

Mapeamento estratégico de indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em energia: Classificações para a construção dos indicadores

André Tosi Furtado¹, Sílvia Angélica Domingues de Carvalho², Daniela Scarpa Beneli³,
Bárbara Bressan Rocha⁴, Marcelo Khaled Poppe⁵

Resumo

Países ou regiões com altas taxas de inovação em energia limpa estão atuando em toda a estrutura do sistema de inovação em energia. Esse processo pode ser monitorado pelo uso de indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) que permitam avaliar o progresso, reorientar o portfólio de tecnologias, realizar o *benchmarking* internacional e aprimorar continuamente a eficácia das políticas. A partir de 2019, com o projeto *Energy Big Push*, o Brasil passou a adotar iniciativas com o intuito de sistematizar um amplo conjunto de dados e informações em

Abstract

Countries or regions with high rates of innovation in clean energy are working across the structure of the energy innovation system and this process can be monitored using Science, Technology and Innovation indicators that allow assessing progress, reorienting the technology portfolio, enabling international benchmarking, and continually improving policy effectiveness. As of 2019, with the "Energy Big Push" project, Brazil began to adopt initiatives with the aim of systematizing a wide range of data and information on innovation in

- 1 Economista com graduação, mestrado e doutorado pela Universidade de Paris I e Professor titular do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
- 2 Economista pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), doutora em Política Científica e Tecnológica pela Unicamp e Professora Assistente Doutora na Universidade Estadual Paulista (Unesp).
- 3 Economista pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), doutora em Política Científica e Tecnológica pela Unicamp e Professora da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC Campinas).
- 4 Engenheira eletricitista pela Universidade de Brasília (UnB), MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e Assessora Técnica no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).
- 5 Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), diploma de estudos aprofundados (DEA) em economia de sistemas energéticos e inovação pela Universidade de Paris-Dauphine e INSTN e Assessor Técnico no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

inovação no setor de energia. O presente artigo é parte deste projeto e pretende apresentar a proposta metodológica de seleção e construção de indicadores de CT&I para o setor de energia no País, de forma transparente e permitindo a replicação de estudos futuros e novos avanços metodológicos. O conteúdo do artigo é essencialmente metodológico e pautou-se nas publicações da Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês) e nas bases de dados e informações disponíveis no sistema estatístico brasileiro. Apesar dos desafios encontrados na compatibilização das distintas classificações, foi proposto um sistema inicial de códigos estatísticos, pelo qual é possível levantar dados do setor energético no âmbito das atividades econômicas, ocupações, patentes, áreas de conhecimento e comércio exterior de bens. Assim, foi possível criar indicadores para acompanhar parte do desempenho do sistema de inovação em energia e subsidiar a política de inovação para a transição energética no Brasil.

Palavras-chave: Inovação. Categorias energéticas. Setor energético. Classificações estatísticas. Agência Internacional de Energia.

the energy sector. As part of this project, this article aims to present the methodological proposal for the selection and construction of science, technology and innovation (ST&I) indicators for the energy sector in Brazil, in a transparent way, allowing the replication of future studies and new methodological advances. The content of the article is essentially methodological and was based on IEA publications and on the databases and information available in the Brazilian statistical system. Despite the challenges encountered in making the different classifications compatible, an initial system of statistical codes was proposed, through which it is possible to collect data from the energy sector in the scope of economic activities, occupations, patents, areas of knowledge and foreign trade of goods and, thus, create indicators to monitor part of the performance of the energy innovation system in Brazil and subsidize the innovation policy for the energy transition in the country.

Keywords: Innovation. Energetic categories. Energy sector. Statistical rankings. International Energy Agency.

1. Introdução

A conformação e a consolidação de um sistema de inovação em energia são fundamentais no processo de uma transição energética justa e sustentável. Estudos da Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês) mostram que países ou regiões com altas taxas de inovação estão atuando em toda a estrutura do sistema de inovação em energia: no financiamento, nas instituições, nos mercados, na promoção de colaboração entre os atores e nos sistemas de propriedade intelectual. Para rastrear as inovações em energia limpa, a IEA (2020a) sugere o uso de métricas de qualidade, que permitam avaliar o progresso, reorientar o portfólio de tecnologias, permitir o *benchmarking* internacional e aprimorar continuamente a eficácia das políticas.

No entanto, a IEA (2020a) ressalta, ainda, a dificuldade no monitoramento desse progresso. Há defasagens temporais entre indicadores de insumos (dispêndio em Pesquisa e Desenvolvimento – P&D), de resultados (patentes) e de impactos na sociedade (empregos e exportações). Por exemplo: os resultados da política de inovação – na forma de geração de novos conhecimentos, novas patentes, novos produtos, menor custo e melhor eficiência das tecnologias – requerem intervalos de tempo significativos, que obscurecem as correlações entre as mudanças de política e seus resultados.

Neste sentido, a IEA (2020a) propõe rastrear a inovação energética de forma intencionalmente ampla, visando a abranger a complexidade do tema. Ao mesmo tempo, a inovação energética deve ser estruturada de forma a cobrir os quatro pilares dos sistemas de inovação em energia, que caracterizam as funções do sistema: impulso de recursos, gestão do conhecimento, atração de mercado e apoio sociopolítico.

No Brasil, um primeiro esforço neste sentido ocorreu em 2019, no âmbito do projeto *Energy Big Push*, a partir de uma necessidade da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). À época, discutiu-se a sistematização dos dados e informações em inovação no setor de energia no País, especificamente no que diz respeito à organização de dados de investimentos públicos e publicamente orientados de Pesquisa, Desenvolvimento e Demonstração (PD&D) (CEPAL; CGEE, 2020). Os trabalhos decorrentes permitiram a constituição da plataforma **inova-e** (EPE, 2020), operada pela EPE, e proporcionaram a oportunidade para que essa informação fosse veiculada internacionalmente em publicação da IEA (IEA, 2022). Na mencionada publicação, o Brasil é o único País não membro da agência a ter seus dados de dispêndio em PD&D reportados. Para conferir com detalhes como essa proposta associa-se aos pilares da IEA, ver o artigo *Mapeamento estratégico de indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em energia – Fundamentação teórica e desenho da metodologia*, publicado nesta edição da **Revista Parcerias Estratégicas**.

Foi nesse contexto que surgiu a proposta de identificar um amplo conjunto de indicadores e medidas da inovação no setor energético – a fim de subsidiar políticas de transição energética para a sustentabilidade –, além de realizar um mapeamento e análise das fontes de dados disponíveis para o monitoramento dos indicadores. É notável a complexidade envolvida no processo de construção de indicadores de CT&I para o setor de energia. O Brasil, em especial, não possui tradição na organização e sistematização desse tipo de dado. Além disso, o setor energético é composto por um amplo conjunto de tecnologias e fontes de energia que apresentam especificidades inerentes a cada contexto.

Nesse sentido, o objetivo do presente artigo é retratar os desafios metodológicos que surgiram no processo de busca e sistematização dos dados para o setor de energia no Brasil. O trabalho

busca, também, salientar que os caminhos encontrados para superar esses desafios representam um esforço inédito e pioneiro de classificação das categorias energéticas no País. O conteúdo do artigo é essencialmente metodológico e pautou-se nas publicações da IEA (que tem liderado a proposição de metodologias para construção de indicadores no setor) e nas bases de dados e informações disponíveis no sistema estatístico brasileiro. Além desta primeira seção introdutória, o artigo apresenta outras sete. As próximas seis seções demonstram as classificações estatísticas definidas e a última apresenta as considerações finais.

2. Categorias energéticas: ponto de partida para a identificação e seleção dos indicadores de CT&I relacionados ao setor de energia

O mapeamento das fontes de dados para estruturação dos indicadores de CT&I em energia apoiou-se na classificação por categorias energéticas definidas pela IEA (2011), a qual também foi seguida para a mensuração dos investimentos em PD&D (CEPAL; CGEE, 2020) e está apresentada na Tabela 1.

A Tabela 1 apresenta uma desagregação das categorias energéticas apenas a dois dígitos. Contudo, o documento da IEA possibilita uma desagregação muito mais detalhada, que pode chegar a até quatro dígitos. Certas tecnologias, como o carro elétrico, somente são identificadas a quatro dígitos como uma subdivisão do grupo **eficiência energética** e da categoria **transportes**. Essas categorias representam conjuntos relativamente homogêneos de tecnologias de produção, transformação, transporte, distribuição, armazenamento ou consumo final de energia.

Tabela 1. Grupos e categorias energéticas da IEA

Grupos	Categorias a dois dígitos
1. Eficiência energética	1.1. Indústria (técnicas e processos industriais; equipamentos e sistemas industriais)
	1.2. Edifícios residenciais e comerciais, aparelhos e equipamentos
	1.3. Transporte
	1.4. Outra eficiência energética

2. Combustíveis fósseis: petróleo, gás e carvão	2.1. Petróleo e gás (produção, refino, transporte, armazenamento, produção não-convencional, combustão, conversão)
	2.2. Carvão (produção, preparação, transporte, combustão – incluindo <i>Integrated Gasification Combined Cycle</i> – IGCC, conversão a gás – excluindo IGCC)
	2.3. Captura e armazenamento de CO ₂
	2.9. Combustíveis fósseis não alocados
3. Energias renováveis	3.1. Energia solar (aquecimento e resfriamento solar; energia solar fotovoltaica; energia solar térmica e aplicações de alta temperatura; energia solar não alocada)
	3.2. Energia eólica (tecnologias eólicas <i>onshore</i> , tecnologias eólicas <i>offshore</i> – excluindo baixa velocidade do vento, sistemas de energia eólica e outras tecnologias, energia eólica não alocada)
	3.3. Energia oceânica (energia das marés, energia das ondas, poder do gradiente de salinidade, outra energia oceânica, energia oceânica não alocada)
	3.4. Biocombustíveis (incluindo biocombustíveis líquidos; biocombustíveis sólidos e biogás; aplicações para aquecimento e eletricidade; outros biocombustíveis; biocombustíveis não alocados)
	3.5. Energia geotérmica (de recursos hidrotérmicos, de rochas quentes e secas (HDR); perfuração e exploração avançadas; outra energia geotérmica (incluindo recursos de baixa temperatura); energia geotérmica não alocada)
	3.6. Hidroeletricidade (grandes e pequenas, hidroeletricidade não alocada)
4. Energia nuclear	3.9. Outras fontes de energia renováveis alocadas
	4.1. Reatores de água leve (LWR), outros reatores conversores, ciclo de combustível, tecnologias de apoio nuclear, criador nuclear, outras tecnologias de fissão nuclear e não alocadas
	4.2. Confinamento magnético, confinamento inercial, outra tecnologia de fusão nuclear e não alocada
5. Hidrogênio e células a combustível	4.9. Fissão e fusão nuclear não alocada
	5.1. Produção e armazenamento de hidrogênio; transporte e distribuição de hidrogênio; outras infraestruturas e sistemas; utilizações finais do hidrogênio (incluindo combustão, excluindo células de combustível e veículos); hidrogênio não alocado
	5.2. Aplicativos estacionários e móveis; outros aplicativos e células de combustível não alocadas
6. Outras tecnologias para geração e armazenamento de energia	5.9. Hidrogênio não alocado e células de combustível
	6.1. Geração de energia elétrica (tecnologias de geração de energia e tecnologias de apoio à geração de energia)
	6.2. Transmissão e distribuição de eletricidade (tecnologias de transmissão e distribuição; comunicação de rede; sistemas de controle e integração; transmissão e distribuição de eletricidade não alocada)
	6.3. Armazenamento de energia (excluindo aplicações para transporte e incluindo armazenamento de energia elétrica, térmica) e
7. Outras tecnologias ou pesquisas transversais	6.9. Outras tecnologias de armazenamento de energia não alocadas
	7.1. Análise do sistema de energia
	7.2. Pesquisa de energia básica que não pode ser alocada a uma categoria específica
	7.3. Outros

Fonte: IEA (2011).

O primeiro passo no processo de reconhecimento de atributos e variáveis para a proposição dos indicadores por dimensão de análise foi buscar correspondências entre essas categorias energéticas e as metodologias de classificação das bases de dados usadas para a elaboração de indicadores de CT&I. O objetivo desse esforço foi procurar alternativas para utilizar fontes de dados existentes regulares, com metodologias já reconhecidas. Assim, minimiza-se a necessidade de coleta de dados primários, já que há uma grande carência de informações sobre o setor de energia no Brasil. Este trabalho é importante e foi **pioneiro**, uma vez que não se encontra disponível, até este momento, nenhuma publicação que apresente tais paralelos entre as referidas bases de dados e o setor de energia.

A busca por variáveis que pudessem ser classificadas segundo as categorias em energia mostrou-se uma tarefa complexa. Foi necessário contar com o suporte das instituições especializadas na coleta dos dados sobre inovação. Realizaram-se reuniões técnicas com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no intuito de compreender melhor a metodologia da Pesquisa de Inovação (Pintec); com o Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (Inpi) e com a IEA. Essas reuniões foram determinantes para as escolhas metodológicas apresentadas a seguir.

3. Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE)

A Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) é oficialmente adotada pelo sistema estatístico nacional e pelo IBGE. As estatísticas econômicas do País estão todas referenciadas à CNAE. A CNAE 2.0 apoia-se na versão 4 da *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities* (ISIC 4) das Nações Unidas (IBGE, 2007).

A delimitação do que poderia configurar o setor energético exigiu um exercício de delimitação que não possui amparo em trabalhos anteriores. O *Balanço Energético Nacional*, publicado pela EPE, aloca para o setor os seguintes segmentos da atividade econômica: extração de petróleo, gás natural e carvão mineral; refino de petróleo; destilação de álcool, geração de eletricidade e produção de coque (EPE, 2021, p. 139, nota 6). A classificação proposta pelo presente trabalho busca englobar de forma mais ampla os setores econômicos relacionados às categorias energéticas.

O setor energético pode ser subdividido em três conjuntos:

- O primeiro corresponde às atividades relacionadas à produção, transformação, transporte e distribuição de energia; aproxima-se do que o *Balanço Energético Nacional* mede; e é conhecido como setor energético;
- O segundo conjunto é constituído pelas atividades econômicas que produzem equipamentos, insumos e serviços para o setor energético;
- O terceiro é representado pelas atividades que produzem bens e serviços que são muito demandantes de energia. Este conjunto engloba uma parcela substancial das atividades industriais, tais como metalurgia, cimento, equipamentos de transporte e máquinas, entre outros.

Apenas os dois primeiros subconjuntos foram considerados na presente análise.

Considerando os dois primeiros conjuntos, a Tabela 2 apresenta os códigos e as descrições da CNAE delimitados para o setor energético, esforço metodológico denominado aqui como **CNAE Energia**. Importante notar que, para chegar à especificidade do setor, foram utilizados níveis hierárquicos distintos, do mais agregado, no âmbito da seção, até o mais desagregado da subclasse. Por exemplo: em Indústrias extrativas, compondo a seção B, estão incluídos todos os códigos que a compõem. Já a atividade Elaboração de combustíveis nucleares, que corresponde ao nível de subclasse, contempla apenas um código específico. Esse mesmo raciocínio pode ser aplicado para os níveis de desagregação intermediários.

Tabela 2. Atividades Econômicas relacionadas à CNAE Energia

Denominação CNAE Energia	Códigos CNAE Energia			
	Divisão	Grupo	Classe	Subclasse
Seção B				
Indústrias extrativas				
Extração de carvão mineral	5			
Extração de petróleo e gás natural	6			
Extração de minerais radioativos	7	07.2	07.25-1	
Atividades de apoio à extração de petróleo e gás natural	9	09.1		
Seção C				
Indústrias de transformação				
Coquerias	19	19.1		
Fabricação de produtos derivados do petróleo		19.2		
Fabricação de biocombustíveis		19.3		
Elaboração de combustíveis nucleares	20	20.1	20.19-3	20.19-3/01
Produção de tubos de aço sem costura	24	24.2	24.23-7	24.23-7/01

Produção de tubos de aço com costura	24	24.3	24.31-8	
Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada	25	25.1		
Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras		25.2		
Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos	27	27.1		
Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos		27.2		
Fabricação de equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica		27.3		
Fabricação de lâmpadas e outros equipamentos de iluminação		27.4		
Fabricação de equipamentos e aparelhos elétricos não especificados anteriormente		27.9		
Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	28	28.1		
Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e na construção		28.5		
Construção de embarcações e estruturas flutuantes	30	30.1	30.11-3	
Seção D Elettricidade e gás	Divisão	Grupo	Classe	Subclasse
Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica	35	35.1		
Produção e distribuição de combustíveis gasosos por redes urbanas		35.2		
Produção e distribuição de vapor, água quente e ar-condicionado		35.3		
Seção F Construção	Divisão	Grupo	Classe	Subclasse
Construção de barragens e represas para geração de energia elétrica	42	42.2	42.21-9	42.21-9/01
Construção de estações e redes de distribuição de energia elétrica		42.2	42.21-9	42.21-9/02
Manutenção de redes de distribuição de energia elétrica		42.2	42.21-9	42.21-9/03
Construção de redes de transportes por dutos, exceto para água e esgoto		42.2	42.23-5	4223-5/00
Instalações elétricas	43	43.2	43.21-5	

Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2007).

Importante ressaltar que esse esforço de seleção não incluiu as atividades de serviços e agropecuária, de modo que somente foram considerados os setores das seções B a F (indústrias extrativas; indústrias de transformação; eletricidade e gás; água e esgoto; e construção). Essa foi a alternativa encontrada para buscar tratar o setor energético de forma mais ampla, dado que a classificação da CNAE, por ser específica, não permite uma correlação direta com as categorias energéticas propostas pela IEA (IEA, 2011).

4. Classificação Brasileira de Ocupações (CBO)

A Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) é uma categorização oficial utilizada como referência em registros administrativos sobre emprego e desemprego feitos pelo Ministério do Trabalho e Emprego e pelo IBGE. Sua estrutura segue as recomendações internacionais estabelecidas pela Organização Internacional do Trabalho, permitindo a correspondência com a Classificação Internacional Uniforme de Ocupações (CIUO).

A CBO é composta por um conjunto de códigos e títulos. Sua estrutura possui níveis hierárquicos, formados por 10 grupos, 48 subgrupos principais, 192 subgrupos e 607 grupos de base ou famílias ocupacionais. Nesse nível mais desagregado, cada família ocupacional é representada, ainda, por um conjunto de ocupações similares no que se refere às atividades realizadas e ao domínio de competências exigidas. No total, a CBO enumera 2.511 ocupações (BRASIL, 2010).

A definição de quais ocupações estão empregadas no setor de energia em atividades de CT&I exigiu a adoção de pesquisas exploratórias e pautou-se na metodologia de ocupações em CT&I proposta por Suzigan (2005) e Garcia (2011), no âmbito dos indicadores de CT&I do Estado de São Paulo, conduzidos pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp). Com esses procedimentos, das 607 famílias de ocupações da CBO, foram selecionadas 107, cujas atividades potencialmente envolvem atividades de CT&I no setor de energia.

Essa seleção envolveu, em linhas gerais, dois passos. O primeiro decorreu do cruzamento de dois subconjuntos de famílias de ocupações.

Um subconjunto foi formado pela pesquisa exploratória, desenvolvida para identificar as ocupações empregadas no setor de energia. Pela base da Relação Anual de Informações Sociais (Rais), adotaram-se, simultaneamente, dois filtros: a CNAE do setor de energia e pessoas empregadas com nível superior, visando a investigar as ocupações deste setor, cujas tarefas exigem maior grau de complexidade. Como resultado dessa pesquisa, foram encontradas 419 famílias de ocupações.

O outro subconjunto deriva da classificação desenvolvida por Suzigan (2005) e Garcia (2011), que identificaram 154 famílias de ocupações associadas com atividades de CT&I, classificadas em tecnológicas, técnicas e operacionais. As ocupações tecnológicas e técnicas estão associadas ao processo de geração e difusão de conhecimentos. As operacionais, por sua vez, exigem capacitações relevantes para o processo de inovação, por envolverem conhecimentos tácitos incorporados na força de trabalho e nas rotinas operacionais. Da interseção desses dois subconjuntos, chegou-se a 133 famílias de ocupações.

O segundo passo deu-se pela análise desses subconjuntos e de sua interseção, com o intuito de identificar quais ocupações estavam associadas à inovação no setor de energia. Das 133 famílias de ocupações, foram excluídas 27, por estarem relacionadas à assistência ao trabalhador no âmbito da saúde e da formação educacional (como professores, técnico esportivo e médico), além da prática jurídica e gestão contábil, financeira e econômica (como advogado, técnico de contabilidade e técnico de administração). Foram excluídas também ocupações específicas de empresas de energia e com baixa aderência às atividades CT&I, como veterinários e técnicos têxteis. Foram incluídas a família de ocupações **Técnicos em Manutenção e reparação de instrumentos de medição e precisão**, que não fez parte da intersecção, mas foi identificada naquelas pertencentes ao setor de energia que envolve atividades de CT&I.

Desta forma, chegou-se à proposição de 107 famílias de ocupações, categorizadas em tecnológicas (41), técnicas (44) e operacionais (22), conforme detalhamento na Tabela 3. Essa delimitação das ocupações aderentes ao setor de energia deve ser vista de forma agregada, subdividindo-se pelas famílias de ocupação, mas não é compatível com a desagregação por categoria energética proposta pela IEA.

Tabela 3. Ocupações do setor de energia em atividades de CT&I

Categorias	Famílias de ocupações	Códigos
Ocupações tecnológicas	Diretores: serviços de informática e P&D	1236, 1237
	Gerentes: produção e operações, tecnologia da informação, P&D	1411, 1412, 1425, 1426
	Profissionais: biotecnologia, metrologia, matemática, estatística, do espaço e atmosfera, em pesquisa e análise históricas e geográficas, da informática	2011, 2012, 2111, 2112, 2133, 2513, 2612
	Engenheiros: mecatrônicos, em computação, civil, eletroeletrônico, mecânico, químico, metalurgistas e de materiais, de minas, agrimensores e engenheiros cartógrafos, industriais, agrossilvipecuários	2121, 2122, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2221
	Pesquisadores: das ciências biológicas, das ciências naturais e exatas, de engenharia e tecnologia, das ciências da agricultura, das ciências sociais e humanas	2030, 2031, 2032, 2034, 2035
	Desenhistas: industriais e projetistas	2624, 3185, 3186, 3187, 3188
	Físicos	2131
	Químicos	2132
	Geólogos e geofísicos	2134
	Arquitetos	2141
	Especialistas em informática	2123
	Analistas de sistemas computacionais	2124
	Biólogos	2211

Ocupações técnicas	Técnicos: em manutenção, mecatrônica, eletromecânica, laboratório industrial, de apoio à bioengenharia, químico, petroquímico, em construção civil, em topografia, em eletricidade, eletrônica, em telecomunicações, em calibração, mecânicos, em mecânica, em metalurgia, siderurgia, em geologia, em mineração, em programação, em operação, em biologia, agrícolas, florestais, em aquicultura, de planejamento, de controle da produção, de apoio em P&D	9151, 3001, 3003, 3011, 3012, 3111, 3112, 3121, 3122, 3123, 3131, 3132, 3133, 3134, 3141, 3142, 3143, 3144, 3146, 3147, 3161, 3163, 3171, 3172, 3201, 3211, 3212, 3213, 3911, 3912, 3951
	Desenhistas técnicos: em geral, construção civil e arquitetura, da mecânica, em eletricidade, de produtos	3180, 3181, 3182, 3183, 3184
	Mecânicos de manutenção: de bombas, motores, compressão, equipamentos de transmissão, de aparelhos de climatização e refrigeração, de máquinas industriais, de máquinas pesadas, naval, veículos automotores	9111, 9112, 9113, 9131, 9142, 9144
	Montadores de motores e turbinas	7254
Ocupações operacionais	Trabalhadores de instalações elétricas	7156
	Ferramenteiros	7211
	Trabalhadores de forjamento de metais	7221
	Operadores de máquinas e centros de usinagem CNC, operadores de máquinas de conformação de metais, operadores de máquinas de madeiras, operadores de máquinas de usinagem de madeira CNC, operadores de equipamentos de acabamento de chapas e metais	7214, 7245, 7734, 7735, 8214
	Eletricistas-eletrônicos de manutenção	9511, 9531
	Afiadores e polidores de metais	7213
	Instaladores-reparadores de linhas: equipamentos de telecomunicações, cabos elétricos, telefônicos e de comunicações de dados	7313, 7321
	Montadores de máquinas (em linhas de montagem, industriais, pesadas e equipamentos agrícolas)	7251, 7252, 7253
	Montadores de veículos automotores (linha de montagem)	7255
	Montadores de instalações de ventilação e refrigeração	7257
	Montadores de equipamentos eletroeletrônicos	7311
	Ajustadores mecânicos polivalentes	7250
	Mecânicos de instrumentos de precisão (exceto técnicos)	7411
	Mantenedores de elevadores, escadas e portas automáticas	9541
	Instaladores e mantenedores de sistemas eletroeletrônicos de segurança	9513
	Instaladores e reparadores de linhas e cabos elétricos, telefônicos e de comunicação de dados	7321

Fonte: Elaboração própria com base em Suzigan (2005), BRASIL (2010) e García (2011).

5. Classificação de patentes

As patentes são classificadas por meio do sistema do *International Patent Classification* (IPC), da *World Intellectual Property Organization* (WIPO). Com base nesse sistema, o *European Patent Office* (EPO) e o *United States Patent Office* (USPTO) desenvolveram a *Cooperative Patent*

Classification (CPC), que classifica ainda mais detalhadamente as tecnologias das patentes. A partir desse esforço, foi desenvolvida a classificação Y, que busca destacar as patentes de tecnologias emergentes e aquelas que recobrem várias categorias CPC.

No sentido de facilitar o acesso às tecnologias sustentáveis, o EPO desenvolveu as classificações Y02 e Y04 (EPO, 2013). Os subgrupos subdividem-se em áreas, que se decompõem em cerca de mil subcategorias. A classificação das tecnologias sustentáveis da EPO possui a grande vantagem de estar bastante próxima das categorias de tecnologias energéticas desenvolvidas pela IAE (IEA, 2011).

Em razão deste fato, foi realizado um esforço de correspondência entre as categorias energéticas da IEA desagregadas em nível de dois dígitos e a classificação Y02 e Y04. As classificações Y02 e Y04 não cobrem as energias fósseis, a não ser para as tecnologias de captura e sequestro de carbono e para as tecnologias de eficiência energética relacionadas a esses combustíveis. A energia nuclear, contudo, faz parte da classificação Y. O detalhamento dessa correspondência pode ser verificado na Tabela 4.

Tabela 4. Correspondência entre a classificação da IEA e a classificação Y02 e Y04 do EPO

Classes Y02 e Y04	Categoria energética da IEA
Y02E 20/30; Y02P 10/00; Y02P 20/00; Y02P 30/00; Y02P 40/00; Y02P 70/00; Y02P 80/00; Y02P 90/02; Y02P 90/30	1.1. Eficiência energética na indústria
Y02B 20/00; Y02B 30/00; Y02B 40/00; Y02B 50/00; Y02B 70/00; Y02B 80/00; Y02B 90/00	1.2. Eficiência energética em imóveis, residencial e eletrodomésticos
Y02T 10/00; Y02T 30/00; Y02T 50/00; Y02T 70/00; Y02T 90/00	1.3. Eficiência energética no transporte
Y02D; Y02P 60/14; Y02W; Y02E 20/12; Y02E 20/30; Y02E 20/32; Y02E 20/34	1.4. Outros eficiência energética
Y02C; Y02P 90/70	2.3. Captura e sequestro de CO2
Y02E 10/40; Y02E 10/50; Y02E 10/60	3.1. Energia solar
Y02E 10/70	3.2. Energia eólica
Y02E 10/30	3.3. Energia dos oceanos
Y02E 50/00	3.4. Biocombustíveis
Y02E 10/10	3.5. Energia geotérmica
Y02E 10/20	3.6. Hidroeletricidade
Y02B 10/00; Y02B 90/00; Y02P 60/12	3.7. Outras fontes renováveis
Y02E 30/30	4.1. Fissão nuclear
Y02E 30/10	4.2. Fusão nuclear
Y02E 60/32; Y02E 60/34; Y02E 60/36; Y02P 90/45	5.1. Hidrogênio
Y02E 60/50; Y02P 90/40	5.2. Células a combustível
Y02E 20/14; Y02E 20/16; Y02E 20/18	6.1. Geração de energia elétrica
Y02E 40/00; Y02E 60/60; Y04S	6.2. Transmissão e distribuição de eletricidade

Y02E 60/10; Y02E 60/13; Y02E 60/14; Y02E 60/16; Y02E 60/60; Y02P 90/50; Y02P 90/60	6.3. Armazenamento de energia (fora transporte)
Y02E 70/00	6.9. Outras tecnologias de geração e armazenamento não alocadas
Y02P 90/80; Y02P 90/90	7.1. Análise de sistemas energéticos

Fonte: Elaboração própria com base em EPO (2013).

6. Classificação das áreas do conhecimento

A busca por uma classificação das áreas de conhecimento surgiu pela necessidade de determinar aquelas com potencial para ofertar pessoal qualificado para CT&I no setor de energia, com vistas a atender à demanda por novas áreas tecnológicas que promovam a transição energética. Desta forma, as áreas do conhecimento foram selecionadas a partir da classificação instituída pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) (CAPES, 2021), a qual tem sido amplamente usada, entre outros objetivos, para avaliar programas de pós-graduação. Esta classificação é dividida em quatro níveis:

- 1º nível – Grande área;
- 2º nível – Área do conhecimento (área básica);
- 3º nível – Subárea; e
- 4º nível – Especialidade.

Para chegar à lista de áreas de conhecimento de interesse, excluíram-se as grandes áreas do conhecimento que não apresentavam qualquer interface com o desenvolvimento de tecnologias no setor de energia, como, por exemplo, medicina, enfermagem e artes. Um segundo filtro foi feito a partir da análise das subáreas, o que permitiu uma melhor compreensão do conhecimento abordado em cada uma delas.

Por último, foi feito o cruzamento dessas áreas com aquelas nas quais as pessoas empregadas no setor de energia são formadas, fazendo uma interface com as ocupações selecionadas na seção 4 do presente trabalho. Com isso, chegou-se à lista das áreas de conhecimento que permitem construir uma estimativa da oferta de recursos humanos em CT&I para o setor de energia, apresentada na Tabela 5. É importante observar que essa classificação possui baixa correspondência com apenas uma classificação por categorias energéticas determinadas pela IEA, dado que as pessoas com esse tipo de formação, potencialmente, poderiam atuar em várias das categorias energéticas mencionadas.

Tabela 5. Áreas do conhecimento selecionadas

Denominação	Código
Matemática	10100008
Probabilidade e Estatística	10200002
Ciência da Computação	10300007
Física	10500006
Química	10600000
Geociências	10700005
Bioquímica	20800002
Biofísica	20900007
Farmacologia	21000000
Microbiologia	21200009
Engenharia Civil	30100003
Engenharia Sanitária	30700000
Engenharia de Transportes	31000002
Engenharia de Minas	30200008
Engenharia de Materiais e Metalúrgica	30300002
Engenharia Química	30600006
Engenharia Nuclear	30900000
Engenharia Mecânica	30500001
Engenharia de Produção	30800005
Engenharia Naval e Oceânica	31100007
Engenharia Aeroespacial	31200001
Engenharia Elétrica	30400007
Agronomia	50100009
Recursos Florestais e Engenharia Florestal	50200003
Engenharia Agrícola	50300008
Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca	50600001
Direito	60100001
Arquitetura e Urbanismo	60400005
Desenho Industrial	61200000
Planejamento Urbano e Regional	60500000
Ciência da Informação	60700009
Interdisciplinar	90100000
Materiais	90300009
Biotecnologia	90400003
Ciências Ambientais	90500008

Fonte: Capes (2021).

7. Classificação a partir da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM)

A lista de produtos selecionados para o setor energético envolveu amplos esforços metodológicos, pois a transversalidade dos bens comercializados torna difícil a especificação dos produtos.

O primeiro passo foi buscar metodologias de seleção desenvolvidas por organizações internacionais, como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a Organização Mundial do Comércio (OMC). Considerando a importância de promover a transição energética sustentada sob fontes de energia renováveis e limpas, optou-se por metodologias de classificação dos bens ambientais. As primeiras seleções nesta linha foram sistematizadas por grupos de trabalho formados pela OCDE e Eurostat, em meados dos anos 1990, com o intuito de coletar dados para subsidiar a formulação de políticas ambientais e compor negociações para a liberação do comércio internacional. A partir de então, outras listas foram propostas, levando a OCDE a desenvolver o esforço metodológico de reuni-las em uma única listagem de 248 códigos do sistema harmonizado (SH), denominada **Lista Combinada de Bens Ambientais**. Nessa compilação, foram feitas as subdivisões que resultaram em 11 temas (SAUVAGE, 2014):

- **Gestão da poluição;**
- Bens e tecnologias mais limpos e gestão de recursos;
- Produtos preferencialmente ambientais com base em características de uso final ou descarte;
- **Gestão do calor e da energia;**
- **Equipamentos de monitoramento, análise e avaliação ambiental;**
- Proteção de recursos naturais;
- **Redução de ruído e vibração;**
- **Plantas de energia renováveis;**
- **Gestão de resíduos sólidos e perigosos e sistemas de reciclagem;**

- Produtos destinados à purificação da água ou do solo ou para minimizar o impacto; e
- **Gestão de águas residuais e tratamento de água potável.**

Com as listagens identificadas, o passo seguinte foi aplicar a correspondência dos códigos do SH (a seis dígitos) à Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), que é mais detalhada (a oito dígitos), em 7 destes 11 temas, destacados na lista anterior. Com isso, foram identificados 173 códigos de NCM.

Importante ressaltar que estes passos metodológicos são **inéditos** e constituem um primeiro esforço de definição dos produtos para o setor de energia. Foram considerados combustíveis renováveis, como o etanol, e bens industriais de uso mais eficiente, além de equipamentos para geração de energia renovável. Não estão incluídas fontes de energia fósseis, como o petróleo.

Além disso, a seleção dos produtos do setor de energia permitiu a associação com categorias energéticas da IEA a um dígito. Alguns produtos até permitem a classificação a dois dígitos, a exemplo de turbinas em hidrelétrica. No entanto, a maioria dos produtos possui aplicação múltipla, dificultando a classificação mais detalhada. Bombas de vácuo, por exemplo, foram categorizadas em eficiência energética, mas não foi possível discriminar sua aplicação na indústria, residências ou estabelecimentos comerciais.

A Tabela 6 apresenta apenas um resumo da lista de códigos NCM selecionados e sua correspondência com as categorias energéticas. A lista completa, contendo os 173 códigos de NCM, está disponível no Anexo A. Como é possível constatar, os códigos de NCM são compatíveis com três categorias energéticas a um dígito da classificação da IEA.

Tabela 6. Lista resumida de produtos do setor de energia por categoria energética da IEA

Categoria energética da IEA: Eficiência energética	
Código NCM	Descrição NCM
84141000	Bombas de vácuo
84143011	Motocompressor hermético, capacidade menor que 4.700 frigorias/hora
84149010	Partes de bombas de ar ou de vácuo
85141010	Fornos (de arco voltaico, resistência, industriais, laboratório – aquecimento indireto)
84186910	Máquinas para preparação de sorvetes, não domésticas
85049020	Partes de reatores para lâmpadas/tubos de descarga
85392190	Outras lâmpadas/tubos incandescentes, halógenos, de tungstênio
94051010	Lâmpadas escialíticas

Categoria energética da IEA: Fontes de energia renováveis	
Código NCM	Descrição NCM
22071090	Outro álcool etílico não desnaturado
22071010	Álcool etílico não desnaturado, com um teor alcoólico, em volume, igual ou superior a 80% vol, com um teor de água igual ou inferior a 1% vol
73218900	Outros aquecedores, etc. de ferro/aço, a combustíveis sólidos
84068100	Outras turbinas a vapor, de potência maior que 40MW
84118100	Outras turbinas a gás, de potência menor ou igual a 5.000KW
84119900	Partes de outras turbinas a gás
84101100	Turbinas e rodas hidráulicas, de potência menor ou igual a 1.000KW
84109000	Partes de turbinas e rodas hidráulicas, incluindo reguladores
84101100	Turbinas e rodas hidráulicas, de potência menor ou igual a 1.000kw
84191910	Aquecedores solares de água
84199010	Partes de aquecedores de água das subposições 8419. 11 ou 8419. 19
85414016	Células solares não montadas
85414019	Outros dispositivos fotossensíveis, semicondutores não montados
85414032	Células solares em módulos ou painéis
85414039	Outras células fotovoltaicas em módulos ou painéis
Categoria energética da IEA: Outras tecnologias elétricas e de armazenamento	
Código NCM	Descrição NCM
76109000	Construções, outras partes, chapas, barras, etc. de alumínio
85016100	Geradores de corrente alternada, potência menor ou igual a 75KVA
85044010	Carregadores de acumuladores (conversores elétricos)
85044030	Conversores elétricos de corrente contínua
85044040	Equipamento de alimentação ininterrupta de energia elétrica
85371030	Controladores de demanda de energia elétrica, para uma tensão não superior a 1.000V

Fonte: Elaboração própria com base em (SAUVAGE, 2014).

8. Considerações finais

Este trabalho apresentou a proposta de um caminho metodológico para a construção de indicadores de CT&I em energia no Brasil. Também discutiu as principais dificuldades enfrentadas no esforço de mapear as fontes de dados disponíveis e buscar, quando possível, a correspondência com as categorias energéticas da IEA. Para isto, buscaram-se classificações, tanto em nível nacional quanto internacional, que pudessem apoiar este processo. Contudo, as principais formas de classificação dos dados levantados, sejam elas das atividades econômicas,

das áreas do conhecimento, das ocupações profissionais ou dos bens exportados, não se mostraram plenamente compatíveis com as classificações das categorias energéticas da IEA. Apenas as patentes permitem uma classificação compatível com as categorias da IEA. Um esforço importante foi realizado buscando identificar, com graus distintos de agregação, a comparabilidade entre essas classificações. Com base nisto, foi possível propor uma forma de levantamento das informações que permita a elaboração de indicadores de CT&I para o sistema de inovação em energia do Brasil, assim como sua comparabilidade internacional.

Esse esforço de compatibilização das distintas classificações deverá prosseguir no sentido do seu aperfeiçoamento. Apesar disso, foram desenhados caminhos possíveis para a construção de um conjunto de indicadores para as nove dimensões definidas, que se desdobraram em 18 subdimensões. Estas, por sua vez, conduziram a proposta de 32 indicadores e 4 métricas, discutidos no artigo *Mapeamento estratégico de indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em energia: Proposta de um sistema de mensuração*, publicado nesta edição da **Revista Parcerias Estratégicas**.

Este trabalho foi importante para a melhor compreensão da sistemática da coleta dos dados e para uma validação inicial da metodologia proposta, principalmente no que se refere às correspondências das classificações para o setor de energia. Mesmo com desafios, este artigo propôs um sistema inicial de códigos estatísticos, pelo qual é possível levantar dados do setor energético no âmbito das atividades econômicas, ocupações, patentes, áreas de conhecimento e de comércio exterior de bens. Assim, tornou-se possível criar indicadores para acompanhar parte do desempenho do sistema de inovação em energia do Brasil e subsidiar a política de inovação para a transição energética no País.

Referências

BRASIL. Ministério do Trabalho e do Emprego - MTE. **Classificação Brasileira de Ocupações**. 3. ed. Brasília: 2010. 828 p. (v. 1). Disponível em: https://portalfat.mte.gov.br/wp-content/uploads/2016/04/CBO2002_Liv3.pdf

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Percepção pública da C&T no Brasil – 2019**. Resumo executivo. Brasília, DF: 2019. 24p.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE - CEPAL. **Construir un nuevo futuro: Una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad**. Naciones Unidas, CEPAL (LC/SES.38/3-P/Rev.1): Santiago de Chile, 2020. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46227/1/S2000699_es.pdf

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE - CEPAL; CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Panorama dos investimentos em inovação em energia no Brasil: dados para um grande impulso energético**, Documentos de Projetos (LC/TS.2020/62; LC/BRS/TS.2020/4). CEPAL: Santiago, 2020. Disponível em: <https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/45908-panorama-investimentos-inovacao-energia-brasil-dados-grande-impulso-energetico#:~:text=O%20Escrit%C3%B3rio%20da%20CEPAL%20em,energ%C3%A9tica%20em%20bases%20sustent%C3%A1veis%20no>

COORDENAÇÃO DE AERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES. **Tabela das Áreas do Conhecimento**. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/instrumentos/documentos-de-apoio-1/tabela-de-areas-de-conhecimento-avaliacao>. Acesso em: mar. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanco Energético Nacional 2021**: Ano base 2020. Rio de Janeiro: EPE, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Panorama dos investimentos de inovação em energia no Brasil**. 2020. Disponível em: <http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com/inova-e/>

EUROPEAN PATENT OFFICE - EPO. **Finding sustainable technologies in patents**. European Patent Office. EPO: Munich, Germany, 2013. Disponível em: https://e-courses.epo.org/pluginfile.php/1238/mod_resource/content/4/sustainable_technologies_brochure_en.pdf

GARCIA, R.C. (coord.). Dimensão Regional dos esforços de CT&I no Estado de São Paulo. In: FAPESP – FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2010**. São Paulo: FAPESP, cap. 8, 2011. Disponível em: <https://fapesp.br/indicadores/2010/volume2/cap8.pdf>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Demografia das empresas e estatísticas de empreendedorismo: 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020, 131p. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/servicos/22649-demografia-das-empresas-e-estatisticas-de-empreendedorismo.html?edicao=29198>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas - Versão 2.0**: estrutura detalhada e notas explicativas. Rio de Janeiro: IBGE, 2007, 284p. Disponível em: https://concla.ibge.gov.br/images/concla/downloads/revisao2007/PropCNAE20/CNAE20_NotasExplicativas.pdf. Acesso em: 03 jan. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **Tracking clean energy innovation**: a guide to the issues and indicators. Paris: IEA. 2020a.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **Energy Technology Perspectives 2020**. Special Report on Clean Energy Innovation. Paris: IEA. 2020b.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **IEA Guide to Reporting Energy RD&D Budget/Expenditure Statistics**. Paris: OECD/IEA. 2011. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a2f370cf-873e-486f-935d-c2a117e14ba6/IEAGuidetoReportingEnergyRddbudget-ExpenditureStatistics.pdf>

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **Net zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector**. Paris: IEA. 2021. 24p. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/7ebafc81-74ed-412b-9c60-5cc32c8396e4/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector-SummaryforPolicyMakers_CORR.pdf

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Tracking public investment in energy technology research – A roadmap**. Paris: IEA. 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/tracking-public-investment-in-energy-technology-research-a-roadmap>

IIZUKA, M.; HOLLANDERS, H. The need to customise innovation indicators in developing countries. **Working Paper Series**, Maastricht Economic And Social Research Institute On Innovation And Technology, The Netherlands, p.01-38, 09 ago. 2017. <http://doi.org/10.24545/00001723>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA - INEP. **Instruções para a utilização dos Microdados do Censo de Educação Superior**. Brasília: Inep, 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Eurostat-OECD manual on business demography statistics**. Paris: OECD; Luxembourg: Eurostat, 2007. 99 p. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/ramon/statmanuals/files/KS-RA-07-010-EN.pdf>

SAUVAGE, J. **The Stringency of environmental regulations and trade in environmental goods**. Oecd Publishing: 2014. (OECD Trade and Environment Working Papers). <https://doi.org/10.1787/5jxrjn7xsnmq-en>

SUZIGAN, W. (Coord.). A dimensão regional das atividades de CT&I no estado de São Paulo. *In*: LANDI, F.R. **Indicadores de CT&I no estado de São Paulo 2004**. São Paulo: Fapesp, 2005. Disponível em: https://fapesp.br/indicadores2004/volume1/cap09_vol1.pdf

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE - UNECE. **Guidelines on the use of statistical business registers for business demography and entrepreneurship statistics**. Geneva: Unece, 2018. 150 p. Disponível em: <https://unece.org/DAM/stats/publications/2018/ECECESSTAT20185.pdf>

Anexo A – Lista completa de produtos do setor de energia por categoria energética

Categoria energética da IEA: Fontes de energia renováveis	
Código NCM	Descrição NCM
22071090	Outro álcool etílico não desnaturado
22071010	Álcool etílico não desnaturado, com um teor alcoólico, em volume, igual ou superior a 80 % vol, com um teor de água igual ou inferior a 1 % vol
Categoria energética da IEA: Eficiência energética	
Código NCM	Descrição NCM
84141000	Bombas de vácuo
84143011	Motocompressor hermético, capacidade menor que 4.700 frigorias/hora
84143019	Outros motocompressores herméticos para equipamentos frigoríficos
84143091	Compressor para equipamentos frigoríficos, capacidade menor ou igual a 16.000 frigorias/hora
84143099	Outros compressores para equipamentos frigoríficos
84144010	Compressor de ar, de deslocamento alternativo
84144020	Compressores de ar montados sobre chassis com rodas e rebocáveis - De parafuso
84144090	Compressores de ar montados sobre chassis com rodas e rebocáveis
84148011	Outros compressores de ar, estacionários, de pistão
84148012	Outros compressores de ar, de parafuso
84148013	Outros compressores de ar, de lóbulos paralelos (<i>roots</i>)
84148019	Outros compressores de ar
84148021	Turboalimentadores de ar, de peso inferior ou igual a 50 kg para motores das posições 84.07 ou 84.08 (motor a explosão/diesel), acionado pelos gases de escapamento dos mesmos
84148022	Turboalimentadores de ar, de peso superior a 50 kg para motores das posições 84.07 ou 84.08 (motor a explosão/diesel), acionados pelos gases de escapamento dos mesmos
84148029	Outros turbocompressores de ar
84148031	Outros compressores de gases, de pistão
84148032	Outros compressores de gases, de parafuso
84148033	Outros compressores de gases, centrífugos, de vazão máxima inferior a 22.000 m3/h
84148038	Outros compressores de gases, centrífugos
84148039	Outros compressores de gases
84148090	Outras bombas de ar/coifas aspirantes para extração/reciclagem
84149010	Partes de bombas de ar ou de vácuo
84149020	Partes de ventiladores ou coifas aspirantes
84149031	Pistões ou êmbolos, de compressores de ar/outros gases
84149032	Anéis de segmento, para compressores de ar ou outros gases
84149033	Blocos de cilindros/cabeçotes/cárteres, para compressores

84149034	Válvulas de compressores de ar/outros gases
84149039	Outras partes de compressores de ar/outros gases
84178010	Fornos industriais, não elétricos, para cerâmica
84178020	Fornos industriais, não elétricos, para fusão de vidro
84178090	Outros fornos industriais ou de laboratório, não elétricos
85141010	Fornos de resistência, industriais (aquecimento indireto)
85141090	Fornos de resistência, de laboratório (aquecimento indireto)
85142011	Fornos de indução, industriais
85142019	Fornos de indução, de laboratório
85142020	Fornos de perdas dielétricas, industriais/de laboratório
85143011	Fornos de resistência, industriais (aquecimento direto)
85143019	Fornos de resistência, de laboratório (aquecimento direto)
85143021	Fornos de arco voltaico, industriais
85143029	Fornos de arco voltaico, de laboratório
85143090	Outros fornos elétricos industriais ou de laboratório
73211900	Outros aparelhos para cozinhar e aquecedores de pratos, incluindo os aparelhos a combustíveis sólidos
84128000	Outros motores e máquinas motrizes
84129010	Partes de propulsores a reação
84129020	Partes de máquinas a vapor, de movimento retilíneo
84129080	Partes de motores hidráulicos pneumáticos de movimento retilíneo
84129090	Partes de outros motores e máquinas motrizes
84158110	Outros aparelhos de ar-condicionado, com dispositivo de refrigeração e válvula de inversão do ciclo térmico (bombas de calor reversíveis), com capacidade inferior ou igual a 30.000 frigorias/hora
84158190	Outros aparelhos de ar-condicionado, com dispositivo de refrigeração e válvula de inversão do ciclo térmico (bombas de calor reversíveis).
84186100	Bombas de calor, exceto as máquinas e aparelhos de ar-condicionado da posição 84.15
84186910	Máquinas para preparação de sorvetes, não domésticas
84186920	Resfriadores de leite
84199031	Placa corrugada, de aço inoxidável ou de alumínio, com superfície de troca térmica de área superior a 0,4 m ²
84199039	Outras placas de trocadores (permutadores) de calor
84199040	Partes de aparelhos/dispositivos para preparo de bebida quente, etc.
84199090	Outras partes de aparelhos/dispositivos para tratamento com modificação de temperatura
85044050	Conversores eletrônicos de frequência, para variação de velocidade de motores elétricos
85044060	Aparelhos eletrônicos de alimentação de energia dos tipos utilizados para iluminação de emergência
85044090	Outros conversores elétricos estáticos
85049010	Núcleos de pó ferromagnético
85049020	Partes de reatores para lâmpadas/tubos de descarga
85414011	Diodos emissores de luz (led) não montados, exceto laser
85414012	Diodos laser não montados
85414013	Fotodiodos não montados
85414014	Fototransistores não montados

85414015	Fototiristores não montados
85414021	Diodos emissores de luz (led) montados, exceto laser
85414022	Outros diodos emissores de luz (led) montados, exceto laser
85414023	Diodos laser com comprimento de onda de 1.300NM ou 1.500NM
85414024	Outros diodos laser
85414025	Fotodiodos, fototransistores e fototiristores montados
85414026	Fotorresistores montados
85414027	Acopladores ópticos montados
85414029	Outros dispositivos fotossensíveis semicondutores montados
85414031	Fotodiodos em módulos ou painéis
85049010	Núcleos de pó ferromagnético
85049020	Partes de reatores para lâmpadas/tubos de descarga
90328921	Controladores eletrônicos para sistema antibloqueio de freios, automático
90328922	Controladores eletrônicos para sistemas de suspensão, automáticos
90328923	Controladores eletrônicos para sistemas de transmissão, automáticos
90328924	Controladores eletrônicos para sistemas de ignição, automáticos
90328925	Controladores eletrônicos para sistemas de injeção, automáticos
90328929	Outros controladores eletrônicos automáticos para veículos automóveis
90328930	Equipamento digital automat.p/control de veic.ferrov.
90328981	Instrumentos e aparelhos automáticos para controle de pressão
90328982	Instrumentos e aparelhos automáticos para controle da temperatura
90328983	Instrumentos e aparelhos automáticos para controle da umidade
90328984	Instrumentos e aparelhos automáticos para controle de velocidade de motores
90328989	Outros instrumentos e aparelhos automático para controle de grandeza, não elétrico
90328990	Outros instrumentos e aparelhos automáticos, para regulação/control
54050000	Monofilamentos artificiais, de título >=67 decitex e cuja maior dimensão da seção transversal não seja superior a 1 mm; lâminas e formas semelhantes (palha artificial, por exemplo) de matérias têxteis artificiais, com largura aparente <= 5 mm
68061000	Lãs de escórias de altos-fornos, lãs de outras escórias, lâ de rocha e lãs minerais semelhantes, mesmo misturadas entre si, a granel, em folhas ou em rolos
68069090	Outras obras de matérias minerais para isolamento, calor, som etc.
68080000	Painéis, chapas, ladrilhos, blocos e semelhantes, de fibras vegetais, de palha ou de aparas, partículas, serragem ou de outros desperdícios de madeira, aglomerados com cimento, gesso ou outros aglutinantes minerais
70080000	Vídras isolantes de paredes múltiplas
70193100	Esteiras mats de fibras de vidro, não tecidos
70193900	Mantas, colchões, etc. de fibras de vidro, não tecidos
84195010	Trocadores (permutadores) de calor, de placas
84195021	Trocadores (permutadores) de calor, tubulares, metálicos
84195022	Trocadores (permutadores) de calor, tubulares, de grafite
84195029	Outros trocadores (permutadores) de calor, tubulares

84195090	Outros trocadores (permutadores) de calor
85393100	Lâmpadas/tubos descarga, fluorescente, de catodo quente
85392110	Outras lâmpadas e tubos de incandescência, exceto de raios ultravioleta ou infravermelhos, halógenos, de tungstênio, para uma tensão inferior ou igual a 15 V
85392190	Outras lâmpadas/tubos incandescentes halógenos, de tungstênio
94051010	Lâmpadas escaleticas
Categoria energética da IEA: Fontes de energias renováveis	
Código NCM	Descrição NCM
73218900	Outros aparelhos, incluindo os aparelhos a combustíveis sólidos
84068100	Outras turbinas a vapor, de potência maior que 40MW
84068200	Outras turbinas a vapor, de potência menor ou igual a 40MW
90289090	Partes e acessórios para contadores de gases/líquidos
84069011	Rotores de turbinas a reação, a vapor, de múltiplos estágios
84069019	Outros rotores de turbinas a vapor
84069021	Palhetas fixas (de estator) de turbinas a vapor
84069029	Outras palhetas de turbinas a vapor
84069090	Outras partes de turbinas a vapor
84118100	Outras turbinas a gás, de potência menor ou igual a 5.000KW
84118200	Outras turbinas a gás, de potência maior que 5.000KW
84119900	Partes de outras turbinas a gás
85372010	Subestações isoladas a gás ("gis" ou "his"), para tensão maior que 52KV
84841000	Juntas metaloplásticas
84101100	Turbinas e rodas hidráulicas, de potência menor ou igual a 1.000KW
84101200	Turbinas e rodas hidráulicas, de potência superior a 1.000 kW, mas não superior a 10.000 kW
84101300	Turbinas e rodas hidráulicas, de potência maior que 10.000KW
84109000	Partes de turbinas e rodas hidráulicas, incluindo reguladores
73082000	Torres e pórticos, de ferro fundido, ferro ou aço
84101100	Turbinas e rodas hidráulicas, de potência menor ou igual a 1.000KW
84101200	Turbinas e rodas hidráulicas, de potência superior a 1.000 kW, mas não superior a 10.000 kW
84101300	Turbinas e rodas hidráulicas, de potência maior que 10.000KW
84109000	Partes de turbinas e rodas hidráulicas, incluindo reguladores
84191910	Aquecedores solares de água
84191990	Outros aquecedores de água, não elétricos de aquecimento instantâneo, etc.
84199010	Partes de aquecedores de água, não elétricos, aquecimento instantâneo, etc.
84199020	Partes de colunas de destilação ou de retificação
85414016	Células solares não montadas
85414019	Outros dispositivos fotossensíveis semicondutores não montados
85414032	Células solares em módulos ou painéis
85414039	Outras células fotovoltaicas em módulos ou painéis

Categoria energética da IEA: Outras tecnologias elétricas e de armazenamento	
Código NCM	Descrição NCM
73089010	Chapas, barras, etc. para construções, de ferro fundido/ferro/aço
73089090	Outras construções e suas partes, de ferro fundido/ferro/aço
76109000	Construções/outras partes, chapas, barras, etc. de alumínio
85016100	Geradores de corrente alternada, potência menor ou igual a 75KVA
85016200	Geradores de corrente alternada, 75 kva < potência <= 375 kva
85016300	Geradores de corrente alternada, 375 kva < potência <= 750 kva
85016400	Geradores de corrente alternada, potência maior que 750KVA
85044010	Carregadores de acumuladores (conversores elétricos)
85044021	Retificadores de cristal (semicondutores) (conversores elétricos)
85044022	Retificador eletrolítico (conversor elétrico)
85044029	Outros retificadores (conversores elétricos)
85044030	Conversores elétricos de corrente contínua
85044040	Equipamento de alimentação ininterrupta de energia elétrica
85049030	Partes de transformadores das subposições 8504.21, 8504.22, 8504.23, 8504.33 ou 8504.34 (dielétricos líquidos ou de potência > 16 Kva
85049040	Partes de conversores elétricos estáticos
85049090	Outras partes de outros transformadores, conversores, etc.
85072010	Outros acumuladores elétricos de chumbo, peso menor ou igual a 1.000kg
85072090	Outros acumuladores elétricos de chumbo
85371030	Controladores de demanda de energia elétrica, para uma tensão não superior a 1.000 V
85371090	Outros quadros, etc, com aparelhos interruptores circuito elétrico, para uma tensão não superior a 1.000 V
85372090	Outros quadros, painéis, etc, com aparelho interruptor de circuito elétrico, para uma tensão superior a 1.000 V
90328911	Reguladores eletrônicos, de voltagem, automáticos
90328919	Outros reguladores de voltagem, automáticos
90283011	Contadores monofásicos, para corrente elétrica alternada, digitais
90283019	Outros contadores monofásicos, para corrente elétrica alternada
90283021	Contadores bifásicos de eletricidade, digitais
90283029	Outros contadores bifásicos de eletricidade
90283031	Contadores trifásicos de eletricidade, digitais
90283039	Outros contadores trifásicos de eletricidade
90283090	Outros contadores de eletricidade
90289010	Partes e acessórios para contadores de eletricidade

Fonte: Elaboração própria com base em (SAUVAGE, 2014).