordo com a metodologia do CDP (2016), considerou-se a pontuação do nível de desempenho climático da seguinte forma: Assim, para este estudo, cada indicador é convertido de acordo com suas respectivas pontuações, conforme mostrado na Tabela 3. Como proxy para a variável de desempenho climático, neste estudo, utilizamos as pontuações do desempenho climático das empresas. Essas pontuações de desempenho climático são derivadas da avaliação do CDP com base em informações enviadas sobre gestão de mudanças climáticas. Assim, para as análises deste estudo, o presente estudo considerou o desempenho médio de 5 anos de estudo (2014 a 2018). É importante observar que as pontuações de desempenho do CDP não são necessariamente a melhor medida de desempenho climático. Uma vez que sempre há a probabilidade de a "escrita criativa" levar a pontuações mais altas do CDP, mesmo com todos os esforços empregados pelo CDP para reduzir esse fato, neste estudo, assumimos que a probabilidade dessa escrita criativa acontecer é a mesma entre todas as empresas; Portanto, não influenciará os resultados. Mesmo assim, é importante enfatizar esse ponto, visto que todas as análises estatísticas deste estudo são baseadas nessas pontuações. Portanto, esta é uma das limitações deste estudo.

3.2 Análise estatística

Para atingir o objetivo do estudo, foi utilizado um modelo de regressão linear múltipla. Neste caso, a pontuação de desempenho climático é uma função do tamanho do conselho de administração, da proporção de mulheres no conselho de administração, da proporção do número de conselheiros independentes não executivos no conselho de administração, da participação no ISE, do tamanho da empresa, do nível de governança corporativa, do setor de atividade e do desempenho financeiro. O desempenho em mudanças climáticas obtido a partir da pontuação do CDP representa a variável resposta. As características do conselho e do ISE representam as variáveis explicativas neste estudo. Além disso, há variáveis de controle incluídas: tamanho da empresa (ver por exemplo Kouloukoui et al. 2019; Amran et al. 2014; Stanny e Ely 2008; Freedman e Jaggi 2005; Patten 2000; Hackston e Milne 1996), o nível de governança corporativa (ver Da Silva Gomes et al. 2017), setor de atividade (ver Amran et al. 2014; Hackston e Milne 1996; Williams 1999) e desempenho financeiro (ver Braga et al. 2009; Stanwick e Stanwick 2000; Hackston e Milne 1996). Essas variáveis de controle são utilizadas para isolar seus efeitos na variável dependente deste estudo, e assim obter apenas a influência das variáveis relativas ao conselho de administração e à participação no ISE, objeto desta pesquisa. Isso ocorre porque essas variáveis já foram identificadas como potenciais fatores explicativos do nível de divulgação ambiental e de mudanças climáticas na literatura. Por fim, construímos o modelo econométrico a seguir na Eq. 2:

Desempenho de carbono = $\beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \beta_6X_6 + \beta_7X_7 + \beta_8X_8 + \varepsilon$ (2)

Onde o desempenho do carbono é a pontuação de desempenho do CDP (média dos anos de 2014 a 2018), β_0 representa uma constante, β_i são coeficientes, χ_1 é o tamanho do BD, χ_2 é a porcentagem do não- diretor executivo independente da empresa, χ_3 é a proporção de mulheres no BD, χ_4 é o ISE (uma variável dummy que assume valores 1, quando a empresa faz parte do ISE e 0 caso contrário), χ_5 é o tamanho da empresa—tamanho (logaritmo do ativo total (média dos anos de 2014–2018)), χ_6 é o nível de governança corporativa (GC) da empresa (uma variável que assume valores 0, quando o setor não faz parte de nenhum nível de GC (sem); 1, quando está inserido no nível 1 (N1) do GC; 2, quando está inserido no nível 2 (N2); e 3, quando está inserido no nível novo mercado (NM)), χ_7 é o setor de atividade da empresa—setor (os setores foram classificados por setor de atividade e então cada setor é classificado de acordo com a Lei 10.165/00 do governo brasileiro, na qual a variável assume valor 0 quando a indústria não está classificada em setores de atividade com impacto ambiental (sem); valor 1 quando está classificada como de pequeno impacto ambiental (pequeno); 2, no de médio impacto (médio); e 3, de alto impacto ambiental (alto)), χ_8 é a rentabilidade da empresa (lucro/ativo total (média dos anos de 2014–2018)) e ε representa o erro.

Table 3 Pontuação de desempenho climático de 2016

Bandeira	A+	A-	B+	B-	C+	C-	D+	D-
Score (%)	100	95	85	80	60	40	20	0

Com base no modelo econométrico, o modelo de pesquisa é apresentado na Figura 1.

Antes do teste estatístico propriamente dito, realizamos uma série de testes preliminares. Os dados foram testados para todos os pressupostos que devem ser atendidos ao realizar uma análise de regressão linear múltipla; ou seja, não deve haver correlação entre as variáveis independentes e a variável deve ter distribuição normal, além dos testes preliminares, como o teste de outliers. Todos os pressupostos foram atendidos.

4 Resultados e Discussões

4.1 Estatísticas Descritivas

Na Tabela 4, apresentamos os resultados das estatísticas descritivas da variável dependente, ou seja, a pontuação de desempenho climático.

O desempenho médio dos dois primeiros anos, 2014 e 2015, permaneceu constante, mas houve um aumento em 2016, de 46% para 56%, e em 2017, houve uma redução de 56% para 53%.

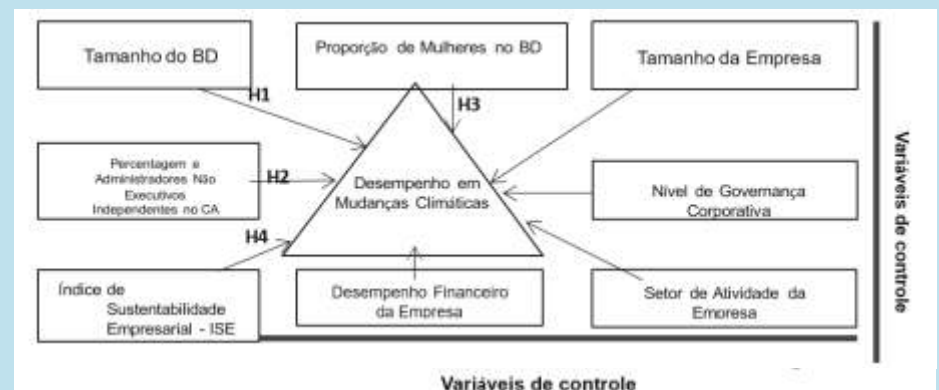


Fig. 1 Modelo de pesquisa da relação entre desempenho climático e variáveis independentes selecionadas

Além disso, em 2018, houve uma redução para 48% nas pontuações médias. Por fim, a pontuação média geral foi de 50%.

Na Tabela 5, apresentamos as estatísticas descritivas do modelo de variáveis dummy. Os resultados mostram que 37 empresas da amostra, representando 51,4%, fazem parte do ISE e 48% não fazem parte. Quanto à variável setor de atividade, dez empresas, representando 13,9%, são do setor de alto impacto ambiental (por exemplo, petróleo e gás, mineração), 47% das empresas são do setor de médio impacto ambiental e 38,9% das empresas são classificadas como operando em atividade de impacto ambiental (por exemplo, setor bancário). Vale ressaltar que, embora a Lei 10.165/00 do governo brasileiro classifique esses setores de atividade como sem impacto ambiental, isso não significa que eles não gerem impacto. Isso significa apenas que essas empresas operam em setores que não geram impacto diretamente por meio de atividades que possam agredir diretamente o meio ambiente. A maior parte das empresas da amostra (59,7%) é do novo mercado (NM), nível de governança corporativa da Bolsa de Valores de São Paulo, o mais alto e exigente.

A Tabela 6 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis contínuas do modelo. O tamanho mínimo do CA era de três membros e o máximo de 14 membros. Nota-se que a soma de todos os membros do CA na amostra foi de 620 membros, dos quais apenas 59 eram mulheres (9,5%), enquanto 90,4% eram homens, demonstrando que há um desequilíbrio na diversidade dos membros do CA. Os membros independentes foram 219 (35%) melhores que o percentual de mulheres no CA. Para a variável tamanho da empresa, o logaritmo (base 10) foi aplicado antes da modelagem estatística.

Vale lembrar que, antes de realizar a modelagem, foi calculada a proporção para a variável mulher no CA (número de mulheres no CA dividido pelo número do total

Tabela 4 Média da pontuação do desempenho climático (2014 a 2018)

Sector	No. Empresas	2014	2015	2016	2017	2018	Média
Bancos e instituições financeiras	8	63	62	76	68	69	67
Produtos químicos	1	85	95	100	100	100	96
Construção e engenharia	4	30	30	30	29	48	33
Serviços educacionais	1	0	0	0	0	0	0
Concessionárias de energia elétrica	14	45	45	59	51	40	48
Alimentos, bebidas e tabaco	7	55	55	68	61	46	57
Assistência médica	3	20	20	33	33	20	25
Produtos domésticos e pessoais	1	85	85	85	85	85	85
Tecnologia da informação	1	20	20	20	20	20	20
Seguros	2	50	50	40	40	40	44
Máquinas e equipamentos	1	60	60	85	60	20	57
Metais e mineração	2	63	63	78	78	53	67
Petróleo e gás	3	68	60	83	77	63	70
Outros serviços	2	20	20	20	20	20	20
Papel e produtos florestais	3	77	60	95	90	90	82
Imóveis	1	20	20	20	20	20	20
Varejo	5	28	28	31	40	48	35
Telecomunicações	2	40	50	85	73	60	62
Transporte	9	43	46	48	48	47	46
Serviços de água	2	30	40	30	30	30	32
Total Geral	72	46	46	56	53	48	50

As médias foram arredondadas para o valor inteiro mais próximo, os valores estão em porcentagem

ISE			Impacto ambiental			Governança corporativa		
	Freq.	%		Freq.	%		Freq.	%
Sim	37	51.4	Alto	10	13.9	NN	43	59.7
Não	35	48.6	Médio	34	47.2	N2	6	08.3
			Pequeno	0	00.0	N1	11	15.3
			Sem	28	38.9	Sem	12	16.7
Total	72	100.0	Total	72	100.0	Total	72	100.0

ISE = Índice de Sustentabilidade Empresarial, Freq. = frequência, alto = quando a indústria está classificada em setores de atividade com alto impacto ambiental, médio = quando a indústria está classificada em setores de atividade com médio impacto ambiental, pequeno = quando a indústria está classificada em setores de atividade com pequeno impacto ambiental e sem = quando a indústria não está classificada em setores de atividade com impacto ambiental. NN = novo nível de mercado de governança corporativa (GC), N2 = nível 2 de GC, N1 = nível 1 de GC e sem = quando a indústria não faz parte de nenhum nível de GC.

membros do CA) e para a variável número de conselheiros independentes no CA (número de conselheiros independentes no CA dividido pelo número total de membros do CA).

4.2 Teste de hipóteses

Esta seção apresenta os resultados da modelagem estatística entre a variável dependente e as variáveis independentes com as variáveis de controle. Assim, para examinar se havia alguma relação estatisticamente significativa entre alguma das variáveis independentes e a variável dependente (as pontuações de desempenho climático), foi utilizada a regressão múltipla com base no modelo econométrico da Eq. 2. Os resultados da modelagem podem ser vistos na Tabela 7.

A Tabela 7 mostra que 55,36% das variações na pontuação de desempenho climático são explicadas pelas variações das variáveis do modelo. Observou-se também que o valor da estatística F foi de 9,7724, significativo ao nível de 5%, e que o poder preditivo do modelo corresponde a 49,70% (R-quadrado ajustado). Matematicamente, a equação do modelo de regressão pode ser escrita como

Desempenho de carbono = -98,43 + 2,15x1 + 26,61x2 - 26,97x3 + 16,78x4 + 13,93x5 - 0,76x6 + 8,53x7 + 32,45x8. (3)

Conforme demonstrado na Tabela 7, por um lado, os resultados indicam que o tamanho do CA é significativo ao nível de 10% e positivamente relacionado à pontuação de desempenho climático. Portanto, rejeitamos a hipótese H1 levantada neste estudo de que existe uma forte correlação negativa estatisticamente significativa.

Tabela 6 Estatísticas descritivas das variáveis contínuas do modelo

	N	Minimum	Maximum	Sum	Média	SD
Pontuação de desempenho climático	72	0.0	100,0	3597	50.0	30.00
Tamanho conselho administração (CA) ^a	72	3.0	14,0	620	9.00	2.00
Mulheres no CA	72	0.0	5,00	59	1.00	1.00
Conselheiros independentes CA	72	0.0	9,00	219	3.00	3.00
Rentabilidade ^a	72	-0.48	1.61	6.59	0.09	0.23
Tamanho da empresa ^a	72	738,248	1,313,892,017	6,779,737,751	94,163,024	262,319,294

SD desvio padrão, CA conselho de administração

^aMédia dos anos 2014–2018

relação entre o tamanho do CA e o desempenho em relação às mudanças climáticas. A partir desse resultado, não podemos afirmar que o fato de o CA ser composto por um pequeno número de pessoas justifica sua eficiência e, conseqüentemente, maior divulgação das mudanças climáticas.

Essas descobertas sugerem que, ao contrário do esperado, um conselho de administração grande leva a uma maior preocupação com as questões climáticas. Talvez, devido ao fato de que, com mais membros, é provável que haja pelo menos um ou mais membros que possam defender a necessidade de abordar as mudanças climáticas e persuadir outros membros do conselho a investir na mitigação do clima, o que pode levar ao envolvimento em questões climáticas.

Por outro lado, constatou-se que o número de conselheiros independentes é significativo no nível de 1% e positivamente relacionado à pontuação de desempenho climático. Essa descoberta demonstra que o aumento da porcentagem de conselheiros independentes no CA leva as empresas a se envolverem em questões climáticas. Esse resultado corrobora fortemente a hipótese H2 de que existe uma relação positiva estatisticamente significativa entre o número de conselheiros independentes no CA e o desem-

penho climático. Isso significa que quanto mais conselheiros independentes no conselho, maior o envolvimento da empresa em questões de mudanças climáticas.

Esse resultado é consistente com a premissa da teoria da agência, pois essa teoria sugere que um CA eficiente é aquele composto por um número (proporção) maior de conselheiros independentes. Concluimos que, por ser eficiente, o CA não tinha uma visão enviesada focada apenas em retornos econômicos, mas sim mais focada nas três dimensões da sustentabilidade, conhecidas como triple bottom line. De acordo com o novo padrão de desenvolvimento, uma empresa é sustentável se consegue interagir holisticamente entre as três esferas da sustentabilidade (aspectos econômico, social e ambiental). Esta descoberta corroborou os achados de Amran et al. (2014), que também descobriram a necessidade de aumentar o número de diretores externos para melhorar o desempenho de uma empresa em relação às mudanças climáticas.

Os resultados indicam que, para o período e a amostra investigados, não há relação estatisticamente significativa entre a proporção de mulheres no conselho e o desempenho climático ao nível de significância de 5%. Portanto, a hipótese H3 levantada nesta investigação é rejeitada. Portanto, o número de mulheres no conselho não influencia o desempenho climático das empresas investigadas. Esta constatação não é consistente com Huse e Solberg (2006), que apontaram que a diversidade dos conselhos implica uma maior orientação para o relatório social corporativo e maior intensidade do desempenho social.

Table 7 Resultados finais do modelo de regressão

Modelo	Coefficientes	Erro padrão	t Stat	Significado
Constante	- 98.4393*	29.8489	- 3.2979	0.0016
Tamanho conselho de administração {CA}	2.1558***	1.2837	1.6793	0.0980
Conselheiros independentes no CA (%)	26.6142**	11.3110	2.3529	0.0218
Mulheres no CA (%)	- 26.9768	26.2521	- 1.0276	0.3081
ISE	16.7884*	5.5061	3.0490	0.0034
Tamanho da empresa	13.9321*	4.2598	3.2706	0.0017
Governança corporativa	- 0.7638	2.2864	- 0.3340	0.7395
Sector	8.5332*	2.2835	3.7368	0.0004
Rentabilidade	32.4503*	11.1833	2.9016	0.0051

R² = 0.5536, F = 9.7724 (Significativo de 5%), R- quadrado ajustado = 0.4970 CA Conselho Administrativo *Significativo em p < 0.01, **Significativo em p < 0.05, ***Significativo em p < 0.1

De fato, não podemos afirmar, com base em evidências empíricas, que a diversidade de gênero no Conselho de Administração (CA) leva a decisões alinhadas às questões do aquecimento global enfrentadas por cada organização (Amran et al., 2014). Segundo esses autores, a diversidade de gênero está alinhada à teoria da agência, por meio da qual aumenta a independência do conselho e reduz o conflito entre o principal e o agente, fornecendo uma direção clara para lidar com as questões das mudanças climáticas. No entanto, é importante destacar que concluir que a diversidade de gênero não influencia a gestão climática parece prematuro, visto que há tão poucas mulheres representadas no CA. Assim, com base nas características dos dados da amostra, o resultado sobre o impacto da proporção de mulheres na gestão climática pode ser considerado preliminar.

Os resultados indicam que, para o período e a amostra investigados, para a variável ISE, há uma relação estatisticamente positiva com o desempenho climático ao nível de significância de 1%. Ou seja, as empresas que fazem parte do ISE tendem a atingir uma pontuação mais alta de desempenho climático. Assim, o fato de a

empresa fazer parte do ISE leva a um maior envolvimento em questões climáticas do que uma empresa que não faz parte. Portanto, aceitamos a hipótese H4 levantada nesta investigação. De fato, as empresas do ISE são selecionadas com base em um critério rigoroso, considerando seu comprometimento com questões socioambientais e de gestão climática. Esse resultado mostra que, embora o ISE seja uma ferramenta de avaliação nacional, as empresas que conseguem alcançá-lo também se destacam em avaliações internacionais, como a avaliação do CDP.

Além disso, foram encontradas evidências da relação entre todas as variáveis de controle e o desempenho climático, com exceção da variável nível de governança corporativa. Assim, encontramos evidências de uma relação positiva estatisticamente significativa entre as variáveis tamanho da empresa, setor e lucratividade e o desempenho climático, ao nível de significância de 1%, indicando que a pontuação das empresas foi impactada positivamente pelo tamanho, setor de atuação e desempenho financeiro da empresa da amostra estudada.

Diversos estudiosos apontam o tamanho da empresa como um fator que influencia a gestão climática. Esse resultado sugere que o tamanho da empresa influencia seu nível de desempenho em relação às mudanças climáticas. Nossos achados são consistentes com estudos anteriores (Kouloukoui et al. 2019; Kouloukoui et al. 2018; Amran et al. 2014) que também encontraram evidências de uma relação positiva entre o tamanho da empresa e a gestão climática.

Outra variável amplamente investigada por acadêmicos como uma potencial influência da gestão climática é o desempenho financeiro,

visto que a empresa depende de recursos financeiros significativos para investir em questões climáticas. Nossa descoberta sugeriu que existe uma relação estatisticamente significativa e positiva entre o desempenho financeiro corporativo e o desempenho em relação às mudanças climáticas.

Em relação à variável setor de atividade, os resultados sugerem que as empresas do setor de alto impacto ambiental apresentaram desempenho mais proativo em relação às mudanças climáticas do que empresas de outros setores. Por fim, a última variável de controle, nível de governança corporativa, não se mostrou estatisticamente significativa. Isso significa que, em média, e considerando o tamanho e as características da amostra deste estudo, as empresas classificadas em alto nível de governança não apresentaram desempenho climático estatisticamente significativo superior ao daquelas classificadas em baixo nível de governança corporativa.

5 - Conclusões

O principal objetivo deste estudo foi examinar a relação entre a composição do CA e o desempenho da gestão climática das empresas brasileiras. Para tanto, o estudo baseou-se em dados do CDP de uma amostra equivalente a 72 empresas, referentes ao ano de 2014 a 2018, totalizando 360 observações listadas na bolsa de valores brasileira, que responderam ao questionário do Carbon Disclosure Project referente ao período de 2014 a 2018.

Os achados deste estudo contribuíram para o avanço da compreensão de quais variáveis têm o potencial de impulsionar ou inibir o envolvimento das empresas em investimentos em estratégias e

ações de mitigação e adaptação climática, ou seja, a necessidade de descobrir as potenciais variáveis que podem explicar o nível de comprometimento das empresas com as questões climáticas. Como recomendações globais para estratégias de mitigação/adaptação, este estudo sugere que as características da composição do conselho podem ser uma ferramenta importante para aprimorar a gestão climática corporativa. Os resultados mostraram que, de fato, aumentar ainda mais o tamanho do conselho, especialmente aumentando o número de conselheiros independentes no CA, leva a empresa a ter um maior comprometimento com as questões climáticas. Esse resultado, embora baseado em empresas brasileiras, pode ter implicações para o restante das empresas do mundo, uma vez que, independentemente do país, o papel do conselho de administração permanece o mesmo, ratificando as decisões importantes da organização.

Com base nesses resultados, verifica-se que uma das estratégias eficazes para engajar as empresas na gestão climática pode ser o aumento do número de conselheiros independentes na composição do conselho. Por exemplo, uma estratégia prática derivada desse resultado é que os criadores, acionistas majoritários ou mesmo o órgão responsável pela supervisão da bolsa de valores podem exigir que as empresas tenham um número mínimo de conselheiros independentes no conselho de administração. Ao fazer isso, as empresas naturalmente se envolveram com as questões das mudanças climáticas.

Além disso, constatamos que as empresas que se esforçam para fazer parte do ISE, desenvolvido pelo mercado de capitais de São Paulo, apresentam um desempenho climático superior em comparação às empresas que não fazem parte dele. Demonstrando,

portanto, que o ISE é um instrumento fundamental para que as empresas se preocupem cada vez mais com as questões ambientais em geral e climáticas em particular. Assim, outra estratégia evidenciada pelo presente estudo é que as bolsas de valores também podem desempenhar um papel importante no processo de mitigação e adaptação, criando, por exemplo, indicadores de mudanças climáticas corporativas, para que as empresas participem e obtenham pontuações. Essas pontuações podem ser baseadas na gestão proativa das mudanças climáticas, ou seja, nas políticas, ações e estratégias de mitigação e adaptação que as empresas implementam para lidar com essas questões. Posteriormente, as pontuações podem ser disponibilizadas pelo órgão responsável por cada bolsa de valores ao redor do mundo.

Essa estratégia pode aumentar radicalmente o nível de envolvimento das empresas em questões climáticas, visto que provém do órgão oficial responsável pelo mercado de ações e, como resultado, os investidores podem confiar e incorporar essas pontuações no processo de tomada de decisão de investimento. É importante ressaltar que essas recomendações podem ser válidas não apenas para as empresas brasileiras da amostra, mas também para as demais empresas brasileiras e para as empresas não brasileiras, ou seja, o restante das empresas do mundo. Assim, este estudo contribuiu para recomendações globais de estratégias de mitigação ou adaptação às mudanças globais no contexto corporativo.

Assim, como as recomendações globais para estratégias de mitigação/adaptação: os mercados de capitais ao redor do mundo também podem desempenhar um papel importante no processo de mitigação e adaptação climática, criando instrumentos semelhantes aos do ISE e criando incentivos para que as empresas se esfor-

cem para aderir a esses instrumentos. Finalmente, os esforços para promover a mitigação e a adaptação no Brasil e no mundo exigirão a participação mais ativa de todos, incluindo as empresas. No caso das empresas, isso implica a necessidade de descobrir quais estratégias são mais eficazes para envolver todas as empresas na mitigação e adaptação climática globalmente. Dessa forma, os esforços para promover a adaptação e a mitigação no Brasil e no mundo no contexto corporativo exigirão, por exemplo, aumentar a proporção do número de diretores independentes no conselho e, em segundo lugar, criar ou aprimorar mecanismos para a divulgação e o compartilhamento de informações. Além disso, é importante criar as melhores práticas e métricas abrangentes para avaliar as políticas, ações e estratégias de mitigação e adaptação climática que as empresas têm em vigor para lidar com seus problemas.

Além disso, este estudo contribuiu para a literatura ao demonstrar que tamanho, setor de atividade e desempenho financeiro são atributos potencialmente fortemente relacionados à gestão climática, apresentando, no entanto, diversas limitações que precisam ser discutidas, pois abrem caminho para pesquisas futuras. A primeira refere-se ao tamanho da amostra, $n = 72$, no período de 5 anos, de 2014 a 2018, totalizando 360 observações, relativamente pequeno. Isso pode limitar generalizações, pois requer um tamanho amostral grande para inferir generalizações. Assim, os achados deste estudo são restritos às empresas investigadas. Este estudo considerou apenas as empresas que responderam ao questionário CDP e apresentaram pontuação consistente nos 5 anos do estudo e as empresas são listadas na bolsa de valores de São Paulo. Assim, pesquisas futuras podem investigar empresas não listadas, bem como pequenas empresas.

Em segundo lugar, os achados, além de serem restritos à amostra estudada, também são restritos ao contexto brasileiro, uma vez que investigaram apenas as empresas brasileiras. Isso não significa que os resultados deste estudo não possam servir de base para a tomada de decisões por gestores, investidores e demais stakeholders fora do Brasil, considerando apenas que os resultados são provenientes de empresas brasileiras. Assim, pesquisas futuras devem investigar quais fatores explicam a gestão do clima das empresas considerando outros contextos geográficos, comparando os resultados com os encontrados no contexto brasileiro.

Em terceiro lugar, pressupor que a pontuação do CDP seja necessariamente uma boa medida do desempenho em relação às mudanças climáticas é questionável. Portanto, é importante reconhecer que as pontuações do CDP não são necessariamente a melhor medida de desempenho climático. Mesmo com todos os esforços do CDP em conjunto com seus parceiros, sempre houve um problema com a escrita criativa levando a pontuações mais altas no CDP, especialmente quando se trata de divulgações de risco. No entanto, pode-se argumentar que a probabilidade de escrita criativa é a mesma em todas as empresas e, portanto, não alteraria os resultados. Mas é algo a ser considerado cuidadosamente. Nesse sentido, estudos futuros podem considerar o desempenho do relatório de sustentabilidade da Global Reporting Initiative (GRI), por exemplo, e então comparar os resultados com os do presente estudo.

Financiamento - Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – Código Financeiro 001 e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB do Brasil.

Conformidade com os padrões éticos

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

Amran A, Periasamy V, Zulkafli AH (2014) Determinants of climate change disclosure by developed and emerging countries in Asia Pacific. *Sustain Dev* 22(3):188–204

Barako DG, Hancock P, Izan HY (2006) Factors influencing voluntary corporate disclosure by Kenyan companies. *Corp Gov* 14(2):107–125

Ben-Amar W, McIlkenny P (2015) Board effectiveness and the voluntary disclosure of climate change information. *Bus Strateg Environ* 24(8):704–719

Berle A, Means G (1932) *The modern corporation and private property*. Mac-Millan, New York

Boiral O, Henri JF, Talbot D (2012) Modeling the impacts of corporate commitment on climate change. *Bus Strateg Environ* 21(8):495–516

Bovespa (2017) The São Paulo Stock Exchange, available at <http://www.bmfbovespa.com.br>

Braga JP, Oliveira JRS, Salotti BM (2009) Determinants of the level of environmental disclosure in financial statements of Brazilian companies. *R Cont Ufba, Salvador-Ba* 3(3):81–95

Brown HCP, Smit B, Somorin OA, Sonwa DJ, Alcupcaddikilcoodana F (2013) Institutional perceptions, adaptive capacity and climate change response in a post-conflict country: a case study from Central African Republic. *Clim Dev* 5(3):206–216

Carter DA, Simkins BJ, Simpson WG (2003) Corporate governance, board diversity, and firm value. *Financ Rev* 38(1):33–53

CDP (2015). Carbon disclosure project 2015 climate change scoring methodology. Available at: 5 <https://www.cdp.net/Documents/Guidance/2014/CDP-2014-Climate-Change-Scoring-Methodology.pdf>

CDP (2016) Carbon disclosure project 2016 climate change scoring methodology. Available at: https://b8f65cb373b1b7b15feb7c70d8ead6ed550b4d987d7c03fcdd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/guidance_docs/pdfs/000/000/509/original/CDP-climate-change-scoring-methodology.pdf

CDP (2017). Carbon Disclosure Project, available at <http://www.cdpla.net>. Accessed January 10, 2017 CDP, 2018. Carbon disclosure project homepage. Available at: <https://www.cdp.net>. Accessed 31.10.2018

Charreaux G (2000) Le conseil d'administration dans les théories de la gouvernance. *Revue du financier* 127:6–17

Coles JW, McWilliams VB, Sen N (2001) An examination of the relationship of governance mechanisms to performance. *J Manag* 27(1):23–50

Cotter J, Najah M (2012) Institutional investor influence on global climate change

disclosure practices. *Aust J Manag* 37(2):169–187

Da Silva Gomes SM, Koulou Kouli D, Leal Bruni A, Cruz Oliveira N (2017) Relação entre o disclosure de riscos climáticos e o retorno anormal das empresas brasileiras. *Rev Univ Contábil* 13(2):149–165 www.furb.br/universocontabil. <https://doi.org/10.4270/ruc.2017213>

De Faria JA, Andrade JCS, da Silva Gomes SM (2018) The determinants mostly disclosed by companies that are members of the Carbon Disclosure Project. *Mitig Adapt Strateg Glob Chang* 23:1–24. <https://doi.org/10.1007/s11027-018-9785-0>

Donnelly R, Mulcahy M (2008) Board structure, ownership, and voluntary disclosure program in Ireland. *Corp Gov* 16(5):416–429

Eleftheriadis IM, Anagnostopoulou EG (2015) Relationship between corporate climate change disclosures and firm factors. *Bus Strateg Environ* 24(8):780–789

Elshandidy T, Neri L (2015) Corporate governance, risk disclosure practices, and market liquidity: comparative evidence from the UK and Italy. *Corp Gov* 23(4):331–356

Fama EF (1980) Agency problems and the theory of the firm. *J Polit Econ* 88(2):288–307
Fama EF, Jensen MC (1983) Separation of ownership and control. *J Law Econ* 26(2):301–325

Freedman M, Jaggi B (2005) Global warming, commitment to the Kyoto protocol, and accounting disclosures by the largest global public firms from polluting industries. *Int J Account* 40(3):215–232

Galbreath J (2009) Building corporate social responsibility into strategy. *Eur Bus Rev* 21(2):109–127
Galbreath J (2010) Corporate governance practices that address climate change: an exploratory study. *Bus Strateg Environ* 19(5):335–350

Hackston D, Milne MJ (1996) Some determinants of social and environmental disclosures in New Zealand companies. *Account Audit Account J* 9(1):77–108

Hahn R, Reimsbach D, Schiemann F (2015) Organizations, climate change, and transparency: Reviewing the literature on carbon disclosure. *Organization & Environment* 28(1):80–102

Hoover S, Fafatas S (2016) Political environment and voluntary disclosure in the US: evidence from the Carbon Disclosure Project. *J Pub Affairs* 18(4):e1637. <https://doi.org/10.1002/pa.1637>

Huse M, Solberg AG (2006) Gender-related boardroom dynamics: how Scandinavian women make and can make contributions on corporate boards. *Women Manag Rev* 21(2):113–130

IPCC (2007) IPCC, 2007: climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. In: Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, Van Der Linden PJ, Hanson CE (eds) *Contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press, Cambridge

IPCC (2014) Core Writing Team. In: Pachauri RK, Meyer LA (eds) *Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, p 151

Jensen MC (1993) The modern industrial revolution, exit, and the failure of internal control systems. *J Financ* 48(3):831–880

Jensen MC, Meckling WH (1976) Theory of the firm: managerial behavior, agency costs and ownership structure. *J Financ Econ* 3(4):305–360

Jeswani HK, Wehrmeyer W, Mulugetta Y (2008) How warm is the corporate response to climate change? Evidence from Pakistan and the UK. *Bus Strateg Environ* 17(1):46–60

Kouloukoui D, da Silva Gomes SM, de Oliveira Marinho MM, Torres EA, Kiperstok A, de Jong P (2018) Disclosure of climate risk information by the world's largest companies. *Mitig Adapt Strateg Glob Chang* 23(8):1251–1279. <https://doi.org/10.1007/s11027-018-9783-2>

Kouloukoui D, Sant'Anna ÂMO, da Silva Gomes SM, de Oliveira Marinho MM, de Jong P, Kiperstok A, Torres EA (2019) Factors influencing the level of environmental disclosures in sustainability reports: case of climate risk disclosure by Brazilian companies. *Corp Soc Responsib Environ Manag*. <https://doi.org/10.1002/csr.1721>

Lee SY (2012) Corporate carbon strategies in responding to climate change. *Bus Strateg Environ* 21(1):33–48. <https://doi.org/10.1002/bse.711>

Lee SY, Park YS, Klassen RD (2015) Market responses to firms' voluntary climate change information disclosure and carbon communication. *Corp Soc Responsib Environ Manag* 22(1):1–12

Lewis BW, Walls JL, Dowell GW (2014) Difference in degrees: CEO and firm environmental disclosure. *Strateg Manag J* 35(5):712–722

Lipton M, Lorsch JW (1992) A modest proposal for improved corporate governance. *The business lawyer* 48(1):59–77

Lorsch JW, MacIver E (1989) *Pawns or potentates: the reality of America's Corporate Boards*. Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts

Luo L, Lan YC, Tang Q (2012) Corporate incentives to disclose carbon information: evidence from the CDP global 500 report. *J Int Financ Manag Acc* 23(2):93–120

Patten DM (2000) Changing superfund disclosure and its relation to the provision of other environmental information. In *Advances in environmental accounting & management* (pp. 101–121). Emerald Group Publishing Limited. 1 Editor(s): ISBN: 978-0-76230-334-2 eISBN: 978-1-84950-024-1

Reid EM, Toffel M (2009) Responding to public and private politics: corporate disclosure of climate change strategies. *Strateg Manag J* 30(11):1157–1178

Rose C (2007) Does female board representation influence firm performance? The Danish evidence. *Corp Gov* 15(2):404–413

Stanny E (2013) Voluntary disclosures of emissions by US firms. *Bus Strateg Environ* 22(3):145–158

Stanny E, Ely K (2008) Corporate environmental disclosures about the effects of climate change. *Corp Soc Responsib Environ Manag* 15(6):338–348

Stanwick SD, Stanwick PA (2000) The relationship between environmental disclosures and financial performance: an empirical study of US firms. *Corp Soc Responsib Environ Manag* 7(4):155

Stern, N. (2006). *Stern review report on the economics of climate change* Sullivan R, Gouldson A (2016) The governance of corporate responses to climate change: an international comparison. *Business Strategy and the Environment* 26 (4):413–425. <https://doi.org/10.1002/bse.1925>

Vital JT, Wright M, Dalló S, de Oliveira Moritz G, Costa AM (2009) The influence of participation in corporate sustainability index (ISE) in the financial performance of firms. *J*

Manag 11(24):11

Vogel C (2009) Business and climate change: initial explorations in South Africa. *Clim Dev* 1(1):82–97 Wegener M, Elayan FA, Felton S, Li J (2013) Factors influencing corporate environmental disclosures. *Account Perspect* 12(1):53–73

Afiliações

Daniel Kouloukoui¹

Marcia Mara de Oliveira Marinho¹

Sônia Maria da Silva Gomes¹

Pieter de Jong¹

Asher Kiperstok¹

Ednildo Andrade Torres¹

Daniel Kouloukoui danielkoulou@hotmail.com

Marcia Mara de Oliveira Marinho marma@ufba.br

Sônia Maria da Silva Gomes soniagomes3@gmail.com

Pieter de Jong pietedit@yahoo.co.uk

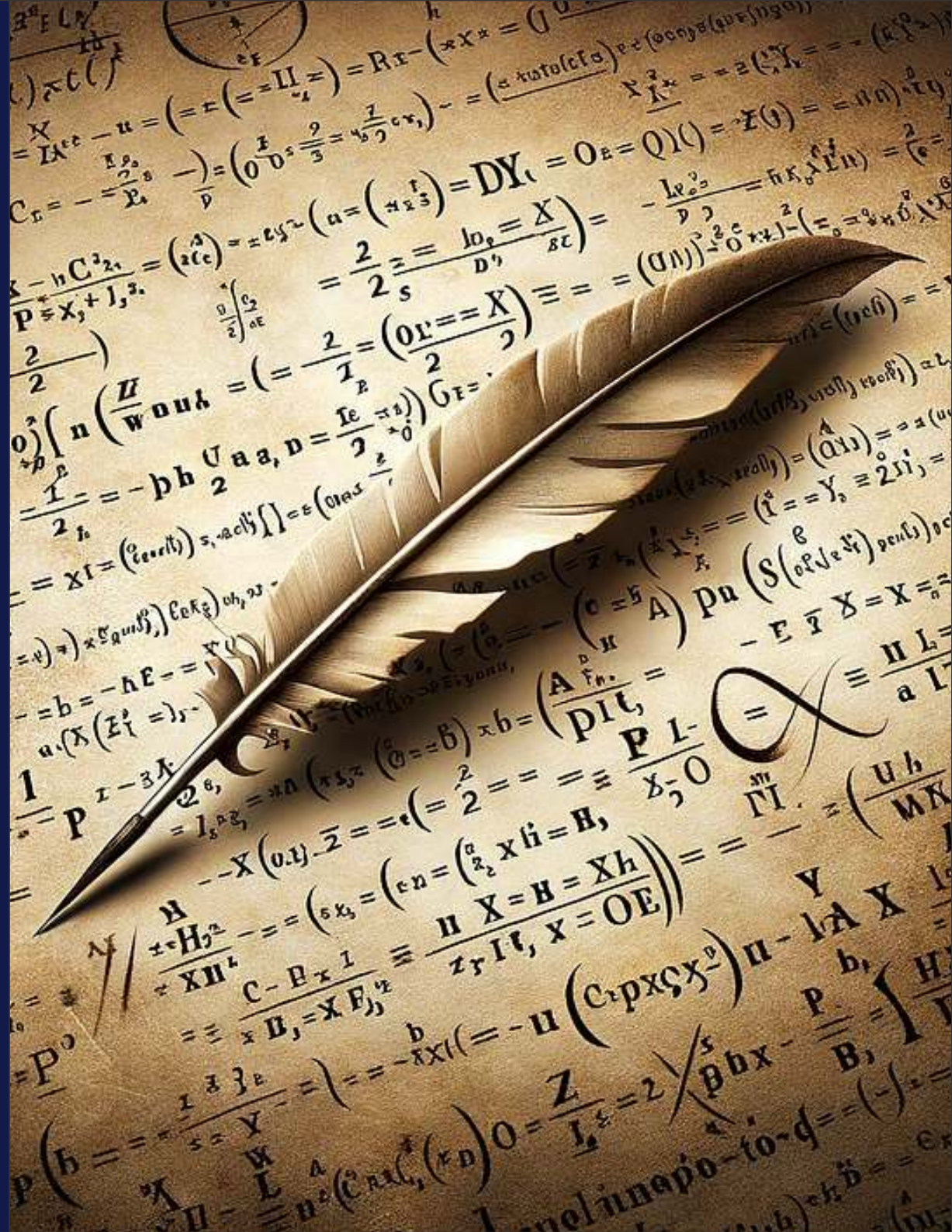
Asher Kiperstok asherkiperstok@gmail.com

Ednildo Andrade Torres ednildotorres@gmail.com

1 Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brazil

O FANTASMA DA MATEMÁTICA

Marcio Luis Ferreira Nascimento



O FANTASMA DA MATEMÁTICA

Marcio Luis Ferreira Nascimento

Abstract: In popular belief, ghosts are the souls or spirits of the deceased who manifest themselves in supernatural ways. Because mathematics deals basically with abstractions, it attributes important properties to addition and multiplication, called identity elements, which can be associated with ghosts.

Resumo: Na crença popular, fantasmas seriam almas ou espíritos de falecidos se manifestando de modo sobrenatural. A matemática, por lidar basicamente com abstrações, atribui propriedades importantes na adição e multiplicação denominadas elementos neutros que podem ser associadas a seres fantasmagóricos.

Keywords: Mathematics, Identity element, Literature

Palavras-chave: Matemática, Elemento Neutro, Literatura

1. INTRODUÇÃO

A cultura popular brasileira é rica em exemplos, como o bicho papão, a mula sem cabeça, sacis, o boi da cara preta, todos exemplarmente identificados em obras como o “Sitio do Picapau Amarelo”, iniciada com a publicação do livro “Reinações de Narizinho” em 1931 [1], esta uma genial criação do advogado, promotor, escritor, editor, ativista, empreendedor e tradutor brasileiro José Bento Renato Monteiro Lobato (1882 - 1948).

Infelizmente, muitas pessoas chegam a perder o sono por causa da matemática, pois ela parece assombrar, não importando idade, gênero ou mesmo condição econômica ou social.

Há várias razões para tanto assombro. De fato, pode-se dizer, sem medo de errar, que há fantasmas no reino da matemática.

- Como assim?, alguém poderia perguntar.

Tome por exemplo um número qualquer, como o dois. Ele se escreve sozinho, assim, 2. Mas, na verdade, ele está associado à unidade da seguinte forma: 2 vezes um é igual a dois, ou ainda $2 \cdot 1 = 2$. O número um é um fantasma a acompanhar qualquer outro número. E isto não deveria surpreender, pois a matemática lida em grande parte com abstrações.

Um outro fantasma é o zero, pois pode-se escrever o dois de outra forma: $2 + 0 = 2$. Curiosamente, ambos fantasmas não costumam causar medo, sequer assombro. E estão associados a duas operações matemáticas, multiplicação e adição respectivamente, representando algumas das mais importantes propriedades no mundo dos números.

Mesmo quando estes fantasmas não estão presentes, as lembranças podem atormentar as almas ainda não preparadas para estes evanescentes matemáticos, chamados de elementos neutros.

E por que seriam eles importantes?

2. A IMPORTÂNCIA DOS ELEMENTOS NEUTROS NA MATEMÁTICA

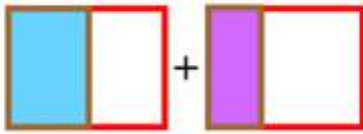
Uma breve resposta seria que eles servem para desvendar segredos. Por exemplo, pode-se desejar saber qual é o resultado da soma de duas frações, meio ($1/2$) e um terço ($1/3$).

Somar frações não é uma atividade trivial. Para efetuar tal operação, conforme ilustrado na Figura 1, é preciso alguma comparação em termos de unidades. Como tais frações tem denominadores diferentes, não é possível compará-los em termos de suas partes para efetuar uma soma. Um modo de comparar tais frações se dá por meio do uso de um mesmo divisor, ou ainda denominador. Assim, assume-se que ambas as frações são multiplicadas, cada uma, pelo fantasma da unidade. Particularmente, a fração meio pode ser multiplicada por um, ou ainda pela fração três terços (3/3); já a fração um terço, que também pode ser multiplicada por um, ou ainda dois meios (2/2), tornam-se outras duas frações com denominador comum, mas cada uma significando a mesma coisa. Desta forma, a fração meio passa a ser três sextos (3/6), e a fração um terço passa a equivaler a dois sextos (2/6). Desta maneira, é possível somar três sextos com dois sextos, resultando em cinco sextos, graças ao fantasma da unidade.

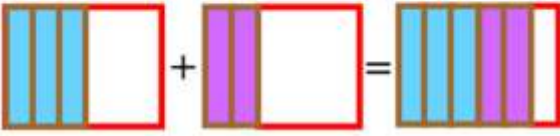
O termo fração vem do latim fractus, que significa quebrado. Vale lembrar que o uso de frações foi diverso desde seu início, na aurora da humanidade, servindo tanto para partilha em diversas situações como heranças, ou componentes de um medicamento, e até para o desenvolvimento do primeiro experimento embasado em teoria: a definição das notas musicais. Ao se dividir uma corda esticada pela metade em uma lira grega ou mesmo num berimbau, quando devidamente afinados, é possível obter uma nota e sua dita oitava. Reza a lenda que o matemático grego Pitágoras de Samos (c. 570 – c. 495 a.C.) foi o primeiro a demonstrar que proporções específicas de comprimentos numa corda devidamente tensionada produzem sons agradáveis, denominados posteriormente de notas musicais. Historicamente, o polímata francês Nicolau Oresme (1325 -1382) havia descrito em seu manuscrito que: “uma média é escrita na

forma $\frac{1}{2}$, um terço como $\frac{1}{3}$ e dois terços como $\frac{2}{3}$; e assim por diante. E o número acima da barra é denominado numerador, o outro que está abaixo será o denominador” [3].

Há diversos exemplos e aplicações da soma de frações. Um dos mais antigos livros sobre o assunto em língua portuguesa é o “Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria” (1567) [4], de Pedro Nunes (Petrus Nonius, 1502 - 1578), médico e matemático português, importante obra do período das navegações e de enorme relevância para a história da matemática. Outra obra exemplar é o “Exame de Artilheiros”, do engenheiro militar e político português José Fernandes Pinto Alpoim (1700 - 1765), que viveu no Brasil [5], e ensinou como reduzir frações a um mesmo denominador, ministrando aulas as primeiras turmas de engenharia no país.

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3}$$


$$\frac{1}{2} \cdot 1 + \frac{1}{3} \cdot 1$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{2} = \frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$$


Elementos neutros da multiplicação (a unidade) e da adição (o zero), respectivamente.

Figura 1. Soma de frações mostrando o fantasma da unidade em cada fração a ser adicionada, considerando a soma entre meio e um terço. Para tanto, assume-se que ambas as frações, meio e um terço, são multiplicadas, cada uma, pelo fantasma da unidade. Particularmente, a fração meio pode ser multiplicada por um, ou ainda pela fração três terços ($3/3$); já a fração um terço, que também pode ser multiplicada por um, ou ainda dois meios ($2/2$), tornam-se outras duas frações com denominador comum, mas cada uma significando a mesma coisa. Desta forma, a fração meio passa a ser três sextos ($3/6$), e a fração um terço passa a equivaler a dois sextos ($2/6$). Desta maneira, é possível somar três sextos com dois sextos, resultando em cinco sextos.

Digamos agora que se deseja saber qual é a diferença entre dois produtos (ou melhor, dois quadrados de números), como por exemplo a diferença entre dois vezes dois e um vezes um. Dois vezes dois resulta em quatro, e quando subtraído de um vezes um, o total é quatro menos um, ou seja, três. Há um outro fantasma nesta operação, pois equivale ao produto entre a soma de dois e um ($2+1$) pela diferença entre dois e um ($2-1$), ou seja, pelo produto entre três e um, resultado de $(2+1) \cdot (2-1)$, conforme ilustrado na [Figura 2](#). Tal procedimento é equivalente ao produto dois vezes dois somado a dois vezes um, subtraído de um vezes dois e subtraído de um vezes um. O fantasma a assombrar tal procedimento é o zero, que equivale a diferença entre produtos envolvendo valores iguais, a saber: dois vezes um menos um vezes dois: $2 \cdot 1 - 1 \cdot 2 = 0$.

$$2 \times 2 - 1 \times 1 = 2 \times 1 = 1 \times 2 - 1 \times 1 = 1 \times 1$$

Figura 2. Diferença entre dois quadrados de números, ou ainda a diferença entre dois produtos, cada um multiplicados por si mesmos. Sejam tais números dois e um, a diferença entre dois vezes dois e um vezes um é igual ao produto entre a soma envolvendo dois e um e a diferença entre dois e um. Dito de outra forma, dois vezes dois resulta em quatro, e quando subtraído de um vezes um, o total é quatro menos um, ou seja, três. Isto equivale ao produto entre a soma de dois e um ($2+1$) pela diferença entre dois e um ($2-1$), ou seja, pelo produto entre três e um, resultado de $(2+1) \cdot (2-1)$. Ou seja, tal procedimento é equivalente ao produto dois vezes dois somado a dois vezes um, subtraído de um vezes dois e subtraído de um vezes um ($2 \cdot 2 + 2 \cdot 1 - 1 \cdot 2 - 1 \cdot 1$). O fantasma a assombrar tal procedimento é o zero, que equivale a diferença entre produtos envolvendo valores iguais, a saber: dois vezes um menos um vezes dois: $2 \cdot 1 - 1 \cdot 2 = 0$.

Como mais um exemplo, ilustrado na [Figura 3](#), pode-se desejar saber qual número que somado a dois resulta em cinco. A solução pode ser feita por tentativa e erro: assumindo que tal número seja um, se somado a dois, não resulta em cinco. E pode-se continuar com esta estratégia apenas supondo outros valores até descobrir qual o resultado mais adequado que verifica a igualdade.

$$\begin{aligned} x + 2 &= 5 \\ x + 2 - 2 &= 5 - 2 \\ \underbrace{}_0 & \\ x &= 3 \end{aligned}$$

Figura 3. Qual o número que somado a dois resulta cinco? Se tal número, rotulado de x , somado a dois resulta em cinco, ao se subtrair o dois da soma entre tal número x e dois, isto equivale também a subtrair dois de cinco, resultando em três. O fantasma do zero está presente para separar o número incógnito x de tudo a esquerda da equação, cancelando mais dois com menos dois num termo, ao mesmo tempo que se subtrai dois de cinco no outro termo, a direita.

Uma outra maneira seria considerar que, se um número somado a dois resulta em cinco, ao se subtrair o dois da soma entre tal número e dois, isto equivale também a subtrair dois de cinco, resultando em três. O fantasma do zero está presente para separar o número incógnito de tudo, cancelando mais dois com menos dois num termo, ao mesmo tempo que se subtrai dois de cinco. Nada mais apropriado denominar de x algo incógnito, ou seja, não descoberto ou desconhecido.

3. DISCUSSÃO

Assim como na matemática, há várias histórias de fantasmas elaboradas pela humanidade. Um bom exemplo é o do escritor e jornalista francês Gaston Louis Alfred Leroux (1868 – 1927, Figura 4), que escreveu o célebre livro “O Fantasma da Ópera” (“Le Fantôme de l'Opéra”) em modo seriado em 1909 e na forma de livro no ano seguinte (conforme Figura 5) [2], adaptado diversas vezes para o cinema, televisão e teatro.

Tal obra fictícia conta a trágica história de um triângulo amoroso passado nos bastidores da ópera parisiense Palais Garnier, um majestoso edifício no centro da capital francesa, que recebeu tal nome em homenagem ao arquiteto francês Jean-Louis Charles Garnier (1825 - 1898). O protagonista é um homem sinistro e ao mesmo tempo genial, atormentado por uma terrível deformação parcial na face a causar espanto, e que o faz usar uma máscara, vivendo nos subterrâneos do famoso teatro. O Fantasma da Ópera se apaixona perdidamente por uma bela e ingênua jovem soprano aspirante a cantora da instituição que também é motivo de desejo de um visconde, amigo de infância da moça e novo patrono da Ópera

Garnier. O misterioso fantasma passa a procurar a jovem, auxiliando-a a aprimorar suas habilidades vocais.

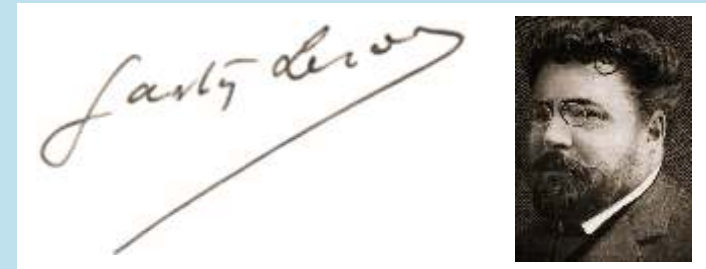


Figura 4. Gaston Louis Alfred Leroux (1868- 1927), escritor e jornalista francês.

Figura 5. Capa da primeira edição da obra “O Fantasma da Ópera” (“Le Fantôme de l'Opéra”), da lavra do escritor e jornalista francês Gaston Louis Alfred Leroux (1868- 1927) em 1910, após ter sido publicada em formato seriado na revista Le Gaulois no ano anterior.

Tal fantástica obra cativa com uma trama envolvente, ao tempo que também oferece uma reflexão sobre temas universais como amor, obsessão, solidão e redenção, inseridos em um contexto histórico e unindo primorosamente romance, terror, suspense e mistério, a perdurar até os dias de hoje. Tanto que entre 1988 e 2023 foi adaptado pelo compositor e produtor musical britânico Andrew Lloyd Webber (n. 1948), tornando-se o musical mais longo a existir, com 35 anos ininterruptos em cartaz no Majestic Theatre da Broadway na cidade de Nova York, nos Estados Unidos, deixando um legado de encantamento e sedução do centenário texto de Leroux.

4. CONCLUSÕES

Pelo fato de lidar em grande parte com abstrações, a matemática permite manipulações que se assemelham a fantasmas, tendo como base os elementos neutros da adição (o zero) e da multiplicação (a unidade).

Tal qual o fantasma da ópera, os fantasmas da matemática estão sempre a espreitar as mentes de estudantes desavisados(as), escondidos por entre números quaisquer, as vezes se manifestando, ou não. Isto depende em algum grau da habilidade de quem manuseia a matemática. No entanto, não deveriam assombrar nenhum(a) estudante, pois servem para solucionar problemas. É preciso enfrentar os problemas e extrair a máscara do fantasma da matemática, assim como fez a amada do Fantasma da Ópera, a revelar o que se esconde e perceber que há beleza em tudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. LOBATO. “Reinações de Narizinho”. Cia Editora Nacional., São Paulo (1931) 306 p.
- [2] G. LEROUX. “Le Fantôme de l'Opéra” (“O Fantasma da Ópera”). Éditions Pierre Lafitte et Cie., Paris (1910) 520 p.
- [3] N. ORESME. *Algorismus Proportionum* (“Algoritmo das Razões”) Biblioteca Medicea Laurenziana, Florença, Itália. Ashburnham MS. 210, (1355). folium 173r, c. 1.
- [4] P. NUNEZ. “Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria, compuesto por el Doctor Pedro Nuñez, Cosmographo Mayor del Rey de Portugal, y Cathedratico Iubilado en la Cathedra de Mathematicas en la Vniversidad de Coymbra”. Iuan Stelsio Ed., Antuérpia (1567) 341 p.
- [5] J. .F. P. ALPOIM. “Exame de Artilheiros que Comprehende Arithmetica, Geometria, e Artilharia, com Quatro Appendices: O Primeiro de Algumas Perguntas Uteis; o Segundo do Methodo de Contar as Ballas, e Bombas nas Pilhas; o Terceiro das Batarias; o Quarto dos Fogos Artificiaes. Obra de Grande Utilidade, para se Ensinarem os Novos Soldados Artilheiros, por Perguntas, e Respostas”. José Antonio Plates Editor, Lisboa (1744) 259 p.



Marcio Luis Ferreira Nascimento é professor do Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica – UFBA e membro do Instituto Politécnico da Bahia
mlfn@ufba.br



Instituto Politécnico da Bahia



ESCOLA POLITÉCNICA

Instituto Politécnico da Bahia

📍 Av. Tranquedo Neves, 1283 – Caminho das Árvores.
Ed. Ômega, sala 903, 9º andar. Salvador – Ba.
CEP.: 41.230-000
✉ E-mail: secretaria@ipolitecnicobahia.org
Telefone: (71) 9 8548-4208

Fundação Escola Politécnica da Bahia

📍 Rua Professor Severo Pessoa, 31, Federação,
Salvador, BA, CEP 40.210-70
🌐 <http://www.fepba.org.br/>

Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia

📍 Rua Prof. Aristides Novis nº 02 Federação,
CEP: 40210-630 Salvador - Bahia - Brasil
✉ E-mail: engsecretaria@ufba.br