



TEXTO PARA DISCUSSÃO n. 30

Ocupações STEM: uma abordagem contemporânea para os empregos tecnológicos¹

Selma Carvalho
Ester Carneiro do Couto Santos
Leandro Alves Silva
Igor Procópio

Belo Horizonte
2025

¹ Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo financiamento no âmbito do projeto APQ 04334-34. Também agradecem a sugestão dada pelo diretor da Diretoria de Estatísticas e Informações Cláudio Shikida pela sugestão de analisar as áreas STEM.

MINAS GERAIS
Governador
Romeu Zema Neto
Vice-Governador
Mateus Simões

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO
Secretária
Sílvia Caroline Listgarten Dias

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO
Presidente
Luciana Lopes Nominato Braga
Vice-Presidente
Mônica Moreira Esteves Bernardi

FICHA TÉCNICA

Coordenação

Elaboração

Ester Carneiro do Couto Santos
Igor Procópio
Leandro Alves Silva
Selma Carvalho

Coordenação de Editoração

Ana Paula da Silva
Ariane Machado
Graziella Napoli da Terra Caldeira
Marielle Durães Ferreira

Capa
Aline de Faria Pereira

TEXTO PARA DISCUSSÃO

São textos que visam divulgar trabalhos preliminares. Possuem o objetivo de compartilhar ideias e obter comentários, críticas e sugestões.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO

Alameda das Acácias, 70
Bairro São Luiz - Pampulha
Belo Horizonte - Minas Gerais

CEP: 31.275-150

Telefone: (31) 3448.9711

www.fjp.mg.gov.br

E-mail: comunicacao@fjp.mg.gov.br.

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, por qualquer meio, desde que citada a fonte. Disponível também em: www.fjp.mg.gov.br

C331o

Carvalho, Selma.

Ocupações STEM : uma abordagem contemporânea para os empregos tecnológicos / Selma Carvalho, Ester Carneiro do Couto Santos, Leandro Alves Silva e Igor Procópio. – Belo Horizonte: FJP, 2025.

39 p. : il. (Texto para discussão. Fundação João Pinheiro; n. 30)

1. Tecnologia – Minas Gerais. I. Santos, Ester Carneiro do Couto. II. Silva, Leandro Alves. III. Procópio, Igor. IV. Título. V. Série.

CDU 62(815.1)



RESUMO

Este artigo apresenta uma abordagem contemporânea para a identificação e análise das ocupações tecnológicas no Brasil, atualmente conhecidas como *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) — Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática —, que possuem vínculo direto com a pesquisa, geração de conhecimentos e inovação. O foco do trabalho consistiu na atualização metodológica para fazer a compatibilização internacional entre a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) e o Sistema de Classificação Ocupacional norte-americano. Os resultados consistem em tabelas contendo um total de 294 ocupações STEM nacionais, correspondentes às duas subáreas que formam o núcleo do modelo dos Estados Unidos: 258 na subárea 1 (ciências da vida, ciências físicas, engenharia, matemática e tecnologia da informação) e 36 na subárea 2 (ciências sociais). Os dados preliminares indicam um crescimento expressivo dos empregos na subárea 1 de STEM no Brasil entre 2004 e 2024, com um aumento de 133% no número de postos formais e significativa interiorização dessas ocupações pelo território nacional. O trabalho aponta ainda os fatores que impulsionaram essa expansão, como a ampliação do ensino técnico e superior, a modernização de setores produtivos tradicionais e políticas de incentivo à formação em STEM. A definição e operacionalização das ocupações em STEM, fundamentadas em modelos internacionais, permite análises comparativas regionais e globais, além de subsidiar políticas públicas voltadas para o fortalecimento da formação e empregabilidade em áreas estratégicas para o desenvolvimento econômico do país. Nesse sentido, a escolha de uma estrutura ocupacional em STEM mais ampla, que contempla atividades vinculadas às ciências sociais em seu núcleo central e também recomenda a incorporação de subáreas complementares às atividades de STEM principais, incita reflexões sobre possibilidades de adequação desse modelo proposto ao contexto local.

Palavras-chave: Ocupações STEM. Mercado de trabalho. Classificação ocupacional. Inovação tecnológica. Políticas públicas.



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	STEM: UMA SIGLA SIMPLES QUE CARREGA CONSIGO UM SIGNIFICADO COMPLEXO	6
3	STEM COMO TENDÊNCIA GLOBAL	9
4	METODOLOGIA	10
4.1	O padrão de ocupações STEM da agência U. S. Bureau of Labor Statistics	12
4.2	O padrão de ocupações STEM da Statistics Canada	14
4.3	O método de seleção de ocupações nacionais STEM desenvolvido por Machado <i>et al.</i> (2021) 17	
4.4	Atualizações e ajustes no resultado do trabalho de referência.....	19
4.4.1	Impactos da nova versão da SOC/USBLs sobre a seleção original de famílias STEM da CBO de Machado <i>et al.</i> (2021)	20
4.4.2	Conferência da correspondência entre as 65 famílias CBO e as ocupações STEM da SOC/2018	20
4.4.3	Seleção de famílias STEM/CBO da subárea 2 – ciências sociais.....	22
4.4.4	Classificação das ocupações STEM nacionais por tipo segundo critério do USBLs.....	22
5	EVIDÊNCIAS A PARTIR DOS DADOS BRASILEIROS	24
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS	30
	APÊNDICE B: FAMÍLIAS STEM NACIONAIS – SUBÁREA 2 – CIÊNCIAS SOCIAIS	37
	APÊNDICE C: OCUPAÇÕES STEM NACIONAIS – SUBÁREA 2 – CIÊNCIAS SOCIAIS	38
	APÊNDICE D: TOTAL DE TRABALHADORES EM ÁREAS STEM POR UNIDADE DA FEDERAÇÃO E TAXAS DE CRESCIMENTO – 2004/2023	39



1 INTRODUÇÃO

O acrônimo STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) é uma sigla contemporânea que tem sido usada para tratar de políticas e ações ligadas principalmente às reformas no ensino e no treinamento da força de trabalho. A finalidade principal é preparar profissionais e garantir que a oferta de mão de obra atenda à demanda crescente por profissionais altamente qualificados no campo da ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

Mesmo sendo reconhecido por diversos organismos internacionais, ainda não há uma definição amplamente utilizada do termo, pelo contrário, indica que o campo STEM é marcado por debates e que seu significado ainda está em construção (Pugliese, 2020). Contudo, o que é comum no universo STEM é a noção de que as ações implementadas por diversos países estão amparadas por uma justificativa de natureza econômica: a necessidade de garantir a competitividade por meio do aperfeiçoamento da cadeia formada pela educação, pelo desenvolvimento do capital humano, pela geração de conhecimentos, pela inovação e pelo crescimento sustentado de negócios e empregos.

Em termos globais, o campo STEM tem ganhado notoriedade principalmente entre os países desenvolvidos. No Brasil, entretanto, esse assunto é pouco debatido e tem ficado restrito à área da educação. Por outro lado, Machado *et al.* (2021) apontam para a questão de que essa ênfase na inovação tem fortes implicações também para o mercado de trabalho.

Nesse contexto, este estudo tem o objetivo de apresentar um grupo de ocupações brasileiras consideradas STEM compatível internacionalmente. Com base nos escassos estudos anteriores que tratam desse tema no Brasil, uma metodologia existente foi escolhida como ponto de partida para compatibilizar e selecionar um *rol* de profissões da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO). A referência internacional é o *Standard Occupations Classification (SOC)* — Sistema Padrão de Classificação de Ocupações — do *U.S. Bureau of Statistics*. A partir dos resultados deste trabalho, com o universo de ocupações nacionais STEM delimitado, será possível extrair dados para obter um panorama sobre a estrutura de empregos formais em STEM para o Brasil, suas unidades da federação e municípios.

Além desta introdução, o trabalho está dividido em mais cinco seções. A seguir, a seção 2 trata do contexto no qual o acrônimo STEM foi criado. Em seguida, há uma apresentação sumária de como o tema STEM está sendo conduzido globalmente. Na seção 4, é descrita a metodologia utilizada e na seção 5, são apresentados alguns resultados preliminares obtidos a partir da classificação proposta para o Brasil. Por fim, a seção 6 expõe as considerações finais, destacando as conclusões mais importantes deste trabalho e também reflexões acerca do uso e aplicabilidade da estrutura de ocupações proposta.



2 STEM: UMA SIGLA SIMPLES QUE CARREGA CONSIGO UM SIGNIFICADO COMPLEXO

O acrônimo STEM foi criado em 2001 pela instituição *U.S. National Science Foundation (NSF)*² (Sanders, 2009; Williams, 2011). Na década de 1990, a NSF criou a sigla SMET para se referir às áreas de ciência, matemática, engenharia e tecnologia, e em 2001, a então diretora Judith Ramaly cunhou o acrônimo STEM para se referir a essas mesmas áreas do conhecimento (Pugliese, 2020).

Embora o uso da sigla STEM tenha se espalhado pelo mundo, seu significado é mais amplo do que a simples junção dessas quatro áreas do conhecimento porque resgata a noção de que o desenvolvimento econômico e a competitividade das nações são sustentados por uma cadeia, não necessariamente linear, que envolve educação, desenvolvimento humano, pesquisa básica, geração de conhecimentos e inovação.

Então, para compreender melhor essa significação de STEM nos dias atuais, é preciso entender o contexto histórico de sua formulação, que revela as raízes e as motivações que fundamentam a valorização dessas áreas como pilares do desenvolvimento tecnológico e econômico. Apesar do termo “STEM” ter surgido formalmente no início dos anos 2000, em relatórios da NSF, a preocupação com a formação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática remonta preocupações observadas desde 1945, como mostra o relatório *Science: The Endless Frontier*, que já destacava a necessidade da pesquisa básica e da formação superior nessas áreas para o progresso nacional (Bush, 1945).

Nesse sentido, pode-se entender que, subjacente às preocupações em promover a formação em áreas STEM, está a questão sobre a capacidade que esses campos do conhecimento possuem de promover transformações na economia, ou seja, na capacidade produtiva de um país ou região. Durante o período do imediato pós-Segunda Guerra, os diversos avanços tecnológicos propiciados pelas guerras mundiais deixaram evidentes as vantagens da ciência e da tecnologia sobre a competitividade das nações. Esse período ficou conhecido como *Big science* (Nelson; Winter, 2005), quando foi reforçada a importância da ciência para a promoção de novas tecnologias. Essa visão tornou-se ainda mais preponderante após a emergência da quinta revolução tecnológica iniciada na década de 1970.

Um exemplo do aumento dessa relevância pode ser observado através dos gastos do Governo Federal estadunidense em pesquisa e desenvolvimento (P&D) que, entre 1953 e 1989, saltaram de US\$ 10.590 milhões para quase US\$ 50 bilhões³ (Mowery; Rosenberg, 1993). Ademais,

² O NSF foi criado em 1950 como parte da estratégia americana de fortalecer suas capacidades de pesquisa e educação. <https://www.nsf.gov>.

³ Em valores de 1982.

segundo os autores, ainda durante o período entre guerras, o número de cientistas e engenheiros empregados em laboratórios de firmas americanas saltou de 2.775 para 45.941 entre 1921 e 1946. Naquela época, pelo lado do Governo norte-americano, havia uma convicção da importância da realização de investimentos em P&D e, portanto, de profissionais ligados a essas atividades mais voltadas para o campo militar, como a indústria de munições. Todavia, os desenvolvimentos de pesquisas nessa área influenciaram de modo significativo as pesquisas industriais estadunidenses. Isso gerou consideráveis *spillovers* (ou ramificações) de conhecimento. Conseqüentemente, o reconhecimento da necessidade de formação de engenheiros levou a um crescimento de escolas de engenharia por todo o país. Porém, como essas escolas não tinham qualidade o suficiente, muitos engenheiros e cientistas americanos iam completar seus estudos na Europa (Rosenberg, 1976). Além disso, o período da Guerra Fria marcou uma época de grandes investimentos em P&D e em treinamento de engenheiros e cientistas. Grandes esforços continuaram a ser empreendidos nesse sentido pelos Estados Unidos (EUA) como uma estratégia de aumentar sua competitividade e liderança militar⁴.

Assim, a ascensão norte-americana como potência econômica no imediato pós-guerra foi fruto de um esforço sistemático e intencional para ultrapassar o conhecimento científico e tecnológico dos países europeus e aplicá-lo dentro das empresas. Houve uma sinergia de esforços entre treinamento de mão de obra, investimentos maciços em P&D tanto públicos quanto privados e medidas regulatórias que estimularam o florescimento do Sistema Nacional de Inovação norte-americano. Na sequência da história, o Japão também se tornou um país competitivo, equiparando-se aos países desenvolvidos (Mowery; Rosenberg, 1993).

Dando um salto no tempo, ocorre a ascensão dos países do Leste e Sudeste asiático que, ao longo das décadas de 1980 e 1990, começaram a tomar medidas semelhantes com vistas a alcançar as economias mais desenvolvidas. Dentre eles, destacam-se Coreia do Sul, Taiwan e China como importantes potências científicas e tecnológicas (Amsden, 2024). Com intenso investimento em formação de mão de obra, compra de tecnologias estrangeiras, P&D, engenharia reversa, licenciamento de tecnologias, dentre outros, essas nações se esforçaram para compreenderem e adaptarem as tecnologias dos países mais desenvolvidos (Linsu, 2005).

Como resultado, a notável ascensão da China como potência econômica e científica no final do século 20 e a crise financeira mundial entre 2007 e 2009 formam o pano de fundo que levou o

⁴ A criação da Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa (Darpa), em 1958, pelo Pentágono, por exemplo, empregando um amplo conjunto de engenheiros e cientistas, bem como financiando pesquisas e departamentos de ciência da computação, contribuiu de forma significativa para a pesquisa em semicondutores. Além disso, também conduziu os estágios iniciais da criação da *internet* (Mazzucato, 2014).

presidente Barack Obama a lançar, em 2010, as diretrizes de seu programa nacional de inovação, o *Strategy for american innovation: invest in the building blocks of american innovation*, buscando retomar o espaço da economia norte-americana como potência científica e tecnológica. No documento abaixo é pontuado que:

A competição na economia global está se tornando cada vez mais acirrada, e os vencedores desta competição serão os países que possuem os trabalhadores mais educados, um sério compromisso com pesquisa e tecnologia, e acesso à infraestrutura de qualidade em estradas e aeroportos, além de trens e internet de alta velocidade. Essas são as sementes do crescimento econômico no século 21. Onde elas forem cultivadas, maiores serão os empregos e negócios gerados que criarão raízes [...] Nossa estratégia de inovação começa com os seus pilares críticos: educação, pesquisa científica e infraestrutura. Primeiro, nós devemos criar um sistema educacional internacionalmente competitivo e inovador na preparação da nossa força de trabalho, para atuar em nossa economia cada vez mais intensiva em conhecimento. Segundo, nós precisamos investir na pesquisa básica para recuperar a liderança norte-americana em criar os avanços científicos e tecnológicos que sustentam as inovações pelo setor privado. Por último, nós devemos investir em uma infraestrutura que transporte pessoas e ideias em compasso com a velocidade do século 21. Esses são os blocos de sustentação de uma estratégia de inovação que irá conduzir a América a um futuro mais próspero [...]. Com pilares educacionais fortalecidos, os americanos irão criar as ideias dominantes do século 21 e garantir que elas se difundam por toda a nossa força de trabalho. Sobre várias métricas, entretanto, o país tem se deslizado para trás de outros países. Nós precisamos **reformular nossa educação e nossos sistemas de treinamento da força de trabalho para garantir que os cidadãos americanos estejam qualificados para ocupar os empregos do amanhã**. Esse imperativo sustenta o foco da Administração Obama na **reforma da educação em geral e em STEM, em particular. Também é imperativo estender as oportunidades de educação e trabalho em STEM às mulheres e grupos minoritários que são sub representados nessas áreas, de modo que todos os americanos possam encontrar ocupações de qualidade e liderar nossa economia inovadora nas próximas décadas** (Obama, 2010, grifo nosso).⁵

Assim, observa-se que as propostas para o campo de STEM estão vinculadas à necessidade de mudanças nos padrões de qualificação da força de trabalho (Williams, 2011). Ou seja, a agenda STEM é direcionada por objetivos econômicos e vocacionais (formação de mão de obra) para acelerar o ritmo de descobertas científicas e de inovações. A estimativa é de que os EUA tenham gasto cerca de três bilhões de dólares anualmente em programas de STEM (Granovsky, 2018 *apud* Pugliese, 2020).

Não por acaso, talvez, o ano de lançamento dessa estratégia de política nacional coincida com a primeira versão da lista de profissões consideradas STEM extraída do sistema de ocupações da *U.S. National Bureau of Statistics* do ano de 2010. Nesse aspecto, ter profissionais nessas áreas tende a garantir a manutenção de posições hegemônicas nas economias nacionais, notadamente quando se

⁵ Texto original em inglês.



considera o atual paradigma tecnológico assentado nas tecnologias de informação e comunicação (Perez, 2024). Dito isso, a seção a seguir irá tratar da proliferação em escala global do tema STEM.

3 STEM COMO TENDÊNCIA GLOBAL

O uso do acrônimo STEM, desenvolvido nos EUA, espalhou-se mundo afora nas últimas décadas. Várias instituições internacionais têm dado atenção a essa tendência, como a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), o Banco Mundial, a Organização das Nações Unidas para a Ciência, Educação e Cultura (Unesco) e a União Europeia (Pugliese, 2017).

Em termos mundiais, a maior parte dos esforços governamentais, do foco da mídia e da atenção das pessoas tem sido direcionado às escolas: currículo, linhas pedagógicas, níveis de qualificação de professores, motivação dos estudantes e escolhas subjetivas dos alunos (Blackley; Howell, 2015). Ainda assim, segundo os autores, no campo da educação há quatro abordagens geo-sociais para STEM:

- a) países de língua inglesa — dominados pelos EUA e Reino Unido, vigora o amplo debate sobre a crise nas áreas STEM: com exceção do Canadá, indicadores quantitativos apontam para um relativo declínio da performance em comparações internacionais;
- b) países da Europa Ocidental: STEM como parte de uma estrutura nacional de políticas para a educação e para o setor produtivo. O foco desses países, como França e Alemanha, têm sido a escassez de mão de obra e o pouco interesse dos estudantes. Por isso, suas políticas procuram:
 - promover uma imagem positiva da ciência;
 - aumentar o conhecimento público gerado pela ciência;
 - melhorar o ensino e o aprendizado em matemática e ciências nas escolas;
 - incrementar o interesse e a participação dos alunos em matemática e ciências no ensino fundamental e médio, em disciplinas STEM no nível superior e também junto à força de trabalho que exerce atividades nesse campo;
- c) países asiáticos: nações que possuem sistemas de educação de alto nível de performance e economias em desenvolvimento, como Coreia do Sul, China e Taiwan, têm implementado políticas nacionais de ciência e tecnologia mais amplas, direcionadas às universidades e empresas;



d) países em desenvolvimento: possuem base industrial emergente e/ou baixos níveis de participação e oferta de professores qualificados. O Brasil e a África do Sul pertencem a esse grupo, em que o STEM é abordado em termos de melhoria tanto da sua participação no ensino básico como do desenvolvimento de professores mais qualificados. Pugliese (2017) ilustra essa situação com a posição inferior a dessas nações no *ranking* de notas do teste do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa).

Além das especificidades dos países, é na área da educação em que ocorre um amplo debate sobre reformas e aperfeiçoamentos. Isso indica que diversas propostas têm surgido mundo afora e ainda é um campo não pacificado (Pugliese, 2017). Este autor se concentra no que denominou de movimento *STEM Education* e aponta para uma questão que não pode ser desconsiderada. Segundo ele, é necessário integrar as áreas de STEM com as ciências humanas. Em função disso, foi criada a sigla *STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)*. Apesar de não ser adotado amplamente, o autor acredita que é um tema relevante e que várias propostas já foram desenvolvidas nesse sentido. Há, inclusive, uma revista especializada em *STEAM*, o *Journal of Steam Education*. Além disso, ele também possui um artigo sobre esse assunto que foi publicado em um livro no Brasil (Pugliese, 2020).

4 METODOLOGIA

Para a construção dos procedimentos metodológicos deste trabalho, o primeiro passo foi procurar estudos que apresentassem compatibilização entre classificações de ocupações STEM brasileiras e internacionais. Três trabalhos foram identificados, conforme apresentado no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Fontes bibliográficas que apresentam compatibilização entre ocupações na área de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) de órgãos nacionais e internacionais

Autor	Tipo	Ano	Instituição	Fontes compatibilizadas
Miranda, M.C.C.	Monografia	2023	Faculdade de Ciências Econômicas (Face)/Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	QBQ/QEQ
Machado, C <i>et al.</i>	Artigo	2021	Fundação Getúlio Vargas (FGV)	USBLS/CBO
Bonini, C.; Custódio, C. F. e Silva, F.	Artigo	2022	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	ESA/CBO

Fonte: Elaboração própria.

Nota: CBO: Classificação Brasileira de Ocupações; ESA: *Economics and Statistics Administration* (EUA); QBQ: Quadro Brasileiro de Qualificações; QEQ: Quadro Europeu de Qualificações; USBLS: *U.S. Bureau of Labour Statistics*

A análise dessas três fontes resultou como melhor opção partir da proposta de Machado *et al.* (2021), cujos procedimentos metodológicos são robustos e estão muito bem explicados. Além disso, o problema de pesquisa desses autores lida diretamente com uma questão crítica no Brasil: as dificuldades de fazer correspondências entre o nosso sistema brasileiro de classificação ocupacional e o de outros países, devido ao fato de que a tabela de conversão para o padrão internacional da Organização Internacional do Trabalho (OIT), desenvolvida pela Comissão Nacional de Classificação (Concla), está inacessível ao público. Além disso, também está incompleta, segundo esses mesmos autores. Então, seu exercício de testar soluções alternativas, escolher o melhor método de correspondência e apresentar como resultado uma listagem de famílias de ocupações STEM nacionais significou poupar tempo e trabalho.

Em seguida, devido à estrutura internacional de ocupações utilizada no trabalho escolhido como referência, o próximo passo foi conhecer em detalhes a estrutura ocupacional STEM formulada pelo *U. S. Bureau of Labour Statistics*, que é apresentada a seguir.



1.1 O padrão de ocupações STEM da agência U. S. Bureau of Labor Statistics

O *U. S. Bureau of Labour Statistics* (USBLS) é uma agência federal norte-americana e possui o Padrão Nacional de Classificação de Ocupações, SOC⁶, para classificar os trabalhadores do país em categorias ocupacionais. Seu propósito é coletar, calcular e disseminar dados⁷.

O Comitê de Normas do Padrão de Classificação Ocupacional do USBLS (SOCPC)⁸, que revisa periodicamente a SOC, elaborou um documento com as diretrizes para definir e extrair da SOC um grupo de ocupações consideradas STEM a partir da versão de 2010 (United States, 2012a). Isso teve como objetivo melhorar a comparabilidade entre os dados de diversas instituições que estudam a força de trabalho STEM, produzem estatísticas e/ou desenvolvem políticas educacionais e de formação de mão de obra. Diante dos diferentes entendimentos de STEM utilizados em discussões no governo, academia e setor privado, o comitê desenvolveu uma estrutura ampla com a pretensão de oferecer aos usuários a opção de escolher grupos de ocupações segundo suas necessidades específicas e, ainda assim, possibilitar a sua compatibilidade e comparação. A análise desse mesmo relatório que acompanha a versão mais atualizada, a SOC 2018, indica que o modelo dessa estrutura ocupacional STEM não sofreu alterações (United States, 2019a, 2019b, 2019c). O arcabouço ocupacional STEM da USBLS é composto de duas grandes áreas do conhecimento, quatro subáreas e cinco tipos de ocupações, conforme o Quadro 2 e o Quadro 3 a seguir.

⁶ Sigla em inglês: *Standard Occupational Classification*.

⁷ [United States \(2018\)](#).

⁸ *Standard Occupational Classification Policy Comitee*.



Quadro 2: Estrutura de ocupações nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) do U.S. Bureau of Labour Statistics por área e subárea

Área/subárea	Nome da área/subárea
Área	Campo da ciência, engenharia, matemática e tecnologia da informação
Subárea 1	Ciências da vida, ciências físicas, engenharia, matemática e tecnologia da informação
Subárea 2	Ciências sociais
Área	Campo relacionado à ciência e à engenharia
Subárea 3	Arquitetura
Subárea 4	Saúde

Fonte: Dados básicos: United States (2012a).
Elaboração própria.

Dentro de cada uma das quatro subáreas, há cinco tipos de ocupações, conforme o Quadro 3 abaixo:

Quadro 3: Estrutura de ocupações na área de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) do U.S. Bureau of Labour Statistics por tipo

Código do tipo de ocupação	Nome do tipo de ocupação
A	Pesquisa, desenvolvimento, design e práticos (mínimo bacharelado)
B	Tecnólogos e técnicos
C	Ensino superior (professores)
D	Gerencial
E	Vendas

Fonte: Dados básicos: United States (2012a).
Elaboração própria.

Assim, a classificação de cada ocupação STEM possui dois dígitos: o primeiro referente à subárea (1, 2, 3 ou 4), e o segundo é indicativo do tipo de ocupação (A, B, C, D ou E). Por exemplo, uma ocupação que tenha o código STEM 1.D indica que ela pertence à subárea 1 (ciências da vida, ciências físicas, engenharia, matemática e tecnologia da informação) e é do tipo gerencial (D).

As informações apresentadas acima indicam que, em termos aplicados, a delimitação das ocupações que formam o mercado de trabalho STEM nos Estados Unidos ultrapassa o significado restrito desse acrônimo, porque contempla duas outras áreas de ocupações relacionadas: arquitetura e saúde. Entretanto, não foi encontrada uma justificativa explícita para a inclusão dessas duas áreas.

Não obstante, é importante apontar uma inconformidade apresentada no trabalho de Machado *et al.* (2021), na Tabela 1 da página 4, em que consideram como parte da área ou grupo

central de ocupações STEM a subárea 1 (“Ciências da Vida, Ciências Físicas, Engenharia, Matemática e Tecnologia da Informação”) e a subárea 3 (“Arquitetura”). Porém, conforme o quadro original divulgado no relatório do SOCPC (United States, 2012a), é a subárea 2 (“Ciências Sociais”) que complementa a subárea 1 no domínio nuclear STEM.

Todavia, devido à constatação identificada no modelo norte-americano, que apresenta STEM com duas subáreas adicionais de ocupações consideradas relacionadas ou complementares (arquitetura e saúde), mesmo tendo em mente as vantagens de compatibilizar as ocupações da CBO com a SOC, outro sistema internacional foi analisado para verificar se tal extrapolação nele também ocorre: o do Canadá, como é apresentado a seguir.

4.2 O padrão de ocupações STEM da Statistics Canada

A estrutura de ocupações STEM que vigora no Canadá também foi extraída do seu sistema de codificação nacional de ocupações: a variante da *National Occupational Classification (NOC)* — Classificação Nacional de Ocupações — de 2021 (versão 1.0 para STEM⁹). Ela foi desenvolvida pela agência federal *Statistics Canada* (Canada, 2022).

Ao contrário do USBLS, que apresenta uma estrutura bidimensional para delimitar o escopo de STEM, a *Statistics Canada* optou por desenvolver um modelo linear de caráter mais rígido, dividido em três grupos: A, B e C (Canada, 2022):

- a) ocupações STEM (grupo A): referem-se às ocupações que geram avanços e criam inovações através da aplicação de conhecimentos e habilidades de um ou mais campos da STEM como a função central da ocupação¹⁰;
- b) ocupações relacionadas à STEM (grupo B): referem-se às ocupações que requerem a aplicação de conhecimentos e habilidades de um ou mais campos da STEM para desenvolver funções centrais relacionadas à ocupação¹¹
- c) outras ocupações não relacionadas a STEM (grupo C): referem-se às ocupações que requerem conhecimentos e competências em uma ou mais áreas (usualmente relacionadas à ocupação) que não são STEM para completar as funções centrais de um emprego. Conhecimentos fundamentais em STEM podem ser utilizados em vários níveis para apoiar as tarefas. Essa categoria inclui uma ampla variedade de áreas ocupacionais,

⁹ Variant of the National Occupational Classification (NOC) – 2021 Version 1.0 for STEM).

¹⁰ STEM occupations refer to occupations which generate advancements and create innovations through the application of knowledge and expertise from one or more fields of Stem, as a central function of the occupation.

¹¹ STEM-related occupations refer to occupations requiring the application of knowledge and expertise from one or more fields of STEM to perform central functions related to the occupation.

como gestão, direito, cultura, recreação, operações, negócios e vendas. Essas áreas ocupacionais podem exigir conhecimentos e habilidades adquiridas por meio da educação ou treinamento formal e não formal¹².

Nesse modelo canadense, todas as ocupações da NOC foram classificadas segundo três grupos e 19 subgrupos, como mostra o Quadro 4 a seguir:

Quadro 4: Estrutura de classificação de ocupações STEM do Canadá por grupo e subgrupo

(continua)

Grupo/subgrupo	Nome do grupo/subgrupo
Grupo A	Ocupações STEM
Subgrupo A1	Ciência e tecnologia em ciência (exceto tecnologia em engenharia)
Subgrupo A2	Engenharia e tecnologia em engenharia
Subgrupo A3	Matemática, computação e ciências da informação
Grupo B	Ocupações relacionadas a STEM
Subgrupo B1	Negócios, finanças, e administração
Subgrupo B2	Ciências naturais e aplicadas
Subgrupo B3	Saúde
Subgrupo B4	Educação, direito, social, serviços comunitários e governamentais
Subgrupo B8	Recursos naturais, agricultura e produção
Subgrupo B9	Manufatura e serviços essenciais (<i>utilities</i>) ¹³
Grupo C	Ocupações não relacionadas a STEM
Subgrupo C0	Gerenciais
Subgrupo C1	Negócios, finanças e administração
Subgrupo C2	Ciências naturais e aplicadas
Subgrupo C3	Saúde
Subgrupo C4	Educação, direito, social, serviços comunitários e governamentais
Subgrupo C5	Arte, cultura, recreação, e esporte
Subgrupo C6	Vendas e serviços
Subgrupo C7	Comércio, transporte e operadores de equipamentos

¹² Other than STEM occupations (*Non-STEM*) refer to occupations requiring knowledge and competencies in one or more areas (usually related to the occupation) other than STEM to complete central functions of a job. Fundamental STEM knowledge may be used to varying degrees to support tasks. This category includes a wide variety of occupational areas such as senior management, law, culture, recreation, operations, trades and sales. These occupational areas may require knowledge and/or expertise acquired through formal and non-formal education or training.

¹³ São considerados serviços essenciais ou *utilities*: água, eletricidade, gás, saneamento e telecomunicações (necessários para o bem estar da sociedade e para o bom funcionamento dos outros setores da economia).

(conclusão)

Grupo/subgrupo	Nome do grupo/subgrupo
Subgrupo C8	Recursos naturais, agricultura e produção
Subgrupo C9	Manufatura e serviços essenciais (<i>utilities</i>)

Fonte: Canada (2022).

Infelizmente, a agência canadense não disponibiliza ao público toda a sua listagem de ocupações, apenas exemplos. Ainda assim, é possível afirmar que o modelo canadense também possui um grupo de ocupações relacionadas a STEM, assim como o norte-americano.

Além disso, a análise comparada dos dois modelos de classificação ocupacional STEM, apresentados acima, permite indicar discrepâncias importantes:

- a) o modelo norte-americano contempla em seu campo/área central STEM todas as vertentes da ciência claramente descritas, ao contrário do Canadá: embora o título da área A1 sugira a noção de incluir todas as áreas da ciência (ciência e tecnologia em ciência), ela se torna confusa ao se identificar ciências da informação na área A3;
- b) os campos do conhecimento denominados de ciências físicas, ciências da vida e ciências sociais que pertencem ao grupo nuclear STEM no caso da SOC/USBL, por aproximação conceitual, parecem corresponder às ciências naturais e aplicadas da NOC, cujas ocupações estão distribuídas nas áreas 2 e 3 (relacionadas e não relacionadas ao núcleo principal STEM canadense);
- c) nas áreas B e C da NOC, há exemplos que se referem aos ofícios de nível técnico e tecnológico associados às diversas engenharias, o que é considerado na área principal do esquema STEM da SOC nos EUA. O mesmo ocorre com exemplos de ocupações, como *web designers*, assistentes de pesquisa e até gerentes na área de telecomunicações.

Esses pontos apresentados acima lançam alguns pontos de reflexão. Em primeiro lugar, tendo em vista a justificativa apresentada pelo comitê norte-americano para propor um único arcabouço básico de referência para ser utilizado segundo os diversos interesses em utilizar dados, sua estrutura bidimensional parece ser a mais propícia para ser adotada como modelo internacional replicável e adaptável geograficamente: considerar a subárea 2 (ciências sociais) e os cinco tipos de ocupações é uma questão de escolha, principalmente se o grupo interessado possui um mapeamento da configuração da estrutura ocupacional do seu sistema de inovação.

Um segundo ponto desfavorece a estrutura canadense, porque entende o grupo A como o centro no qual são gerados conhecimentos e inovações, desconsiderando outras ocupações ligadas a STEM alocadas nos grupos B e C em função do nível de escolaridade e do cargo ocupado. Ao contrário, a classificação STEM norte-americana por tipo, além de abarcar ocupações do grupo A canadense, beneficia a inclusão nas análises sobre inovações geradas a partir das motivações *curiosity driven* e *use-inspired*, por exemplo: sejam técnicos e tecnólogos ou até mesmo profissionais de vendas e gerentes que levam para as empresas demandas e necessidades de clientes. Eles não necessariamente criam inovações porém, estão envolvidos numa cadeia onde circulam informações e ideias sobre as necessidades dos usuários/clientes. Ou seja, ao considerar profissionais de vários tipos de qualificação cujas ocupações estão vinculadas ao universo STEM, a estrutura estadunidense incorpora a noção do trabalho em equipe nas organizações públicas e privadas que desenvolvem conhecimentos e implementam inovações. Além disso, um profissional que se identifica com a atividade científica pode iniciar sua carreira como assistente de pesquisa na escola e seguir sua vida profissional galgando níveis cada vez mais altos em termos de titulação, cargo e remuneração ao longo do tempo.

Enfim, depois de conhecer com maior profundidade as características da estrutura de ocupações STEM que foi escolhida para servir de parâmetro de compatibilização internacional com a CBO por Machado *et al.* (2021), a próxima seção irá apresentar sumariamente um resumo da metodologia desenvolvida por esses autores para selecionar um *rol* de ocupações brasileiras consideradas STEM e que foi replicada neste trabalho. O intuito é mostrar que os procedimentos desenvolvidos por eles para fazer a correspondência entre as ocupações e selecionar um *rol* de famílias da CBO merecem ser seguidos e aperfeiçoados.

4.3 O método de seleção de ocupações nacionais STEM desenvolvido por Machado *et al.* (2021)

Partindo do modelo STEM do USBLS apresentado na seção 4.1, Machado *et al.* (2021) optaram por considerar apenas as ocupações da subárea 1 (ciências da vida, ciências físicas, engenharia, matemática e tecnologia da informação). Contudo, não apresentam justificativa para tal, considerando que a área central da estrutura ocupacional STEM do USBLS também inclui a subárea 2 (ciências sociais). Ainda assim, o legado metodológico desenvolvido por eles resultou na melhor opção a ser seguida e aperfeiçoada.

Dentre os três procedimentos metodológicos testados por esses autores, um foi definido como a melhor opção: o de emparelhar as 97 ocupações STEM originais da SOC/2010 com as famílias da CBO/2002. Sua justificativa é que esse critério minimizou a ineficiência, a perda de informações



relevantes e a perda severa na variação devido às múltiplas mudanças nos níveis de agregação dos dois sistemas de classificação ocupacional adotados.

Resumidamente, sua primeira tentativa foi fazer associações a partir de uma ponte comum (*crosswalk*), que é a listagem da OIT: a *International Standard Classification of Occupations* – ISCO ou Padrão Internacional de Classificação de Ocupações. Tanto a CBO/2002 como a SOC/2010 possuem tabelas de conversão para esse padrão internacional. O USBLS disponibiliza publicamente a tabela com a associação completa de todas as 840 ocupações da SOC/2010 com a versão mais atualizada da OIT, a ISCO/2008. Entretanto, o Concla/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística possui uma matriz incompleta e desatualizada — apenas 1.388 do total de 2.570 ocupações de 6 dígitos da CBO (54%) foram compatibilizadas com a versão da Isco/1988. Como resultado, depois de quatro etapas de compatibilização, apenas 27 das 97 ocupações STEM norte-americanas apresentaram correspondência com a CBO/2002 (28%). A segunda opção deles foi a conversão manual entre os dois sistemas utilizando todas as ocupações no nível mais desagregado (6 dígitos — *six-digit hand coding*), procurando manter a consistência entre descrições e definições das ocupações de cada país. Nesse caso, os autores enfatizam que esse procedimento não permite uma conversão completa, mas uma pesquisa por correspondência com foco nas ocupações STEM. O resultado gerou preocupações dos pesquisadores em função do nível de detalhe significativamente diferente entre os dois sistemas de classificação, o que poderia comprometer sua comparabilidade — 97 ocupações STEM originais (11,5%) e 250 extraídas da CBO (12,5%). Por fim, depois de checagens adicionais, esse caminho também foi descartado. Consideraram a primeira tentativa demasiado restritiva e a outra muito ampla. Então, para mitigar essa diferença estrutural, chegaram a um terceiro e mais bem sucedido caminho. Embora ambos tenham a estrutura piramidal de agrupamento ocupacional por níveis (Quadro 5), em virtude da significativa diferença entre o número de ocupações em cada nível, Machado *et al.* (2021) escolheram compatibilizar o nível de famílias ou grupos de base da CBO/2002 com o nível denominado de ocupações detalhadas da SOC/2010.

Quadro 5: Número de ocupações por nível de agrupamento (1)

CBO/2002		SOC/2010	
Nível de agregação das ocupações	Quantidade	Quantidade	Nível de agregação das ocupações
Grandes grupos	10	23	Grandes grupos
Subgrupos principais	49		
Subgrupos	195	97	Grupos menores
Famílias	622	461	Ocupações amplas
Ocupações	2.570	840	Ocupações detalhadas

Fonte: Machado *et al.* (2021). Adaptado.

(1) Os números em negrito se referem aos grupos/níveis das duas estruturas ocupacionais compatibilizados pelos autores.

Assim, essa correspondência feita pelos autores resultou na seleção de 65 famílias consideradas STEM dentre as 622 da CBO (10,4%). Esse valor percentual ficou próximo ao valor da proporção de ocupações STEM da SOC/2010: 11,5%. Os autores argumentam que “as ocupações da CBO de 4 dígitos se assemelham mais às da SOC de 6 dígitos, tanto em termos do número de ocupações como também a similaridade dos nomes” (Machado *et al.*, 2021, p. 24).

Feito esse arrazoado sobre os procedimentos dos autores para selecionar as famílias da CBO/2002 que apresentam melhor compatibilização com a listagem STEM da SOC/2010 (subárea 1), a escolha metodológica da presente pesquisa foi aproveitar o resultado desse estudo, ou seja, analisar sua lista de 65 famílias da CBO/2002 consideradas STEM e fazer os ajustes necessários, como é apresentado a seguir.

4.4 Atualizações e ajustes no resultado do trabalho de referência

A partir do recorte da CBO das 65 famílias de ocupações feito por Machado *et al.* (2021), quatro ações foram implementadas para gerar uma lista de ocupações STEM ainda mais atualizada e compatível com a referência internacional:

- verificar se as mudanças na nova versão da SOC (2018) realmente não afetaram a listagem prévia das famílias CBO consideradas STEM;
- fazer uma checagem da correspondência entre as 65 famílias de ocupações STEM/CBO originais com a lista das ocupações detalhadas STEM, subárea 1 da SOC/2018;
- usar os mesmos procedimentos dos autores para identificar as famílias de ocupações CBO correspondentes à subárea 2, STEM da SOC/2018; e
- classificar as ocupações nacionais STEM conforme o modelo do USBLS por tipo.

Essas atividades serão apresentadas nas quatro seções a seguir.

4.4.1 Impactos da nova versão da SOC/USBLS sobre a seleção original de famílias STEM da CBO de Machado *et al.* (2021)

Como já há uma versão mais recente das ocupações STEM norte-americanas, a SOC de 2018 e não a de 2010, foi verificado se é verdadeiro o argumento de Machado *et al.* (2021) de que essas mudanças não afetariam o resultado do método de seleção das 65 famílias da CBO. Certamente, a checagem das informações corrobora para o posicionamento desses autores. O número de ocupações STEM detalhadas na subárea 1 subiu de 97, em 2010, para 102 em 2018. De fato, essa variação não interferiu na delimitação feita por eles de 65 famílias da CBO. As cinco novas ocupações são as seguintes:

- a) bioengenheiros e engenheiros biomédicos;
- b) tecnólogos e técnicos em calibração;
- c) cientistas de dados;
- d) analistas e verificadores da garantia da qualidade de *software*;
- e) *designers web* e de interface digital.

Outra alteração que vale a pena destacar se refere às ocupações do tipo B (tecnólogos e técnicos), que foi a proliferação de tecnólogos em engenharia (*technologists*): aeroespacial, civil, elétrica e eletrônica, eletromecânica e mecatrônica, indústria e mecânica. Nesse caso, só houve uma alteração no nome das ocupações: de *technicians* para *technologists and technicians*. Então, tanto a inclusão de novas ocupações, como a mudança nos nomes de ocupações STEM que já existiam na versão de 2010 não implicaram na necessidade de alteração da lista de Machado *et al.* (2021).

4.4.2 Conferência da correspondência entre as 65 famílias CBO e as ocupações STEM da SOC/2018

A despeito da ausência de impacto da nova versão da SOC, a análise mais detalhada dessa lista prévia de 65 famílias comparada às 102 ocupações STEM, subárea 1/SOC 2018¹⁴, resultou na inclusão de três outras famílias da CBO/2002, como mostra o Quadro 6 a seguir. Ou seja, esse ajuste é

¹⁴ Além dos nomes das ocupações, foram examinadas suas descrições: Ocupações brasileiras: CBO 2002, livro 1, documento em PDF (Brasil, 2002). Disponível em: <http://www.mtecbo.gov.br/cbsite/pages/downloads.jsf>. Ocupações norte-americanas: USBLS, Occupational Outlook Handbook — consulta por ocupação no site: <https://www.bls.gov/ooh/home.htm>.

fruto de uma nova conferência que independe da versão da SOC, pois envolve ocupações que já existem na versão de 2010. Foram incluídas três famílias: 2233, 2234 e 3211, no sentido de aprimorar o emparelhamento entre as ocupações STEM nacionais à estrutura da SOC/USBLS. Contudo, da família 2233 só foi considerada na subárea 1 a ocupação 223310, zootecnista, porque veterinário pertence à subárea complementar 3, de saúde. Outro ajuste adicional foi feito: a exclusão da família 2513 (profissionais em pesquisa geográfica), porque ela pertence à subárea 2, de ciências sociais.

Quadro 6: Famílias e ocupações incluídas no grupo das áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática /classificação brasileira de ocupações – subárea 1

Família CBO	Ocupação da CBO correspondente	Ocupação detalhada do USBLS compatibilizada
2233 – Veterinários e zootecnistas	223310 – Zootecnista	Zoologists and Wildlife Biologists
2234 – Farmacêuticos	2234-15 – Farmacêutico analista clínico 2234-20 – Farmacêutico de alimentos 2234-25 – Farmacêutico de práticas integrativas e complementares 2234-30 – Farmacêutico em saúde pública 2234-35 – Farmacêutico industrial 2234-40 – Farmacêutico toxicologista 2234-45 – Farmacêutico hospitalar clínico	Biochemists and Biophysicists
3211 – Técnicos agrícolas	3211-05 – Técnico agrícola 3211-10 – Técnico agropecuário	Agricultural Technicians

Fonte: Dados básicos: United States (2019c); Brasil (2025).
Elaboração própria.

Então, com relação à listagem de referência das famílias STEM/CBO (Machado *et al.*, 2021), esses ajustes resultaram no aumento do número de famílias (de 65 para 67). As 67 famílias consideradas STEM (subárea 1) deste trabalho foram abertas no nível mais desagregado, resultando



em 258 ocupações. A nova lista de ocupações gerada encontra-se no Apêndice A, com as alterações propostas em relação ao trabalho de Machado *et al.* (2021) grifado em negrito.

Nesse ponto da análise, é importante deixar claro que alguns ajustes pontuais implicaram na divisão de famílias da CBO para avançar no emparelhamento entre ocupações STEM, considerando suas quatro subáreas. Como resultado desse refinamento, o mais adequado é utilizar as tabelas de ocupações STEM/CBO no nível de seis dígitos. Como já argumenta Machado *et al.* (2021), a seleção de famílias CBO foi o melhor caminho para superar a ausência da ponte ideal, que é a tabela de correspondência entre a CBO e a ISCO/88. Daí em diante, o procedimento mais razoável foi desdobrar essas famílias no seu nível mais detalhado de seis dígitos para classificá-las seguindo a estrutura de quatro subáreas STEM da SOC.

4.4.3 Seleção de famílias STEM/CBO da subárea 2 – ciências sociais

Para alinhar a lista de ocupações nacionais STEM ao modelo de classificação do USBLS, os mesmos procedimentos de seleção de famílias CBO, tendo como referência a listagem original da SOC/2018, foram adotados para incluir as ocupações classificadas na subárea 2, ciências sociais. O intuito foi efetivamente delimitar ocupações do campo principal, ciência, engenharia, matemática e tecnologia da informação, tal como o USBLS. Nessa primeira versão, para manter a correspondência à estrutura STEM da SOC/2018, a ocupação 214105, arquiteto e urbanista, foi retirada em função da existência da subárea 3, arquitetura, como área relacionada à engenharia. Assim, foram selecionadas mais oito famílias e 36 ocupações da CBO/2002. Como resultado, estão disponíveis mais duas tabelas, respectivamente nos Apêndices B e C.

4.4.4 Classificação das ocupações STEM nacionais por tipo segundo critério do USBLS

Cada família e ocupação da CBO considerada STEM das subáreas 1 e 2 foram classificadas seguindo o modelo do *U.S. Bureau*. Por isso, mesmo que os tecnólogos sejam considerados com titulação de nível superior no Brasil, nesse caso específico, foram classificados como tipo B, juntamente com os técnicos, para se alinharem ao modelo conceitual de agrupamento das ocupações do USBLS¹⁵. Os Quadros 7, 8, 9 e 10, a seguir, apresentam as distribuições das famílias e ocupações STEM/CBO das subáreas 1 e 2 por tipo.

¹⁵Tanto tecnólogos como os *technologists* nos EUA são cursos de nível pós-secundário (*tertiary*). Esses cursos duram entre 1,5 e 3 anos e preparam os alunos para o mercado de trabalho, oferecendo treinamento técnico especializado e aplicado.

Quadro 7: Distribuição das famílias nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), da classificação brasileira de ocupações (CBO) por tipo – subárea 1

Código do tipo de ocupação	Nome do tipo de ocupação	Número de famílias STEM/CBO - subárea 1
A	Pesquisa, Desenvolvimento, Design e Práticos	32
B	Tecnólogos e técnicos	25
C	Ensino superior	4
D	Gerenciais	6
E	Vendas	
Total		67

Fonte: Dados básicos: United States (2019c); Brasil (2025).
Elaboração própria.

Quadro 8: Distribuição das famílias nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), da classificação brasileira de ocupações (CBO) por tipo – subárea 2

Código do tipo de ocupação	Nome do tipo de ocupação	Número de famílias STEM/CBO - subárea 2
A	Pesquisa, Desenvolvimento, Design e Práticos	6
B	Tecnólogos e técnicos	
C	Ensino superior	2
D	Gerenciais	
E	Vendas	
Total		8

Fonte: Dados básicos: United States (2019c); Brasil (2025).
Elaboração própria.

Quadro 9: Distribuição das ocupações nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), da classificação brasileira de ocupações (CBO) por tipo – subárea 1

Código do tipo de ocupação	Nome do tipo de ocupação	Número de ocupações STEM/CBO - subárea 1
A	Pesquisa, Desenvolvimento, Design e Práticos	159
B	Tecnólogos e técnicos	74
C	Ensino superior	14
D	Gerenciais	11
E	Vendas	
Total		258

Fonte: Dados básicos: United States (2019c); Brasil (2025).
Elaboração própria

Quadro 10: Distribuição das ocupações nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), da classificação brasileira (CBO) de ocupações por tipo – subárea 2

Código do tipo de ocupação	Nome do tipo de ocupação	Número de ocupações STEM/CBO - subárea 2
A	Pesquisa, Desenvolvimento, Design e Práticos	28
B	Tecnólogos e técnicos	
C	Ensino superior	8
D	Gerenciais	
E	Vendas	
Total		36

Fonte: Dados básicos: United States (2019c); Brasil (2025).
Elaboração própria.

5 EVIDÊNCIAS A PARTIR DOS DADOS BRASILEIROS

A partir da lista de ocupações STEM da subárea 1, uma primeira aproximação com os dados brasileiros nos mostram resultados interessantes. Eles apontam para uma mudança no perfil das ocupações tecnológicas nos últimos 20 anos no Brasil, em que houve um movimento duplo de ampliação e interiorização dos empregados nessas áreas. De 2004 a 2023, o número total de ocupações STEM ou de ocupações tecnológicas no país aumentaram cerca de 133%, saltando de 961.050 para 2.241.197 empregos tecnológicos. Além disso, em 2004 cerca de 104 municípios tinham entre 1.000 e 9.999 empregos na área; em 2023 esse número mais do que dobrou, subindo para 220



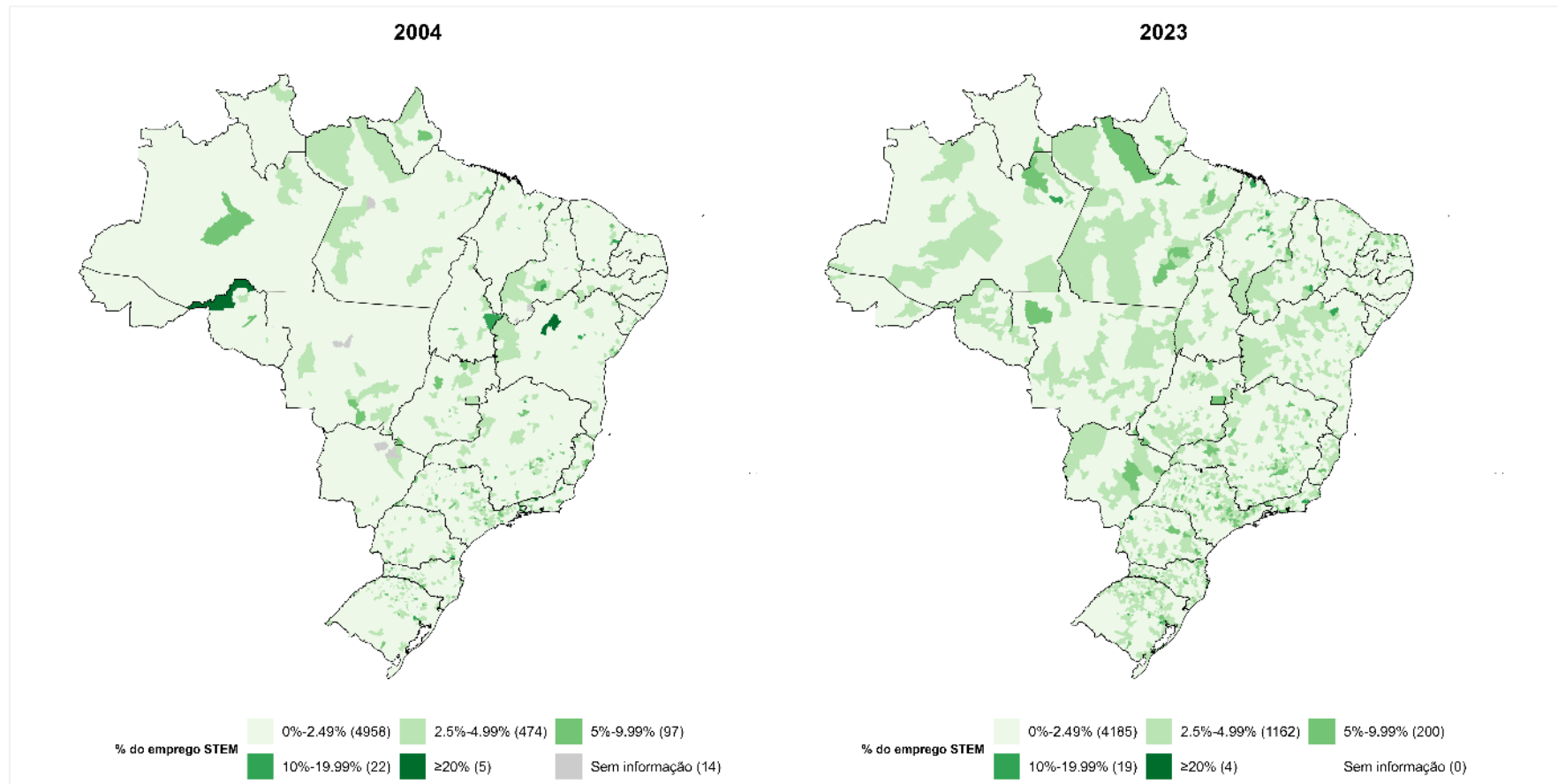
municípios; enquanto isso, caiu cerca de 20% o número de municípios brasileiros com menos de 50 trabalhadores em ocupações tecnológicas: de 4.587 para 3.701.

Em termos percentuais, em 2023 o Brasil possuía 4,1% do total de seus trabalhadores em ocupações STEM; em 2004 esse percentual era de 3,06%. Ademais, no Brasil, em 2004, havia 97 municípios que concentravam de 5% a 10% de sua força de trabalho em ocupações tecnológicas ou STEM, montante que salta para 200 municípios em 2023.

A título de comparação, em 2021 por volta de 24% da força de trabalho dos EUA atuava em ocupações STEM, enquanto em 2011 esse percentual era de 22%. Ademais, em 2021 cerca da metade dos estados norte-americanos tinham pelo menos $\frac{1}{4}$ de sua força de trabalho em ocupações STEM. Em 2021, havia nos EUA 36,8 milhões de trabalhadores em ocupações tecnológicas ou STEM (NSF, 2024, p.7; 29). Ou seja, pode-se argumentar que embora a posição brasileira tenha se modificado significativamente, ainda não se aproxima da pujança americana.

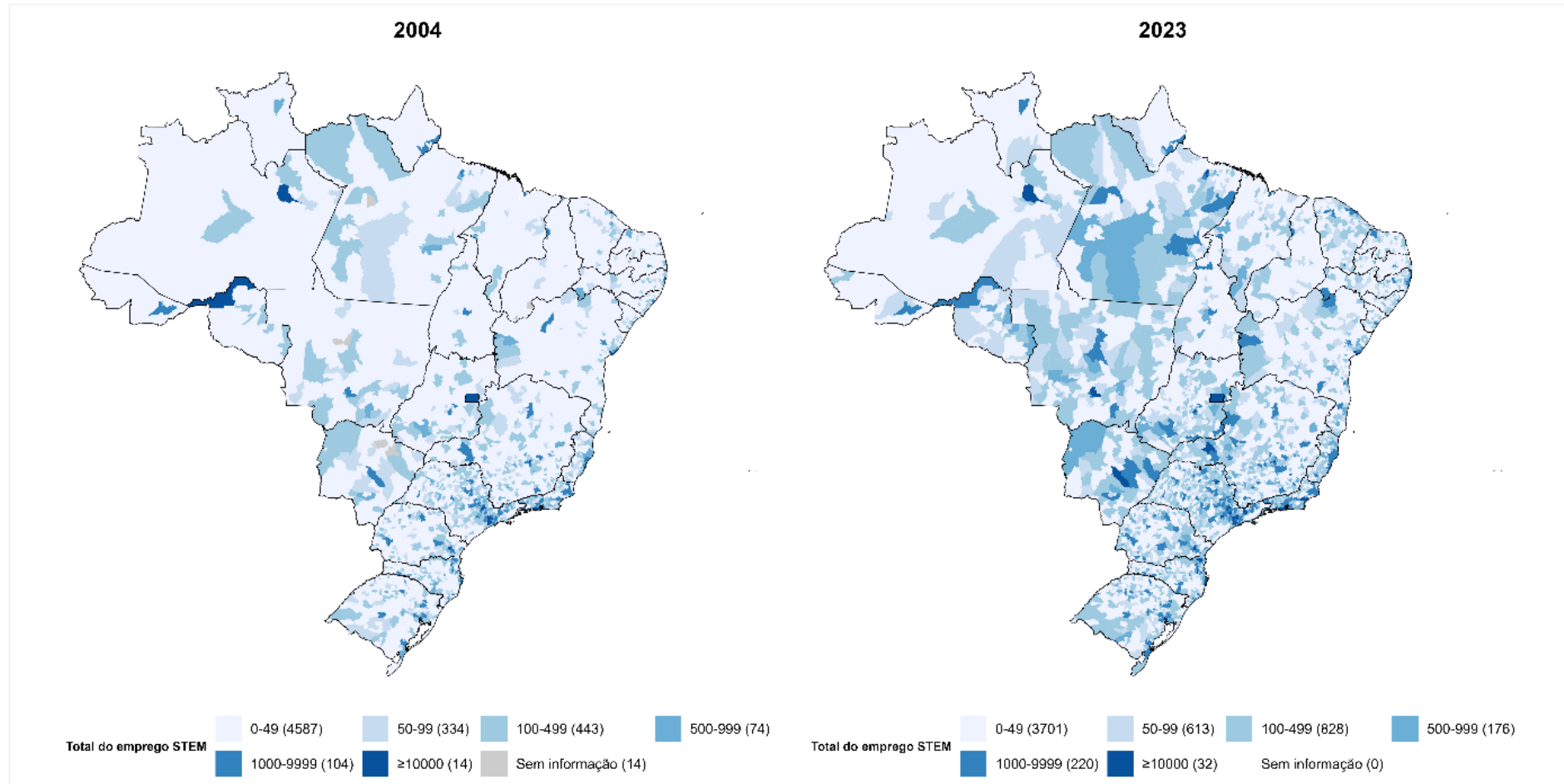
Os mapas 1 e 2 apontam essas principais mudanças entre 2004 e 2023 no Brasil, onde é notório esse movimento de expansão e interiorização dos empregos em áreas STEM.

Mapa 1: Percentual de trabalhadores em empregos tecnológicos nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) em relação às ocupações totais – Brasil – 2004/2023



Fonte: Dados básicos: Brasil ([20--]).
Elaboração própria.

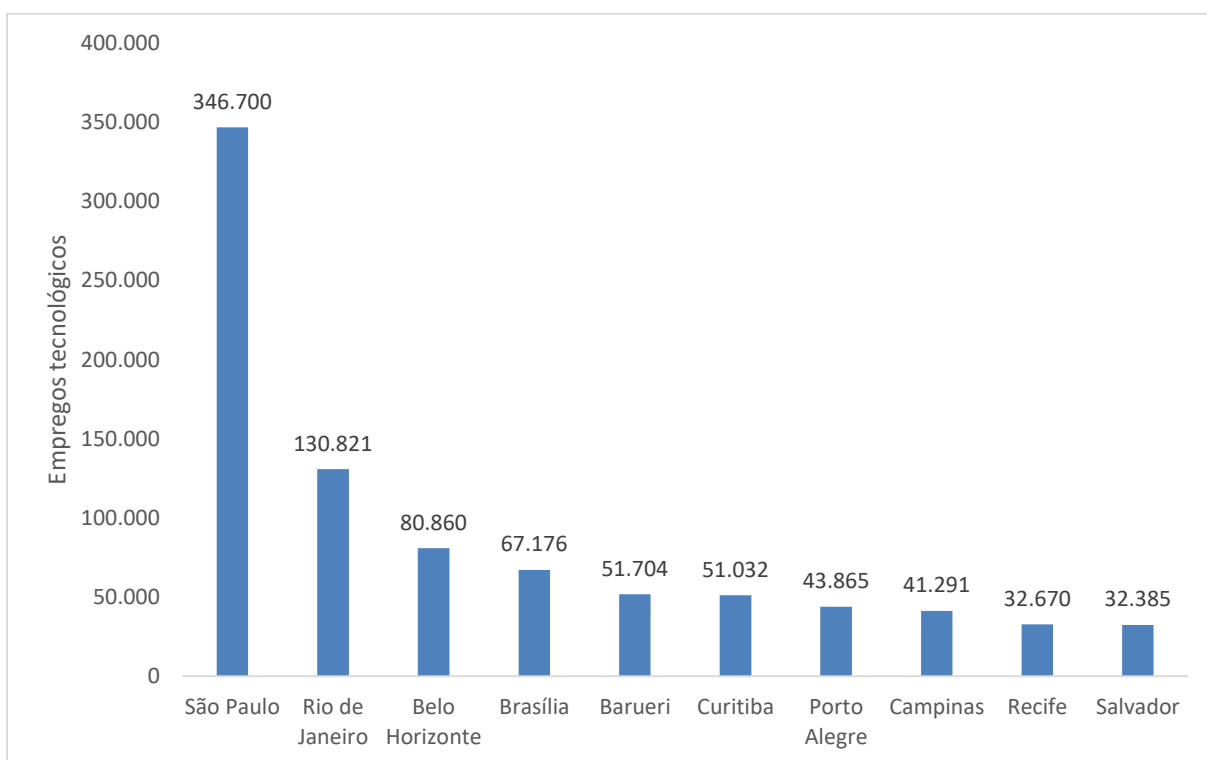
Mapa 2: Total de trabalhadores em empregos tecnológicos nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) – Brasil – 2004/2023



Fonte: Dados básicos: Brasil ([20--]).
Elaboração própria.

No Apêndice D, pode-se visualizar essas alterações por Unidade da Federação no mesmo período. Em termos absolutos, São Paulo e Minas Gerais apresentam o maior volume de empregos tecnológicos tanto em 2004 quanto em 2023, ocupando, respectivamente, o primeiro e segundo lugar no país. Já considerando esse mesmo valor por cidade, tem-se que Belo Horizonte ocupa o terceiro lugar entre todas as cidades brasileiras em 2023, ficando atrás apenas de São Paulo e Rio de Janeiro. As capitais e suas regiões metropolitanas são os locais onde mais se concentram esse tipo de emprego.

Gráfico 1: Empregos tecnológicos nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) nas dez maiores cidades brasileiras – 2023



Fonte: Dados básicos: Brasil ([20--]).
Elaboração própria.

A combinação entre a expansão da rede de ensino técnico e superior fora das regiões metropolitanas (Santos; Pataca, 2025; Alonso, 2010), a modernização do agronegócio e da mineração (Fernandes, *et al.* 2024), investimentos em novos polos produtivos — ainda que em níveis aquém do desejado — (Barros *et al.*, 2020; Rückert, 2004), políticas específicas de incentivo às carreiras STEM (Reznik; Massarani, 2022; Moreira; Mattos; Sales, 2020), bem como a digitalização da economia, são algumas das hipóteses sobre os motivos que impulsionaram a demanda por profissionais das áreas de STEM em cidades do interior. Ressalta-se, contudo, que esses dados são uma primeira aproximação e

o que deixamos como agenda para trabalhos futuros merece, ainda, ser investigado com mais detalhes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de apresentar uma lista de ocupações tecnológicas nacionais consideradas STEM. O entendimento desse acrônimo foi explorado com profundidade usando o contexto histórico da sua criação. Em seguida, a estrutura ocupacional do *U. S. Bureau of Labour Statistics* foi apresentada e analisada em contraste com o modelo do *Statistics Canada*, indicando que ele oferece maiores possibilidades de replicação e adaptação local pelo fato de ser bidimensional. Isso também permite recortes específicos, segundo os diversos interesses que envolvem tanto as características dos sistemas de inovação locais como os problemas de pesquisa sobre o tema STEM.

A replicação da metodologia desenvolvida por Machado *et. al.* (2021) e a conferência dos seus dados (famílias CBO) resultou na seleção de 67 famílias STEM da subárea 1 e oito famílias da subárea 2, totalizando 75 famílias de ocupações STEM nacionais extraídas da CBO/2002 alinhadas às definições da área central STEM norte-americana. Todavia, em alguns casos, foi necessário alocar os desdobramentos em ocupações no nível mais detalhado entre diferentes áreas da SOC para manter a fidelidade à estrutura ocupacional apresentada pelo USBLS.

O primeiro ponto que chamou atenção no modelo ocupacional norte-americano foi a inclusão do campo de ciências humanas como pertencente ao seu núcleo central, principalmente em função da sigla STEAM. Então, uma sugestão para os interessados é comparar a lista de ocupações classificadas na subárea 2 da SOC/USBLS e a do universo STEAM.

Além disso, é importante frisar que as opções pela referência internacional, pela seleção de famílias e ocupações da CBO, bem como os dados apresentados, são preliminares, sujeitos a revisões e ajustes. Principalmente em função da possível continuidade das análises, com o intuito de apresentar uma compatibilização no nível detalhado de seis dígitos. Uma contribuição desse exercício seria a identificação de ocupações STEM da SOC/2018 que não constam na CBO/2002, principalmente as associadas à aceleração das atividades no ramo das tecnologias de informação nos últimos anos.

Outra questão que aponta para estudos futuros é a necessidade de definir áreas STEM complementares. Há necessidade? Arquitetura e Saúde são as opções mais adequadas para o estado de Minas Gerais?

Enfim, esse foi o primeiro passo de um caminho a percorrer, no sentido de desenvolver uma estrutura ocupacional STEM adequada às necessidades de subsidiar políticas públicas de fomento e incentivo à pesquisa, inovação e ao desenvolvimento em Minas Gerais a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, Kátia Morosov. A expansão do ensino superior no Brasil e a EaD. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1099-1116, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/TgSHBsj9L6Rv38CGWcnq7Kn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 jun. 2025.
- AMSDEN, Alice H. **A ascensão do resto**: os desafios ao ocidente de economias com industrialização tardia. Tradução de Roger Maioli dos Santos. São Paulo: Editora Unesp, 2004. Título original: The rise of the rest.
- BARROS, Ana Paula André *et al.* Ecosistema de inovação em bionegócio na Região Nordeste do Brasil. **Revista de Empreendedorismo, Negócios e Inovação**, São Bernardo do Campo, v. 5, n. 1, p. 28-56, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufcg.edu.br/reni/article/view/128>. Acesso em: 18 jun. 2025.
- BLACKLEY, Susan; HOWELL, Jennifer. A STEM narrative: 15 years in the making. **Australian Journal of Teacher Education**, [s.l.], v. 40, n. 7, p. 102-115, 2015. Disponível em: <https://ro.ecu.edu.au/ajte/vol40/iss7/8/>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- BONINI, Patrícia *et al.* Formação e atuação profissional nas áreas STEM no Brasil: ainda temos pouco? In: LINHARES, Wendell Luiz (org.). **As ciências sociais aplicadas e a interface com vários saberes**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2020. v. 2. p. 252-263.
- BONINI, Patrícia; CUSTÓDIO, Carolina Fernandes; SILVA, Fernanda. Força de trabalho em ciência e tecnologia: Santa Catarina no contexto brasileiro. **Cadernos de Gênero e Tecnologia**, Curitiba, v. 15, n. 46, p. 1-25, 2022. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/cgt/article/view/13884>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. **Classificação Brasileira de Ocupações**. Brasília, DF: MTE, 2025. Disponível em: <http://www.mtecbo.gov.br/cbsite/pages/informacoesGerais.jsf>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. **Classificação Brasileira de Ocupações**: downloads: livros. Brasília, DF: MTE, 2002. Disponível em: http://www.mtecbo.gov.br/cbsite/pages/downloads.jsf;jsessionid=p5G8fSuhFGIKZZxedHZ-CmPeMHmDBw_tgLvkkPwL.CBO-SLV01:mte-cbo#. Acesso em: 24 jul. 2025.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. **Relação Anual de Informações Sociais RAIS**. Brasília, DF, [20--]. Disponível em: <https://www.rais.gov.br/sitio/index.jsf>. Acesso em: 24 jul. 2025.
- BUSH, Vannevar. **Science: the endless frontier**. Washington, D. C.: National Science Foundation, 1945. Relatório.
- CANADA. Statistics Canada. **Variant of the National Occupational Classification (NOC) 2021: version 1.0 for science, technology, engineering and mathematics (STEM)**. Ottawa, 2022. Disponível em: <https://www23.statcan.gc.ca/imdb/pUtil.pl?Function=getNote&Id=1369127&NT=04>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- FERNANDES, Tito Lívio Xavier *et al.* Determinantes da manutenção do emprego em tempos de Indústria 4.0: o caso da agropecuária no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 62, n. 4, e272436, 2024. Disponível em: <https://revistasober.org/article/doi/10.1590/1806-9479.2023.274589>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- GRANOVSKIY, Boris. **Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: an overview**. Washington: Congressional Research Service, 2018.



LINSU, Kim. **Da imitação à inovação**: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coreia. Campinas: Editora Unicamp, 2005.

MACHADO, Cecilia *et al.* **STEM classification in the formal labor market in Brazil**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas: International Development Research Centre, 2021. Disponível em: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/server/api/core/bitstreams/c13726fe-adbe-4027-b0d7-482176011550/content>. Acesso em: 21 jul. 2025.

MAZZUCATO, Mariana. **O Estado empreendedor**: desmascarando o mito do setor público x setor privado. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

MIRANDA, Maria Carolina Corrêa. **Áreas do conhecimento e inserção ocupacional**: uma análise do mercado de trabalho brasileiro para as ocupações do tipo “STEM” e “SHAPE” nos anos de 2012 e 2022. 2023. 51 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

MOREIRA, Josilene A.; MATTOS, Giorgia; SALES, Catarina. Reducing inequalities in STEM: the Girls in Computer Science Project, Paraíba, Northeast, Brazil. *In: WOMEN IN COMPUTING SYMPOSIUM (WOMENCOURAGE)*, 2., 2020, Baku. **CEUR Workshop Proceedings**, [s.l.], 2020. p. 1596-1607. Disponível em: <https://ceur-ws.org/Vol-2709/paper220.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2025.

MOWERY, David C.; ROSENBERG, Nathan. The U.S. National Innovation System. *In: NELSON, Richard R. (ed.). National Innovation Systems: a comparative analysis*. New York: Oxford University Press, 1993. p. 29-75.

MOWERY, David C.; ROSENBERG, Nathan. **Trajetórias da inovação**: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX. Tradução de Marcelo Knobel. Campinas: Editora Unicamp, 2005. Título original: Paths of innovation.

NATIONAL SCIENCE BOARD. **The STEM Labor Force: Scientists, Engineers, and Skilled Technical Workers**. Science & Engineering Indicators 2024. NSB-2024-5. Alexandria, VA: National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics, 30 maio 2024. Disponível em: <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20245/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas: Editora Unicamp, 2005.

OBAMA, Barack. **Strategy for american innovation**: invest in the building blocks of american innovation. Washington, DC: The White House, 6 dez. 2010. Disponível em: <https://obamawhitehouse.archives.gov/innovation/strategy/building-blocks>. Acesso em: 21 jul. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Mapeamento de iniciativas de estímulo de meninas e jovens à área de STEM no Brasil**. Brasília, DF: UNESCO, 2022. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380903>. Acesso em: 17 jun. 2025.

PEREZ, Carlota. What is AI's place in history? **Project Syndicate**, New York, 11 mar. 2024. Disponível em: <https://www.project-syndicate.org/magazine/ai-is-part-of-larger-technological-revolution-by-carlota-perez-1-2024-03>. Acesso em: 1 fev. 2025.

PUGLIESE, Gustavo Oliveira. **Os modelos pedagógicos de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (science, technology, engineering and mathematics)**. 2017. 135 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=486649>. Acesso em: 21 jul. 2025.



PUGLIESE, Gustavo Oliveira. Um panorama do STEAM education como tendência global. *In*: BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro (org.). **STEAM em sala de aula**: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020. cap. 2.

PUGLIESE, Gustavo Oliveira. Um panorama do STEAM education como tendência global. *In*: BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro (org.). **STEAM em sala de aula**: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 19-35.

REZNIK, Gabriela; MASSARANI, Luisa. Mapeamento e importância de projetos para equidade de gênero em STEM no Brasil. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 52, 2022. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742022000100202 . Acesso em: 17 jun. 2025.

ROSENBERG, Nathan. **Perspectives on technology**. New York: Cambridge University Press, 1976.

RÜCKERT, Aldomar Arnaldo. Políticas territoriais, ciência & tecnologia e a ação de atores locais e regionais: o pólo de modernização tecnológica da Serra – Rio Grande do Sul – Brasil. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 6, n. 11, p. 148-183, jan./jun. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/soc/a/cP6mCRvkvZzhLjTBnQgSdLv/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em: 17 jun. 2025.

SANDERS, Mark. STEM, STEM Education, STEMmania. **The Technology Teacher**, [s.l.], v. 68, n. 4, p. 20-26, Dec./Jan. 2009. Disponível em: <https://www.teachmeteamwork.com/files/sanders.istem.ed.ttt.istem.ed.def.pdf>. Acesso em: fev. 2025.

SANTOS, E. C. C.; PATACA, L. C. Transformações na educação superior em áreas STEM no Brasil e em Minas Gerais: 2010 a 2023. **Revista Brasileira de Desenvolvimento e Inovação**, Bertiooga, 2025. No prelo.

UNITED STATES. Bureau of Labour Statistics. **Detailed 2018 SOC occupations included in STEM**: SOC Policy Committee recommendation to OMB. Washington, DC, 2019c. Attachment C. Disponível em: https://www.bls.gov/soc/Attachment_C_STEM_2018.pdf. Acesso em: 21 jul. 2025.

UNITED STATES. Bureau of Labour Statistics. **Occupational employment and wage statistics topics**. Washington, DC, 2024a. Disponível em: <https://www.bls.gov/oes/topics.htm>. Acesso em: 21 jul. 2025.

UNITED STATES. Bureau of Labour Statistics. **Options for defining stem occupations under the 2010 standard occupational classification (SOC) system**: SOC Policy Committee recommendation to OMB. Washington, DC, 2012a. Attachment A. Disponível em: https://www.bls.gov/soc/Attachment_A_STEM.pdf . Acesso em: 21 jul. 2025.

UNITED STATES. Bureau of Labour Statistics. **Options for defining STEM occupations under the 2018 standard occupational classification (SOC) system**. Washington, DC, 2019a. Attachment A. Disponível em: https://www.bls.gov/soc/Attachment_A_STEM_2018.pdf. Acesso em: 21 jul. 2025.

UNITED STATES. Bureau of Labour Statistics. **Standard occupational classification system**. Washington, DC, 2018. Disponível em: <https://www.bls.gov/soc/>. Acesso em: 24 jul. 2025.

UNITED STATES. Bureau of Labour Statistics. **STEM definition options**: SOC Policy Committee recommendation to OMB. Washington, DC, 2019b. Attachment B. Disponível em: https://www.bls.gov/soc/Attachment_B_STEM_2018.pdf-. Acesso em: 21 jul. 2025.

UNITED STATES. National Science Foundation. **History**. Washington, DC, 2024b. Disponível em: <https://www.nsf.gov/about/history>. Acesso em: 21 jul. 2025.



UNITED STATES. National Science Foundation. **Public Law 81-507**. The National Science Foundation Act of 1950. [S.l.], 1950. Disponível em: https://nsf-gov-resources.nsf.gov/2023-04/NSF_act_1950_legislation.pdf. Acesso em: 21 jul. 2025.

WILLIAMS, P. John. STEM education: proceed with caution. **Design and Technology Education**: an international journal, Banbury, v. 16, n. 1, p. 26-35, 2011. Disponível em: <https://openjournals.ljmu.ac.uk/DesignTechnologyEducation/article/view/1748>. Acesso em: 21 jul. 2025.

APÊNDICE A: FAMÍLIAS DE OCUPAÇÕES STEM⁽¹⁾

(continua)

Código família STEM (CBO)	Nome da família STEM (CBO)	Código subárea STEM (SOC)	Código tipo STEM (SOC)
1223	Diretores de operações de obras em empresa de construção	1	D
1236	Diretores de tecnologia da informação	1	D
1237	Diretores de pesquisa e desenvolvimento	1	D
1413	Gerentes de obras em empresa de construção	1	D
1425	Gerentes de tecnologia da informação	1	D
1426	Gerentes de pesquisa e desenvolvimento e afins	1	D
2011	Profissionais da biotecnologia	1	A
2012	Profissionais da metrologia	1	A
2021	Engenheiros de controle e automação, engenheiros mecatrônicos e afins	1	A
2030	Pesquisadores das ciências biológicas	1	A
2031	Pesquisadores das ciências naturais e exatas	1	A
2032	Pesquisadores de engenharia e tecnologia	1	A
2033	Pesquisadores das ciências da saúde	1	A
2034	Pesquisadores das ciências da agricultura	1	A
2111	Profissionais da matemática	1	A
2112	Profissionais de estatística	1	A
2122	Engenheiros em computação	1	A
2123	Administradores de tecnologia da informação	1	A
2124	Analistas de tecnologia da informação	1	A
2131	Físicos	1	A
2132	Químicos	1	A
2133	Profissionais das ciências atmosféricas e espaciais e de astronomia	1	A
2134	Geólogos, oceanógrafos, geofísicos e afins	1	A
2140	Engenheiros ambientais e afins	1	A
2142	Engenheiros civis e afins	1	A
2143	Engenheiros eletricitas, eletrônicos e afins	1	A
2144	Engenheiros mecânicos e afins	1	A
2145	Engenheiros químicos e afins	1	A
2146	Engenheiros metalurgistas, de materiais e afins	1	A
2147	Engenheiros de minas e afins	1	A
2148	Engenheiros agrimensores e engenheiros cartógrafos	1	A
2149	Engenheiros de produção, qualidade, segurança e afins	1	A
2211	Biólogos e afins	1	A
2212	Biomédicos	1	A
2221	Engenheiros agrossilvipecuários	1	A
2222	Engenheiros de alimentos e afins	1	A
2233	Veterinários e zootecnistas — foi considerada apenas a seguinte ocupação: 223310 – Zootecnista.	1	A

(continuação)

Código Família STEM (CBO)	Nome da família STEM (CBO)	Código subárea STEM (SOC)	Código tipo STEM (SOC)
2234	Farmacêuticos (farmácia e bioquímica) — foram consideradas todas as ocupações: 2234-15 – Farmacêutico analista clínico 2234-20 – Farmacêutico de alimentos 2234-25 – Farmacêutico de práticas integrativas e complementares 2234-30 – Farmacêutico em saúde pública 2234-35 – Farmacêutico industrial 2234-40 – Farmacêutico toxicologista 2234-45 – Farmacêutico hospitalar clínico.	1	A
2341	Professores de matemática, estatística e informática do ensino superior	1	C
2342	Professores de ciências físicas, químicas e afins do ensino superior	1	C
2343	Professores de arquitetura e urbanismo, engenharia, geofísica e geologia do ensino superior	1	C
2344	Professores de ciências biológicas e da saúde do ensino superior	1	C
3001	Técnicos em mecatrônica	1	B
3003	Técnicos em eletromecânica	1	B
3011	Técnicos de laboratório industrial	1	B
3012	Técnicos de apoio à bioengenharia	1	B
3111	Técnicos químicos	1	B
3112	Técnicos de produção de indústrias químicas, petroquímicas, refino de petróleo, gás e afins	1	B
3115	Técnicos em controle ambiental, utilidades e tratamento de efluentes	1	B
3121	Técnicos em construção civil (edificações)	1	B
3122	Técnicos em construção civil (obras de infraestrutura)	1	B
3123	Técnicos em geomática	1	B
3161	Técnicos em geologia	1	B
3171	Técnicos de desenvolvimento de sistemas e aplicações	1	B
3172	Técnicos de suporte e monitoração ao usuário de tecnologia da informação	1	B
3180	Desenhistas técnicos, em geral	1	B
3181	Desenhistas técnicos da construção civil e arquitetura	1	B
3182	Desenhistas técnicos da mecânica	1	B
3183	Desenhistas técnicos em eletricidade, eletrônica, eletromecânica, calefação, ventilação e refrigeração	1	B
3185	Desenhistas projetistas de construção civil e arquitetura	1	B
3186	Desenhistas projetistas da mecânica	1	B
3187	Desenhistas projetistas da eletrônica	1	B
3201	Técnicos em biologia	1	B

(conclusão)

Código Família STEM (CBO)	Nome da família STEM (CBO)	Código subárea STEM (SOC)	Código tipo STEM (SOC)
3211	Técnicos agrícolas — foram consideradas todas as ocupações: 3211-05 – Técnico agrícola 3211-10 – Técnico agropecuário.	1	B
3212	Técnicos florestais	1	B
3253	Técnicos de apoio à biotecnologia	1	B
3951	Técnicos de apoio em pesquisa e desenvolvimento	1	B
Total	67		

Fonte: Elaboração própria.

(1) As informações grifadas em negrito correspondem às alterações propostas sobre a listagem de famílias descritas por Machado *et al.* (2021), apresentando também apenas as respectivas ocupações selecionadas.



APÊNDICE B: FAMÍLIAS STEM NACIONAIS – SUBÁREA 2 – CIÊNCIAS SOCIAIS

Código ocupação STEM (CBO)	Nome da família STEM (CBO)	Código subárea STEM (SOC)	Código tipo STEM (SOC)
2035	Pesquisadores das ciências sociais e humanas	2	A
2141	Arquitetos e urbanistas	2	A
2347	Professores de ciências humanas do ensino superior	2	C
2348	Professores de ciências econômicas, administrativas e contábeis do ensino superior	2	C
2511	Profissionais em pesquisa e análise antropológica sociológica	2	A
2512	Economistas	2	A
2513	Profissionais em pesquisa e análise geográfica	2	A
2515	Psicólogos e psicanalistas	2	A
Total	8		

Fonte: Elaboração própria.

APÊNDICE C: OCUPAÇÕES STEM NACIONAIS – SUBÁREA 2 – CIÊNCIAS SOCIAIS

Código ocupação Stem (CBO)	Nome da ocupação STEM (CBO)	Código subárea STEM (SOC)	Código tipo STEM (SOC)
203505	Pesquisador em ciências sociais e humanas	2	A
203510	Pesquisador em economia	2	A
203515	Pesquisador em ciências da educação	2	A
203525	Pesquisador em psicologia	2	A
214130	Urbanista	2	A
234705	Professor de antropologia do ensino superior	2	C
234720	Professor de ciência política do ensino superior	2	C
234740	Professor de geografia do ensino superior	2	C
234760	Professor de psicologia do ensino superior	2	C
234770	Professor de sociologia do ensino superior	2	C
234805	Professor de economia	2	C
234810	Professor de administração	2	C
234815	Professor de contabilidade	2	C
251105	Antropólogo	2	A
251110	Arqueólogo	2	A
251115	Cientista político	2	A
251120	Sociólogo	2	A
251205	Economista	2	A
251210	Economista agroindustrial	2	A
251215	Economista financeiro	2	A
251220	Economista industrial	2	A
251225	Economista do setor público	2	A
251230	Economista ambiental	2	A
251235	Economista regional e urbano	2	A
251305	Geógrafo	2	A
251505	Psicólogo educacional	2	A
251510	Psicólogo clínico	2	A
251515	Psicólogo do esporte	2	A
251520	Psicólogo hospitalar	2	A
251525	Psicólogo jurídico	2	A
251530	Psicólogo social	2	A
251535	Psicólogo do trânsito	2	A
251540	Psicólogo do trabalho	2	A
251545	Neuropsicólogo	2	A
251550	Psicanalista	2	A
251555	Psicólogo acupunturista	2	A
Total	36		

Fonte: Elaboração própria.

APÊNDICE D: TOTAL DE TRABALHADORES EM ÁREAS STEM POR UNIDADE DA FEDERAÇÃO E TAXAS DE CRESCIMENTO – 2004/2023

UF	2004	2023	Taxa de crescimento (%)
SP	314.226	800.452	154,74
MG	126.518	230.672	82,32
RJ	107.351	204.219	90,23
PR	56.972	137.564	141,46
RS	54.365	135.650	149,52
SC	38.304	123.759	223,1
BA	34.329	78.105	127,52
DF	30.107	67.176	123,12
PE	22.924	57.635	151,42
CE	16.308	52.415	221,41
GO	18.226	51.965	185,11
PA	12.637	41.621	229,36
ES	17.104	40.758	138,3
MT	9.417	31.289	232,26
AM	11.514	27.516	138,98
MA	7.185	25.251	251,44
MS	6.744	24.382	261,54
PB	7.280	20.141	176,66
RN	7.098	19.768	178,5
PI	5.569	14.073	152,7
AL	5.276	12.401	135,05
SE	6.199	12.307	98,53
TO	2.376	10.418	338,47
RO	39.797	10.188	-74,4
AP	1.337	4.355	225,73
AC	1.330	4.245	219,17
RR	557	2.872	415,62
SP	314.226	800.452	154,74

Fonte: Dados básicos: Brasil ([20--]).
Elaboração própria.