

PLANO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA MINERAIS ESTRATÉGICOS

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



©Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC)

Presidente da República

Michel Temer

Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

Gilberto Kassab

Secretário-Executivo

Elton Santa Fé Zacarias

Secretário de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

Maximiliano Salvadori Martinhão

Secretário de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento

Alvaro Toubes Prata

Secretário de Telecomunicações

André Muller Borges

Secretário de Políticas Digitais

Thiago Camargo Lopes

Secretário de Radiodifusão

Moises Queiroz Moreira

Diretora de Políticas de Desenvolvimento e Inovação em Tecnologias Estruturantes

Adriana Regina Martin

Coordenador-Geral de Desenvolvimento e Inovação em Tecnologias Setoriais

Eduardo Soriano Lousada



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

**PLANO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
PARA MINERAIS ESTRATÉGICOS**

2018 - 2022

**BRASÍLIA
OUTUBRO/2018**

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação
Esplanada dos Ministérios, Bloco E, 3º andar. 70067-900, Brasília, DF, Brasil.
Telefone: (61) 2033-7800 / 2033-7817
setec@mctic.gov.br e cgts@mctic.gov.br
<http://www.mctic.gov.br/>

Todos os direitos reservados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC).

Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.

Foto Capa: Ricardo Teles/Vale.

Publicado em 2018

B823p Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação.

Plano de ciência, tecnologia e inovação para minerais estratégicos: 2018-2022/ Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. -- Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2018.

48 p.: il.

ISBN:

1. Minerais estratégicos. 2. Agrominerais. 3. Terras-raras. 4. Lítio. 5. Silício. 6. Minerais estratégicos – Desenvolvimento tecnológico. 7. Minerais estratégicos – Inovação. I. Título.

CDU 622.013

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. CONTEXTUALIZAÇÃO	7
3. OBJETIVO	17
4. DESAFIOS, METAS E AÇÕES.....	18
4.1. TERRAS RARAS	22
4.2. LÍTIO	23
4.3. SILÍCIO.....	25
4.4. AGROMINERAIS.....	26
5. ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO.....	28
5.1. FONTES DE FINANCIAMENTO	28
5.2. INSTRUMENTOS.....	31
5.3. PROGRAMAS E MECANISMOS.....	33
5.4. PROJETOS COOPERATIVOS E REDES DE PESQUISA	37
5.5. ARTICULAÇÃO COM PARCEIROS.....	38
5.6. INTEGRAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS.....	39
5.7. COOPERAÇÃO INTERNACIONAL	40
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	41
7. LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÔNIMOS.....	44

1. INTRODUÇÃO

O Plano de CT&I para Minerais Estratégicos 2018-2022 é um documento de orientação estratégica do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) para atuação na área temática priorizada referente aos minerais "*portadores de futuro*" (elementos terras-raras, lítio e silício) e aos minerais que apresentam déficit comercial (agrominerais) com relação à sua importância econômica e estratégica para o País, sendo parte integrante da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI 2016-2022).

A temática de minerais estratégicos na ENCTI 2016-2022 possui como objetivo estratégico "*fomentar a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação nas cadeias produtivas de minerais de importância estratégica, visando a agregação de valor, competitividade, redução da dependência externa e utilização dos recursos minerais brasileiros para a solução de desafios tecnológicos para problemas estruturais da economia nacional*". Ressalta-se que o carvão mineral não será tratado neste Plano por ser objeto de um Plano específico conforme previsto na ENCTI 2016-2022.

Dentre as estratégias associadas destacam-se:

- a. Elaboração de um "*Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Minerais Estratégicos*"; e,
- b. Fomentar a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação em minerais estratégicos visando à produção e a otimização de produtos finais baseados nesses elementos e seus subprodutos.

Neste contexto, o Plano de CT&I, para o período de 2018 a 2022, identifica os principais desafios tecnológicos para o desenvolvimento integral das cadeias produtivas, estabelece metas, ações e estratégias de implementação do Plano visando a sustentabilidade, a agregação de valor e o adensamento do conhecimento nas diversas etapas da indústria de mineração e transformação dos minerais estratégicos priorizados (da

geologia, mineração, transformação mineral até o uso competitivo, sustentável e eficiente). As ações de CT&I visam contribuir para equacionar e solucionar os desafios tecnológicos identificados, tendo como premissa tornar o País referência mundial em tecnologias para produção, uso e aplicações de minerais estratégicos para aplicação em produtos de alto conteúdo tecnológico.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil ocupa um lugar de destaque no setor mineral mundial, principalmente pela sua vasta extensão territorial, plataforma continental e zona econômica exclusiva, que apresentam ocorrências de diferentes territórios e formações geológicas com uma grande diversidade mineral, sendo que 23 são metálicas, 45 não metálicas e 4 energéticas.

O setor mineral (mineração e a transformação mineral) é um dos setores básicos da economia brasileira, respondendo atualmente por aproximadamente 4% do PIB nacional. O valor da produção mineral brasileira alcançou, em 2016, cerca de US\$ 27 bilhões e as exportações de bens minerais representaram 9,4% do total das exportações nacionais, totalizando um montante de US\$ 17,4 bilhões, reforçando a importância desse segmento para o País e para a sociedade (MME, 2017).

Algumas matérias-primas minerais são consideradas essenciais na medida em que servem de base para diversos segmentos industriais e possuem aplicações em tecnologias modernas. Diversos países como a Alemanha, a França, a Itália e os Estados Unidos têm se preocupado com o suprimento de minerais estratégicos (na maioria dos países são chamados de minerais críticos), incluindo o tema em suas políticas e planejamentos. Da mesma forma, no Brasil, o apoio ao desenvolvimento da cadeia produtiva de minerais estratégicos está presente nas prioridades do Governo Federal.

De acordo com o Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM 2030), o conceito de "*mineral estratégico*" está relacionado àquele recurso mineral escasso, essencial ou crítico

para um país, e no caso brasileiro, está associado a uma das três situações seguintes: (i) minerais de que o país depende e que importa em larga escala, tais como o potássio e o carvão metalúrgico, essenciais para setores vitais da economia brasileira; (ii) minerais cuja demanda é crescente e que deverá expandir ainda mais nas próximas décadas devido à sua aplicação em produtos de alta tecnologia, como terras-raras, lítio, silício, tântalo, cobalto, grafita, metais do grupo da platina, molibdênio, tálio, titânio, vanádio, entre outros, denominados minerais “*portadores do futuro*”; e (iii) minerais em que o Brasil apresenta vantagens comparativas naturais e liderança internacional em reservas e produção, tais como, os minérios de ferro e de nióbio (MME, 2011).

Dentre os minerais estratégicos, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) prioriza na ENCTI 2016-2022, o apoio à PD&I para agrominerais, carvão mineral, terras-raras, silício e lítio, para o período em questão, tendo em vista as vantagens competitivas que trazem para o país com o desenvolvimento de processos e produtos em cadeias produtivas de médio e alto valor agregado (MCTIC, 2016). Cabe destacar que embora seja citado como estratégico, o carvão mineral será objeto de um Plano específico conforme previsto na ENCTI 2016-2022. Além disso, este Plano promove ações para identificação e estudo de novos minerais estratégicos como o nióbio, cobalto, grafita, metais do grupo da platina, molibdênio, tálio, tântalo, titânio e vanádio.

Os elementos terras-raras correspondem a um conjunto de dezessete elementos químicos que compreendem os quinze lantanídeos acrescidos do escândio e do ítrio, que também são considerados elementos terras-raras (ETR) por apresentarem propriedades físicas e químicas semelhantes. As maiores reservas mundiais conhecidas de terras-raras estão apresentadas na Figura 1, destacando-se a China com 55 Mt, o Brasil com 22 Mt e a Austrália com 3,2 Mt (DNPM, 2016). No entanto, em curto prazo, as reservas brasileiras irão aumentar, tendo em vista o desenvolvimento de novos estudos de viabilidade econômica (CPRM, 2015).

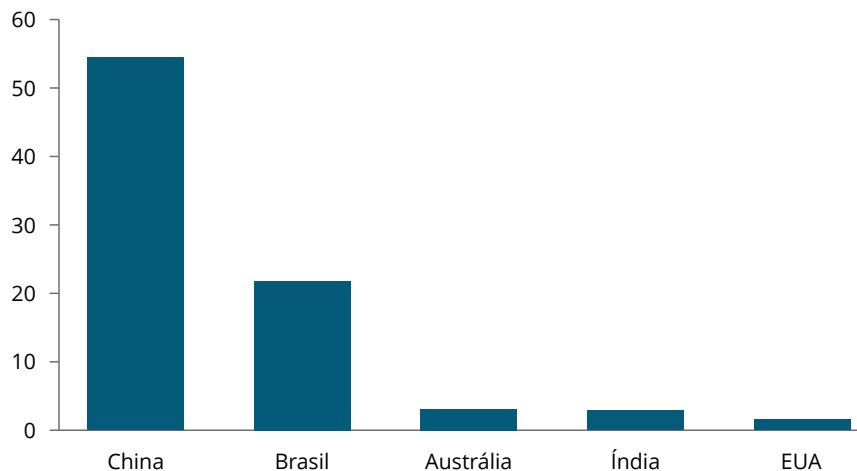


Figura 1: Distribuição das principais reservas conhecidas de terras-raras em milhões de toneladas (Mt) (adaptado de CPRM, 2015).

A demanda pelos ETR vem se intensificando devido ao uso diversificado em setores de alta tecnologia da indústria, não sendo conhecidos até o momento elementos substitutos que demonstrem o mesmo desempenho. As cadeias produtivas relacionadas a energias limpas e controle de emissões atmosféricas, por exemplo, são fortemente dependentes de terras-raras, insumos essenciais para a fabricação de ímãs permanentes para turbinas eólicas e para motores de veículos elétricos; baterias para dispositivos portáteis móveis, eletromobilidade e armazenamento químico de energia; semicondutores filmes-finos para energia solar fotovoltaica; e, substâncias fosforescentes para LED e *displays*.

Cabe mencionar que avanços significativos na retomada das pesquisas e da produção desses elementos no Brasil têm sido observados. O *Estudo de Usos e Aplicações de Terras-raras no Brasil 2012-2030*, desenvolvido em 2012 pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), que ainda reflete a realidade do contexto atual, aponta que importantes desafios precisam ser superados para o desenvolvimento integral da cadeia produtiva no País, especialmente no tocante às etapas de redução de óxidos, obtenção de ligas e aplicação

em produtos finais de alta tecnologia. Adicionalmente, nos estágios anteriores da cadeia como, por exemplo, nas operações de metalurgia extrativa, o Estudo identificou gargalos na passagem dos resultados da fase piloto para inovação, produção e comercialização em larga escala. Dessa forma, o Brasil poderá não somente ingressar no mercado internacional de *commodities* minerais, mas também fornecer produtos intermediários, semiacabados e acabados (CGEE, 2013).

Outro mineral estratégico muito demandado pelos setores de alta tecnologia é o lítio, insumo essencial para baterias de dispositivos portáteis móveis e para a eletromobilidade, cuja fabricação está crescendo de forma muito significativa. Segundo o *Mineral Commodity Summaries* (2016), a fabricação de baterias respondeu por 35% da demanda mundial por compostos de lítio em 2015. Nos últimos anos, o crescente uso de baterias recarregáveis em dispositivos portáteis, tais como *notebooks*, celulares, *tablets* e câmeras fotográficas, resultou no aumento anual de 3 a 5% da demanda. Cabe mencionar outras aplicações importantes do lítio, relacionadas principalmente à indústria cerâmica e vidros, produção de polímeros e ligas, fabricação de graxas, produção de alumínio, farmacologia, captura de CO₂ e energia nuclear.

As reservas minerais lavráveis de lítio no Brasil são da ordem de 48 mil toneladas de óxido de lítio contido, representando 0,33% das reservas mundiais (DNPM, 2017). No Brasil, no ano de 2015, foram produzidos concentrados de espodumênio com 308 t de Li₂O contido, que foram utilizados na produção de 529 t de compostos químicos, dentre hidróxido de lítio mono-hidratado e carbonato de lítio seco (DNPM, 2016).

Outro grupo de minerais estratégicos são os chamados agrominerais, que são os produtos da indústria extrativa mineral que fornecem os nutrientes e insumos para a indústria de fertilizantes ou para utilização direta na agricultura. Compreendem as *commodities* minerais de enxofre, fosfato, potássio e o calcário dolomítico utilizado como corretivo da acidez dos solos (CETEM, 2010).

A produtividade agrícola brasileira apresentou crescimento significativo de 1975 a 2016, fazendo com que o País ocupe posição de destaque no cenário mundial (GASQUES

et. al., 2018). Entretanto, de maneira geral, os solos brasileiros são pobres em nutrientes, necessitando de quantidades significativas de fertilizantes NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) para a manutenção da atividade agrícola. Adicionalmente, a produção interna de fertilizantes não é suficiente para atender a demanda, tornando o País dependente da importação de matérias-primas para a formulação desses insumos.

A Figura 2 mostra que a produção brasileira de fertilizantes em 2009, representava aproximadamente a metade do total consumido (43,29%), reduzindo-se a 23,7% em 2017, menos de 1/4 do total consumido. A dependência externa brasileira em 2017 foi de 88% de nitrogênio, 64% de fósforo e 95% de potássio (AMA BRASIL, 2018).

No contexto dos agrominerais, ganham relevância também as fontes minerais e técnicas de fertilização alternativas (rochagem), que visam à recomposição do perfil de nutrientes e condicionadores de solo por meio da aplicação direta do pó de rochas (re-mineralizadores) de ocorrência regional, técnica especialmente utilizada em pequenas e médias propriedades agrícolas.

As ações de apoio à PD&I em agrominerais devem levar em consideração a dependência externa desses insumos; o potencial de aproveitamento de resíduos e rejeitos da indústria minero-metalúrgica; o desenvolvimento de novas fontes de base mineral, de novas rotas tecnológicas de processos e produtos e de produtos mais eficientes nas condições de clima tropical e subtropical, bem como a necessidade de ampliar o conhecimento das várias ocorrências minerais e possíveis jazidas existentes no País que apresentam potencialidade para aplicação na agricultura e que não são viabilizadas pela falta de estudos de caracterização, desenvolvimento tecnológico de processos e produtos e de eficiência agrônômica.

Com relação ao silício, também considerado estratégico, é importante destacar que o Brasil concentra as maiores reservas mundiais de quartzo de alta qualidade e é líder na produção de quartzo primário. A qualidade das jazidas brasileiras é um dos fatores de competitividade das indústrias nacionais, que exportam grande parte da produção para abastecimento dos fabricantes de produtos acabados no exterior.

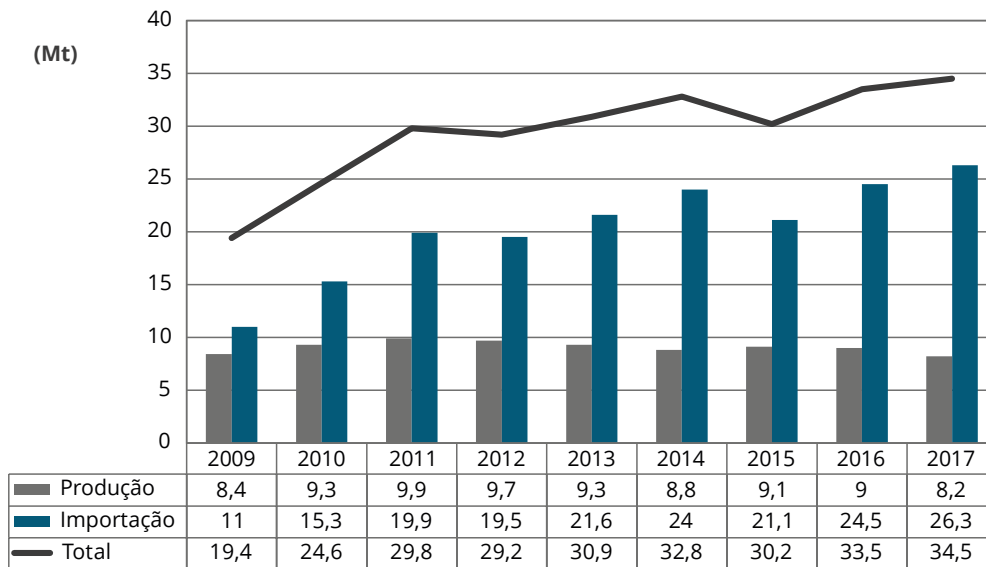


Figura 2: Evolução da produção brasileira e da importação de fertilizantes intermediários (ANDA, 2018).

Industrialmente, a produção de silício se dá na forma de silício metalúrgico ou na forma da liga ferro-silício. Os maiores produtores mundiais são, respectivamente, China, Rússia, Estados Unidos, Noruega, França e Brasil (Figura 3).

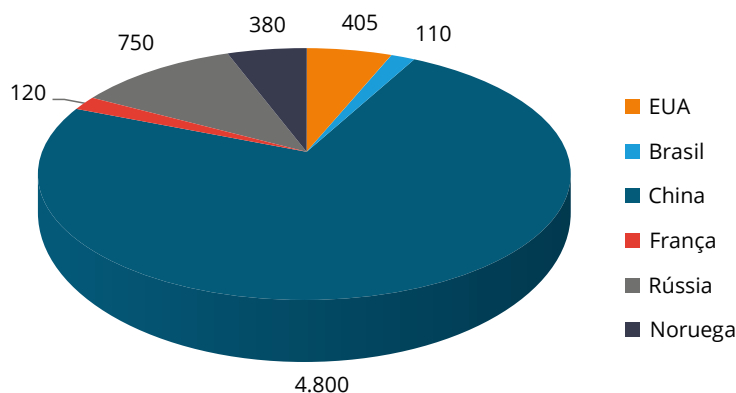


Figura 3: Principais produtores mundiais de silício em Mt (conteúdo de ferrosilício e silício metálico combinados) (USGS, 2018).

O silício é um elemento essencial para vários segmentos industriais. É usado na produção de ligas metálicas, de silicones e cerâmicas industriais e na produção de semicondutores (silício de grau eletrônico) e de células solares fotovoltaicas (silício de grau solar). Outros importantes usos do silício são como componente de vidros e cristais e fontes de laser.

Devido à ausência de capacitação tecnológica nas diversas etapas que envolvem a industrialização do silício, atualmente, o Brasil depende de produtos manufaturados do exterior, caracterizando-se como tradicional exportador de matéria prima e importador da maior parte dos produtos intensivos em tecnologia, chegando a importar lâminas de silício (*waffers*) com valorização de 600 vezes com relação ao valor do quartzo bruto (BNDES, 2014).

Há, portanto, a necessidade de se desenvolver o domínio tecnológico de todo o ciclo produtivo do quartzo para agregar valor à matéria prima mineral, solucionar a dependência externa de produtos industrializados que tornam os setores de telecomunicações e informática vulneráveis ao mercado externo e não perder a oportunidade de desempenhar importante papel no mercado internacional de energia solar fotovoltaica, por exemplo.

Com base no contexto apresentado, as atividades planejadas e coordenadas de PD&I em minerais estratégicos representam oportunidades para o desenvolvimento e para a redução da vulnerabilidade da indústria brasileira no cenário internacional. Esse patamar será alcançado por meio da exploração integral e sustentável dos recursos minerais por meio do desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e sustentáveis, gerando agregação de valor, inovação e ampliação do conteúdo tecnológico de produtos e processos.

Salienta-se, por fim, que esse Plano foi elaborado tendo como premissa básica o alinhamento com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Organização das Nações Unidas (ONU), dentre os quais destacam-se, na Tabela 1, os objetivos e metas associadas adequadas ao Brasil para os quais as áreas temáticas apresentam vinculação e podem contribuir para seu alcance (IPEA, 2018).

Tabela 1 - Objetivos e metas dos ODS/ONU adequadas ao Brasil nas temáticas deste Plano.

TERRAS RARAS, LÍTIO E SILÍCIO	
Objetivos	Metas (Brasil)
ODS 7 - Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos.	7.2 Até 2030, manter elevada a participação de energias renováveis na matriz energética nacional; 7.3 Até 2030, aumentar a taxa de melhoria da eficiência energética da economia brasileira; 7.a Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa.
ODS 8 - Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos.	8.2. Atingir níveis mais elevados de produtividade, por meio da diversificação e com agregação de valor, modernização tecnológica, inovação, gestão, e qualificação do trabalhador; com foco em setores intensivos em mão-de-obra.

TERRAS RARAS, LÍTI O E SILÍCIO	
Objetivos	Metas (Brasil)
ODS 9 - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.	<p>9.5 Fortalecer a pesquisa científica e melhorar as capacidades tecnológicas das empresas, incentivando a inovação, até 2030, visando aumentar o emprego do conhecimento científico e tecnológico nos desafios socioeconômicos nacionais e nas tecnologias socioambientalmente inclusivas, e aumentar a produtividade agregada da economia: a) aumentar para 3.000 o número de trabalhadores de pesquisa e desenvolvimento por milhão de habitantes; b) aumentar para 120.000 o número de técnicos e pesquisadores ocupados em PD&I nas empresas; e, c) aumentar para 2,00% os gastos público e privado em pesquisa e desenvolvimento em relação ao PIB.</p> <p>9.b Apoiar o desenvolvimento tecnológico, a pesquisa e a inovação nacionais, por meio de políticas públicas que assegurem um ambiente institucional e normativo favorável para, entre outras coisas, promover a diversificação industrial e a agregação de valor às commodities.</p>
ODS 12 - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.	12.5. Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.
ODS 17 - Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.	17.11. Aumentar significativamente as exportações dos países em desenvolvimento, em particular com o objetivo de duplicar a participação dos países de menor desenvolvimento relativo nas exportações globais até 2020.

TERRAS RARAS, LÍTIO E SILÍCIO	
Objetivos	Metas (Brasil)
AGROMINERAIS	
<p>ODS 2 - Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.</p>	<p>2.3. Até 2030, aumentar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente de mulheres, agricultores familiares, povos e comunidades tradicionais, visando tanto à produção de autoconsumo e garantia da reprodução social dessas populações quanto ao seu desenvolvimento socioeconômico, por meio do acesso seguro e equitativo: (i) à terra e aos territórios tradicionalmente ocupados; (ii) à assistência técnica e extensão rural, respeitando-se as práticas e saberes culturalmente transmitidos; (iii) a linhas de crédito específicas; (iv) aos mercados locais e institucionais, inclusive políticas de compra pública; (v) ao estímulo ao associativismo e cooperativismo; e, (vi) a oportunidades de agregação de valor e emprego não-agrícola.</p> <p>2.4. Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos, por meio de políticas de pesquisa, de assistência técnica e extensão rural, entre outras, visando implementar práticas agrícolas resilientes que aumentem a produção e a produtividade e, ao mesmo tempo, ajudem a proteger, recuperar e conservar os serviços ecossistêmicos, fortalecendo a capacidade de adaptação às mudanças do clima, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, melhorando progressivamente a qualidade da terra, do solo, da água e do ar.</p> <p>2.c. Adotar medidas para garantir o funcionamento adequado dos mercados de alimentos e seus derivados, facilitar o acesso oportuno à informação de mercado, promover o fortalecimento de políticas públicas de estoque e abastecimento, incluindo investimento em logística e distribuição, a fim de ajudar a limitar a volatilidade extrema dos preços dos alimentos e garantir, em nível nacional, a soberania alimentar e segurança alimentar e nutricional.</p>
<p>ODS 12 - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.</p>	<p>12.5. Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.</p>

Adicionalmente, as ações desse plano visam contribuir para a execução do Plano Plurianual (PPA 2016-2019), estando a temática de minerais estratégicos presente em 04 iniciativas específicas:

- a. *"Ampliação das ações de desenvolvimento tecnológico e inovação em minerais portadores de futuro"* (iniciativa 04UX, Objetivo 1056, Programa 2021, coordenação do MCTIC);
- b. *"Promover a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação em setores estratégicos, especialmente energia e biocombustíveis, mineral, agropecuária, complexo econômico-industrial da saúde, transporte, petróleo e gás e aeroespacial"* (iniciativa 06XJ, Objetivo 1057, Programa 2021, coordenação do MCTIC);
- c. *"Elaborar programa para o desenvolvimento integrado da cadeia produtiva de agrominerais"* (meta 043C, Objetivo 0044, Programa 2041, coordenação do MME); e,
- d. *"Realização de estudos de detalhamento das cadeias produtivas de agrominerais"* (iniciativas 04RF, Objetivo 0044, Programa 2041, coordenado do MME).

3. OBJETIVO

Este Plano de CT&I para Minerais Estratégicos tem como objetivo fomentar a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação nas cadeias produtivas de minerais de importância econômica estratégica, visando agregação de valor, competitividade, sustentabilidade, adensamento do conhecimento nas diversas etapas produtivas, redução da dependência externa e utilização dos recursos minerais brasileiros para a solução de desafios tecnológicos e problemas estruturais da economia nacional.

O Plano identifica os principais desafios tecnológicos nas cadeias produtivas de minerais estratégicos priorizados neste Plano, bem como propõe metas e ações de CT&I voltadas para superar os desafios identificados. As ações deste Plano envolvem as atividades desenvolvidas pelo MCTIC, suas agências, unidades de pesquisa, organizações sociais e empresas públicas, bem como outras instituições pertencentes ao Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

4. DESAFIOS, METAS E AÇÕES

Muitos são os desafios que precisam ser enfrentados para que a indústria mineral brasileira se torne mais competitiva e reduza a sua dependência externa relacionada a alguns insumos minerais, como é o caso dos minerais estratégicos aqui priorizados.

Para o aproveitamento eficiente dos recursos minerais em benefício da sociedade brasileira, necessita-se incentivar a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação para o setor mineral, levando-se em consideração os seguintes aspectos e abordagens gerais:

- a. Dotar o País, em longo prazo, de condições que o permita tornar-se de exportador de matérias-primas minerais em uma liderança mundial em desenvolvimento tecnológico e inovação e um dos principais exportadores de tecnologia para o setor mineral, de forma competitiva e sustentável.
- b. Estabelecer a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico, inovação e engenharia (PDI&E) como prioridade para aumentar a competitividade, produtividade e sustentabilidade das empresas de mineração e transformação mineral de forma que estas possam enfrentar um cenário econômico mundial adverso e contribuir para o desenvolvimento econômico, social e ambiental sustentável do País.

- c. Determinar como os principais desafios estratégicos da política setorial, tecnológica e industrial do país, a agregação de valor aos bens minerais e o adensamento tecnológico da cadeia produtiva do setor mineral, com o desenvolvimento da cadeia de fornecedores de bens e serviços para indústria da mineração e transformação mineral. Destaca-se que estes desafios devem ser enfrentados de forma a integrar todos os elos das cadeias produtivas de base mineral, desde a prospecção mineral e mineração (lavra e beneficiamento), até a transformação mineral.
- d. Investir no desenvolvimento de cada etapa destas cadeias produtivas, de forma competitiva e sustentável, por meio da realização de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica de processos e produtos que agreguem valor ao bem mineral, impulsionem o desenvolvimento da indústria e da cadeia de fornecedores de bens e serviços, promovendo o aumento do conteúdo local de seus processos e projetos de produção, maximizando a recuperação dos produtos e subprodutos e minimizando a geração de resíduos e o consumo de energia e água.

A identificação de desafios tecnológicos específicos para cada um dos minerais estratégicos priorizados por esse Plano de CT&I foi realizada com base nos seguintes estudos:

- a. *Relatório do Grupo de Trabalho Interministerial MME – MCT de Minerais Estratégicos (GTI-ME)*, instituído pela Portaria Interministerial nº 614/2010. Esse relatório traz uma série de recomendações específicas para minerais estratégicos.
- b. *“Usos e Aplicações de Terras-raras no Brasil: 2012-2030”*, publicado em 2013 pelo CGEE. O estudo compreendeu a construção de cenários prospectivos do mercado global de ETRs e a definição de um cenário de referência, que serviu como base para a construção do *roadmap* estratégico da cadeia produtiva de terras-raras no Brasil como um todo.

- c. *“Agrominerais para o Brasil”*, estudo realizado, em 2010, pelo Centro de Tecnologia Mineral (CETEM). Esse estudo mostra os resultados do Projeto *“Estudo Prospectivo Relativo aos Agrominerais e Seus Usos na Produção de Biocombustíveis Líquidos com Visão de Longo Prazo (2035)”*.
- d. *“A rota metalúrgica de produção de silício grau solar: uma oportunidade para a indústria brasileira?”*. Esse estudo foi realizado pelo BNDES, em 2014, e apresenta o contexto da indústria de geração de energia fotovoltaica no Brasil e no mundo e, em particular, da produção do silício cristalino em grau solar (SiGS) para produção de células fotovoltaicas.
- e. *“Lítio: Um Mineral Estratégico”*, estudo realizado pelo CETEM, em 2013, apresentando aspectos sobre custo de produção do lítio a partir de salmouras e de minérios no Brasil e um panorama internacional e as demandas de mercado para produtos que contêm lítio.

Cabe salientar que ainda não foram desenvolvidos estudos prospectivos que envolvam toda a cadeia do lítio e do silício, considerando desde a mineração até o desenvolvimento de produtos finais em suas mais diversas aplicações.

O **desafio** do setor mineral associado aos minerais estratégicos refere-se ao aprimoramento do ambiente de inovação e da gestão setorial.

As metas e ações de CT&I propostas para superar o desafio tecnológico da área de recursos minerais são descritas a seguir:

DESAFIO – Metas e Ações

Meta 1 – Fortalecer a gestão e a governança de políticas públicas de PD&I para o setor mineral

AÇÕES	
1	Elaborar Programa de PD&I para o desenvolvimento integral das cadeias produtivas dos minerais estratégicos priorizados.
2	Promover capacitação para instituições de pesquisa tecnológica possam ser credenciadas na EMBRAPAII para a realização de projetos de PD&I em cooperação com empresas.
3	Implantar Rede Temática de Recursos Minerais composta pelas Unidades de Pesquisa e Entidades Vinculadas do MCTIC para atender, de forma estruturada, as empresas da cadeia produtiva do setor mineral.
4	Promover a criação de uma base de dados contendo grupos e núcleos da Rede Temática de Recursos Minerais, com a identificação de suas competências, capacidades tecnológicas e tecnologias (com indicação do nível de TRL) com aplicabilidade específica na cadeia produtiva mineral.
5	Criar estrutura de governança e gestão para a coordenação e integração de planos, programas e ações de PD&I voltadas para o desenvolvimento integral das cadeias produtivas de minerais estratégicos.
6	Identificar minerais estratégicos a serem inseridos no Plano (por exemplo, nióbio, cobalto, grafita, metais do grupo da platina, molibdênio, tálio, tântalo, titânio e vanádio), ligas, materiais (como o grafeno) e demais produtos intermediários e finais.

Meta 2 – Aprimorar o arcabouço legal e os instrumentos e mecanismos de fomento e financiamento de PD&I para o setor mineral

AÇÕES	
1	Promover novas edições do edital do Programa Inova Mineral.
2	Introduzir a temática de minerais estratégicos em outros programas da família Inova.
3	Introduzir a temática de minerais estratégicos em chamadas estratégicas e/ou projetos junto a agências reguladoras da área de energia, petróleo & gás e telecomunicações.
4	Ampliar os recursos destinados a PD&I para o setor mineral, por meio da previsão de obrigatoriedade de investimentos em PD&I pelas empresas permissionárias e concessionárias de médio e grande porte no ambiente regulado do setor mineral.
5	Articular a formulação de programa de PD&I para o desenvolvimento e melhoria da competitividade e sustentabilidade de micro e pequenas empresas (MPE) e cooperativas de mineração e transformação mineral.

4.1. TERRAS RARAS

Diversas ações têm sido empreendidas no sentido de apoiar o desenvolvimento integral da cadeia produtiva de terras-raras no Brasil. Cabe mencionar que avanços significativos na retomada das pesquisas e da produção desses elementos no País têm sido observados. Entretanto, embora existam ações em andamento, outras ações de PD&I também podem ser consideradas fundamentais para o apoio à implantação integral da cadeia produtiva desses elementos no Brasil.

Para tanto, o principal **desafio tecnológico** é o desenvolvimento e domínio de tecnologias e inovações que possibilitem, a partir de concentrados de minérios de elementos terras-raras do Brasil, produzir óxidos, metais e ligas para serem utilizados em produtos de alta tecnologia, propiciando a implantação e desenvolvimento integral da cadeia produtiva de terras-raras no Brasil.

A metas e ações de CT&I propostas para superar o desafio tecnológico da área de terras-raras são descritas a seguir:

DESAFIO – Meta e Ações

Meta 1 – Desenvolver tecnologias e inovações para produção e aplicação de elementos terras-raras em produtos de alta tecnologia

AÇÕES	
1	Apoiar projetos de PD&I relacionados a materiais de referência, processos para produção, uso, aplicação em produtos de alta tecnologia, mineração urbana, avaliação do ciclo de vida e ao desenvolvimento da economia circular de elementos terras-raras.
2	Ampliar a composição e atuação de INCT dedicado ao processamento e aplicações de ímãs de terras-raras para indústria de alta tecnologia.
3	Promover projetos de PD&I para o desenvolvimento e fabricação de ímãs de terras-raras em escala piloto e industrial.
4	Ampliar o apoio aos projetos no âmbito da cooperação Brasil-Alemanha que promovam a fabricação de produtos de alta tecnologia a partir de concentrados de terras-raras nacionais.
5	Criar Grupo de Trabalho para planejamento, coordenação, integração, acompanhamento e avaliação das ações, projetos e atividades em PD&I para o desenvolvimento integral da cadeia produtiva de ETR.

4.2. LÍTIO

O lítio é um elemento que possui diversas aplicações estratégicas, principalmente do ponto de vista energético. A previsão de aumento da demanda por carbonato de lítio e hidróxido de lítio no mercado internacional, tendo em vista a sua crescente aplicação na fabricação de baterias para produtos eletrônicos e para veículos elétricos e híbridos, bem como a sua utilização em acumuladores de energia para fontes de energia intermitentes

como a solar e a eólica, leva à necessidade do surgimento de novos *players* no mercado mundial. Para que o Brasil possa aproveitar esta oportunidade, o principal **desafio tecnológico** é o desenvolvimento e domínio de tecnologias que permitam a identificação de reservas de minerais de lítio no País e a produção de concentrados, compostos e metais de lítio, com pureza adequada para fabricação de produtos de alta tecnologia, impulsionando a implantação e o desenvolvimento integral da cadeia produtiva do lítio no Brasil.

As meta e ações de CT&I propostas para superar o desafio tecnológico do lítio são descritas a seguir:

DESAFIO – Meta e Ações

Meta 1 – Desenvolver tecnologias e inovações para produção e aplicação de lítio em produtos de alta tecnologia

Ações	
1	Apoiar projetos de PD&I para produção, uso e aplicação de lítio em produtos de alta tecnologia, incluindo a mineração urbana, a avaliação do ciclo de vida e o desenvolvimento de sua economia circular.
2	Apoiar a criação e implantação de Rede de PD&I de ICT e empresas para produção, uso e aplicação de lítio em produtos de alta tecnologia, incluindo a mineração urbana, a avaliação do ciclo de vida e o desenvolvimento de sua economia circular.
3	Apoiar a capacitação da infraestrutura analítica de laboratórios para atuação em lítio, visando compor a Rede de Ensaios e Análises Minerais.
4	Apoiar projetos cooperativos (ICT/empresas/cooperativas) visando à agregação de valor no desenvolvimento de produtos de alta tecnologia baseados em lítio.
5	Elaborar <i>roadmap</i> tecnológico para desenvolvimento integral da cadeia produtiva de lítio, incluindo aplicações como mobilidade, energias renováveis, manufatura avançada, TIC e economia circular.

4.3. SILÍCIO

O silício é um elemento indispensável para vários segmentos industriais, como por exemplo, aqueles relacionados à produção de componentes e circuitos eletrônicos, células fotovoltaicas, ligas metálicas e cerâmicas industriais. A previsão de expansão da demanda, especialmente relacionada aos componentes e circuitos eletrônicos e às células fotovoltaicas, torna a cadeia produtiva do silício estratégica para o País.

Além disso, a busca de uma matriz energética mais limpa e renovável associada à necessidade de redução de emissões de CO₂ são fatores que fortalecem a necessidade de avanço na cadeia produtiva desse bem mineral.

Em alinhamento com o objetivo desse Plano para minerais estratégicos, o principal desafio tecnológico para o desenvolvimento integral da cadeia produtiva de silício no País é o desenvolvimento e domínio de tecnologias e inovações que permitam a identificação de reservas de minerais de silício no País e a produção de concentrados, compostos e metais de silício, com pureza grau solar e química, para serem utilizados em produtos de alta tecnologia, que propiciem a implantação e desenvolvimento integral da cadeia produtiva de silício no Brasil.

A meta e ações de CT&I propostas para superar o desafio tecnológico do silício são descritas a seguir:

DESAFIO – Metas e Ações

Meta 1 – Desenvolver tecnologias e inovações para produção e aplicação de silício em produtos de alta tecnologia

AÇÕES	
1	Desenvolver projetos de PD&I que envolvam todas as etapas da cadeia produtiva do silício, abrangendo a mineração urbana, a avaliação do ciclo de vida e o desenvolvimento de sua economia circular.
2	Apoiar à capacitação da infraestrutura analítica de laboratórios para atuação em silício visando compor a Rede de Ensaios e Análises Minerais.
3	Apoiar projetos cooperativos (ICT/empresas/cooperativas) visando à agregação de valor no desenvolvimento de produtos de alta tecnologia baseados em silício.
4	Elaborar <i>roadmap</i> tecnológico para desenvolvimento integral da cadeia produtiva de silício, incluindo energias renováveis, manufatura avançada, TIC e economia circular.

4.4. AGROMINERAIS

O forte dinamismo do setor agrícola brasileiro, com crescentes taxas de produção, associado à carência de matérias-primas minerais para a produção de fertilizantes NPK, faz com que o segmento de fertilizantes contribua fortemente para o déficit comercial da indústria química nacional. Dessa forma, avalia-se como principal **desafio tecnológico** de agrominerais a identificação e caracterização de novas fontes minerais e o desenvolvimento de novas rotas tecnológicas para produção e uso eficiente de nutrientes e insumos (agrominerais) que deve propiciar o fundamento científico e tecnológico necessário e urgente para o desenvolvimento da cadeia produtiva de agrominerais no País. Inclui ainda

no desafio, a contribuição efetiva para a redução das importações e para a redução de custos de nutrientes e insumos necessário para a agricultura brasileira.

A metas e ações de CT&I propostas para superar o desafio tecnológico dos agrominerais são descritas a seguir:

DESAFIO – Meta e Ações

Meta 1 – Desenvolver tecnologia e inovação para a produção e o uso eficiente, sustentável e competitivo de novas fontes e rotas tecnológicas de nutrientes e insumos para a agricultura brasileira

Ações	
1	Desenvolver projetos de PD&I de novas fontes minerais, produção de materiais de referência, rotas tecnológicas alternativas, produção e uso eficiente de fertilizantes, corretivos e remineralizadores de solo.
2	Apoiar projetos de PD&I que envolvam o aproveitamento de resíduos da indústria minero-metalúrgica como fonte de nutrientes regionais para fertilização de solos agrícolas.
3	Apoiar a criação e implantação de Rede de PD&I para identificação de novas fontes minerais, rotas tecnológicas alternativas, produção e uso eficiente de fertilizantes, corretivos e remineralizadores de solo.
4	Apoiar à capacitação da infraestrutura analítica de laboratórios para atuação em agrominerais/ remineralizadores de solo visando compor a Rede de Ensaios e Análises Minerais.
5	Promover a realização de projetos cooperativos (ICT/empresas/cooperativas) para novas fontes minerais e rotas tecnológicas alternativas, produção e uso eficiente de fertilizantes, corretivos e remineralizadores de solo.
6	Elaborar <i>roadmap</i> tecnológico para desenvolvimento integral da cadeia produtiva dos remineralizadores de solo no Brasil.

5. ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO

As ações do Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Minerais Estratégicos 2018-2022 serão articuladas pelo MCTIC, por meio da Coordenação-Geral de Desenvolvimento e Inovação em Tecnologias Setoriais (CGTS), ligada ao Departamento de Políticas de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação de Tecnologias Estruturantes (DETEC), da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC).

As ações de CT&I identificadas neste Plano foram estabelecidas com o apoio da sociedade, após a realização da Consulta Pública SETEC/MCTIC nº 01/2018, e refletem as prioridades de investimentos na área de minerais estratégicos. Contudo, a efetiva implementação dessas ações dependerá da disponibilidade orçamentária do MCTIC, suas agências, unidades de pesquisa e instituições pertencentes do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

Dentre as principais estratégias de implementação das ações de CT&I deste Plano, destacam-se: (i) fontes de financiamento; (ii) instrumentos; (iii) programas e mecanismos; (iv) projetos cooperativos e redes de pesquisa; (v) articulação com parceiros; (vi) integração de políticas públicas; e (vii) cooperação internacional.

5.1. FONTES DE FINANCIAMENTO

Segundo a ENCTI 2016-2022, sob a perspectiva dos Órgãos de Governo, é possível identificar quatro tipos de fontes: (i) orçamentos da administração direta federal; (ii) recursos de agências de fomento e bancos de desenvolvimento federais e regionais; (iii) orçamentos das unidades da federação; e (iv) recursos geridos pelas agências reguladoras.

Os orçamentos ministeriais com maiores dispêndios em ciência, tecnologia e inovação relacionados com os Minerais Estratégicos são: Ministério da Educação (MEC), Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), Ministério de Minas e Energia

(MME), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Ministério da Defesa (MD). A execução orçamentária desses dispêndios ocorre, principalmente, por meio das Agências de Fomento, que podem contar com dotações próprias, receber aportes da Administração Direta ou realizar projetos com recursos da iniciativa privada. Em termos estaduais, destacam-se os recursos provenientes das Fundações de Amparo à Pesquisa (FAP) que tem fundamental papel no fomento regional, atuando inclusive nas ações descentralizadas de agências de fomento federais. A aplicabilidade dos recursos na área de minerais estratégicos depende das prioridades atribuídas pelo Estado à temática. Os recursos da cláusula de PD&I conferem papel de destaque para a atuação das agências reguladoras (ANEEL, ANP e ANATEL) seja na definição de diretrizes para alocação dos recursos, seja na crescente participação na operação direta dos apoios financeiros realizados por agência de fomento.

É fundamental que seja articulado com as agências reguladoras a criação de chamadas estratégicas e projetos estruturantes no sentido de promover o desenvolvimento de materiais e produtos intermediários de terras raras, lítio e silício para uso em diversos produtos de alta tecnologia nas cadeias produtivas de energia elétrica, petróleo e gás, biocombustíveis, telecomunicações, catalisadores para craqueamento, motores elétricos, geradores eólicos, veículos elétricos, baterias, corantes, LED, *displays*, *lasers*, células fotovoltaicas, etc..

Cabe citar que parte dos recursos disponíveis para pesquisa, desenvolvimento e inovação estão dispostos sob a forma de fundos. Nesse sentido, apresentam-se na Tabela 2 os fundos mais relevantes para o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

Tabela 2 - Fundos relevantes para o SNCTI

FUNDO	GOVERNANÇA	FONTE	INSTRUMENTOS	APLICAÇÃO
Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT)	MCTIC	Arrecadação em diferentes setores econômicos - fundos setoriais	Subvenção, Empréstimos e Fomento	Apoiar atividades de inovação e pesquisa em empresas e ICT nas modalidades de financiamento reembolsável, não-reembolsável e investimento podendo ser implementado de forma direta ou descentralizada.
Fundo Tecnológico (FUNTEC)	BNDES	Reversão dos lucros anuais do BNDES	Fomento	Projetos de pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico e inovação executados por ICT, selecionados de acordo com os focos de atuação divulgados anualmente pelo BNDES
Fundo Amazônia	BNDES	Doações de investidores externos e empresas	Fomento	Ações de prevenção, monitoramento e combate ao desmatamento, e de promoção da conservação e do uso sustentável da Amazônia Legal.

Em relação aos Fundos Setoriais cabe destaque no financiamento dos minerais estratégicos o de Energia (CT-ENERG), de Petróleo e Gás Natural (CT-PETRO), de Recursos Minerais (CT-MINERAL) e do Agronegócio (CT-AGRO), além de Fundos Transversais no

âmbito do FNDCT. Já o FUNTEC tem sido importante para o setor mineral adotando nos últimos anos, por exemplo, as seguintes linhas de apoio: (i) desenvolvimento de processos de produção de ligas, compostos e materiais de alto desempenho; e (ii) desenvolvimento tecnológico de produtos e aplicações inovadoras baseadas nas propriedades específicas dos elementos relacionados.

Outra forma de apoio são os bancos de desenvolvimento regionais ou estaduais que promovem ações de fomento e financiamento ao desenvolvimento tecnológico e inovação, tais como o Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG), Banco de Desenvolvimento da Região Sul (BRDE) e o Banco do Nordeste (BNB). Merece destaque o Fundo de Desenvolvimento Econômico, Científico, Tecnológico e de Inovação (FUNDECI) do BNB que promove ações de subvenção às empresas da Região Nordeste, norte do Espírito Santo e norte de Minas Gerais.

Além dos recursos públicos, há oportunidades de captação de investimentos de outras fontes, como aqueles advindos de agências, organismos e programas internacionais de fomento e cooperações internacionais, como o *Horizon 2020*, os Diálogos Setoriais e o *European Union Raw Materials Initiative* – ERA-MIN (União Europeia); *Newton Fund* e *Prosperity Fund* (Reino Unido); editais *Client* do Ministério da Educação e Pesquisa (BMBF da Alemanha), entre outros.

5.2. INSTRUMENTOS

A alocação e a aplicação dos recursos do SNCTI ocorrem por meio de diversos instrumentos que possuem formatos e executores com características adequadas aos resultados delineados pelo planejamento do setor. A depender do instrumento, podem ser implementados por agências de fomento, instituições e outros entes privados sendo destinatários dos benefícios os pesquisadores, ICT, empresas ou arranjos que combinem ICT e empresas. Os instrumentos são diversificados, de modo a atender toda a cadeia de inovação, conforme listado a seguir:

- Concessão de Bolsas;
- Concessão de Auxílios à Pesquisa e à Infraestrutura;
- Subvenção Econômica;
- Empréstimos;
- Renda Variável;
- Uso do poder de compra do Estado;
- Encomenda Tecnológica;
- Incentivos Fiscais;
- Bônus Tecnológico;
- Títulos Financeiros incentivados ou não;
- Participação Societária;
- Fundos de Investimento;
- Fundos de Participação;
- Cláusula de PD&I de Agências Reguladoras; e
- Previsão de investimentos em pesquisa e desenvolvimento em contratos de concessão de serviços públicos ou regulações setoriais.

Em relação aos incentivos fiscais aplicáveis aos minerais estratégicos, cabe destaque à Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005), ao Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores – PADIS (Decreto nº 6.233/2007), à Lei de Informática (Lei nº 8.248/1991) e à Lei de fomento à Base Industrial de Defesa (Lei nº 12.598/2012).

Ressalte-se que foi criada a Agência Nacional de Mineração (ANM), pela Lei nº 13.575/2017, mas que não há cláusula de investimentos em PD&I para as empresas permissionárias e concessionárias da cadeia produtiva mineral. Assim, apenas os recursos da ANP, ANEEL e ANATEL estariam disponíveis para atividades de PD&I na área de minerais estratégicos.

Mais informações sobre a forma de aplicação e uso desses instrumentos são encontrados nas seguintes fontes: (i) Lei de 13.243/2016 que dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação; (ii) Decreto nº 9.283/2018 que regulamenta o Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação; (iii) documento MCTIC – Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação; (iv) ENCTI 2016-2022 (MCTIC, 2016); e (v) Documento MEI Tools – Ferramentas para promover a inovação nas empresas.

5.3. PROGRAMAS E MECANISMOS

O MCTIC possui um conjunto de programas e mecanismos, operacionalizados principalmente pela Finep e CNPq, para apoio ao desenvolvimento tecnológico e inovação.

O apoio da FINEP abrange todas as etapas e dimensões do ciclo de desenvolvimento científico e tecnológico, apoiando também a incubação de empresas de base tecnológica, a implantação e a manutenção de parques tecnológicos, a estruturação e consolidação dos processos de pesquisa e o desenvolvimento de mercados. Opera seus programas por meio de apoio financeiro reembolsável e não reembolsável, crédito e de investimento.

O CNPq tem como principais atribuições fomentar a pesquisa científica e tecnológica e incentivar a formação de pesquisadores brasileiros, e dessa forma atua na capacitação e na formação de recursos humanos, na pesquisa básica, no desenvolvimento tecnológico e inovação e na disseminação de conhecimento. Promove também a implementação de projetos, programas e Redes de PD&I, diretamente ou em parceria com os Estados. Investe também em ações de divulgação científica e tecnológica com apoio financeiro à editoração e à publicação de periódicos, à promoção de eventos científicos e à participação de estudantes e pesquisadores nos principais eventos.

No âmbito do MCTIC, cabe destaque os seguintes programas e mecanismos, que contribuem com a execução do Plano:

Programa Nacional de Apoio à Geração de Empreendimentos Inovadores - Programa Centelha: instituído pela Portaria MCTIC nº 4.082/18, que possui o objetivo de estimular, orientar e promover a geração de empresas de base tecnológica de alto crescimento no País. O programa atua por meio da concessão de recursos de subvenção econômica, bolsas e capacitação para incentivar empreendedores a transformar novas ideias em startups inovadoras. É executado de forma descentralizada pelos Estados (via FAP), com o apoio técnico e financeiro do MCTIC.

Programa Nacional de Apoio às Incubadoras de Empresas e Parques Tecnológicos (PNI): concede apoio ao planejamento, criação e consolidação de ambientes inovadores, incluindo incubadoras e aceleradoras de empresas, parques e polos tecnológicos. Embora não conceda apoio direto às *startups*, as incubadoras apoiadas pelo programa oferecem suporte aos empreendedores para que eles possam desenvolver ideias inovadoras e transformá-las em empreendimentos de sucesso.

Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC): operado pela FINEP, o SIBRATEC é um instrumento de articulação e aproximação da comunidade científica e tecnológica com as empresas. As entidades integrantes do SIBRATEC estão organizadas em três tipos de redes: Redes de Centros de Inovação, Redes de Serviços Tecnológicos e Redes de Extensão Tecnológica, que atendem diversas áreas tecnológicas. Mais informações estão disponíveis em: <https://sibratec.mctic.gov.br/sibratec/>.

Programa SibratecShop: rede de laboratórios abertos que visa facilitar o acesso de novos empreendedores a equipamentos, softwares e centros de aprendizagem. É operacionalizado por meio de parceria entre o MCTIC, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e algumas ICT. Seu público-alvo é composto por empreendedores individuais, empresas nascentes, empresas incubadas, startups e investidores. Mais informações estão disponíveis em: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/inovacao/paginas/ambientes_de_inovacao/laboratorios_abertos.html.

Plataforma ITEC: é uma plataforma aberta (*on line*) de negócios tecnológicos que promove o encontro de empresas que apresentam desafios e demandas tecnológicas e organizações que têm as soluções para esses desafios. Trata-se de um ambiente de colaboração, parcerias e negócios para acelerar o desenvolvimento tecnológico de forma prática, assertiva e confiável. Os usuários da plataforma são empresas, pequenas, médias e grandes, empresas incubadas, *startups*, parques tecnológicos e ICT. A plataforma pode ser acessada por meio do seguinte endereço eletrônico: <http://plataformaitec.com.br>.

Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT): é um sistema de informação tecnológica gratuito em que especialistas de diversas áreas orientam e respondem dúvidas técnicas de micro, pequenas e médias empresas e de pessoas físicas. O sistema pode ser acessado por meio do seguinte endereço eletrônico: www.respostatecnica.org.br e <http://sbrt.ibict.br/>.

Programa Inova: programa FINEP/BNDES implementado por meio de editais e englobam diferentes modalidades de apoio, com integração de instrumentos, tais como: crédito, subvenção econômica e recursos não reembolsáveis para projetos em parceria entre ICT e empresas e investimento em empresas de forma direta ou por meio de fundos. Os principais programas da família Inova que alinham-se com este Plano são: Aeronáutica, Defesa, Energia, Agricultura, Petróleo e Gás Natural e Mineral. Especificamente, o INOVA MINERAL, que foi lançado em 2016, engloba todas etapas da cadeia produtiva dos recursos minerais e eleva o patamar de recursos de fomento e financeiros disponibilizados pelas chamadas públicas de PD&I para a casa de bilhão de reais, priorizando as seguintes linhas, que se coadunam com as necessidades deste Plano:

- Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias e Produtos com Foco em Minerais Estratégicos “Portadores de Futuro”: Cobalto, Grafita, Lítio, Metais do Grupo da Platina, Molibdênio, Nióbio, Silício (Grau Solar), Tálho, Tântalo, Terras Raras, Titânio e Vanádio;
- Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias e Produtos com Foco em Minerais Estratégicos com Elevado Déficit Comercial: Fosfato e Potássio;

- Pesquisa, Desenvolvimento, Aprimoramento e Escalonamento de Tecnologias de Mineração;
- Tecnologias e Processos para Redução e Mitigação de Riscos e Impactos Ambientais; e
- Desenvolvimento e Produção Pioneira de Máquinas, Equipamentos, Softwares e Sistemas para a Mineração e Transformação Mineral.

Mais informações estão disponíveis em: www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/programas-inova/o-que-e-o-programa-inova.

Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII): atua por meio da cooperação com instituições de pesquisa científica e tecnológica, públicas ou privadas, tendo como foco as demandas empresariais e como alvo o compartilhamento de risco na fase pré-competitiva da inovação. As seguintes temáticas das unidades credenciadas EMBRAPII alinham-se com o Plano: energia, tecnologias submarinas, materiais, telecomunicações, metalurgia, eletrônica e manufatura avançada, garantindo alto nível de atendimento nessas áreas tecnológicas. Mais informações estão disponíveis em: <https://www.embrapii.org.br/empresas/>.

Além dos promovidos pelo MCTIC, o Brasil dispõe atualmente de um amplo conjunto de programas e mecanismos de apoio ao desenvolvimento tecnológico e à inovação implementados por diferentes órgãos e entidades, inclusive privadas, pertencentes ao SNCTI.

A Confederação Nacional da Indústria (CNI), por meio da Mobilização Empresarial da Inovação (MEI), publica periodicamente um guia atualizado de instrumentos de apoio à inovação (MEI *Tools*), e que pode ser acessado no seguinte endereço eletrônico: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/6/mei-tools-ferramentas-para-promover-a-inovacao-nas-empresas/>.

O Instituto Euvaldo Lodi (IEL) publicou estudo sobre “*O Estado da Inovação no Brasil*” que contém informações específicas sobre os principais programas e mecanismos de apoio à inovação voltados para pequenas e médias empresas e empreendedorismo

estando disponível no seguinte endereço: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2017/1/o-estado-da-inovacao-no-brasil-mei-2016-2017/>.

A Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI) desenvolveu “*O Guia Prático de Apoio à Inovação*”, que oferece um amplo espectro de programas e mecanismos para promoção da Inovação. O guia pode ser consultado no seguinte endereço: <http://proinova.org.br/>.

5.4. PROJETOS COOPERATIVOS E REDES DE PESQUISA

As ações previstas neste Plano deverão ser implementadas, prioritariamente, por meio do desenvolvimento de projetos cooperativos e de redes de PD&I de forma a garantir a convergência de esforços e otimização de recursos públicos.

Assim é essencial a construção de parcerias para cooperação entre instituições científicas e tecnológicas, centros tecnológicos e empresas ligadas às cadeias produtivas de minerais estratégicos, dentre as quais se podem citar as unidades e centros de pesquisa vinculados ao MCTIC, as unidades credenciadas EMBRAPA, Centros de Inovação e Tecnológicos do SENAI, os Institutos de Pesquisa, as Universidades Federais/Estaduais e instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Rede Federal), vinculada ao Ministério da Educação (MEC).

Nesse sentido, são imprescindíveis a consolidação e a utilização de estruturas de pesquisas existentes apoiadas, por exemplo, pelo Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), dentre os quais destacam-se os que estão vinculados à área de recursos minerais tais como o INCT para Processamento e Aplicações de Ímãs de Terras-Raras para Indústria de Alta Tecnologia (INCT-PATRIA), INCT para Estudos Tectônicos (INCT-ET), INCT de Geofísica do Petróleo (INCT-GP), INCT de Óleo e Gás (INCT-INOG), INCT de Técnicas Analíticas Aplicadas à Exploração de Petróleo e Gás (INCT-PETROTEC), INCT de Geociências

da Amazônia (INCT-GECIAM) e INCT em Recursos Minerais, Água e Biodiversidade (INCT-ACQUA).

Será necessário estabelecer uma rede de competência no âmbito do MCTIC, abrangendo os seus institutos e unidades de pesquisa, que possam realizar projetos de PD&I e prestar serviços tecnológicos para o setor de minerais estratégicos englobando o CETEM, INT, CTI, CDTN, IEN, IPEN, CBPF, CETENE, CNPEN e CGEE.

Cabe, ainda, destacar o papel da implantação e da consolidação de laboratórios nacionais e multiusuários. Esses laboratórios apresentam como principais vantagens a otimização de recursos e a disponibilização de equipamentos especializados e de alto custo, bem como a disponibilização de serviços especializados com funcionamento contínuo durante todo o ano. Na área de minerais estratégicos e suas aplicações destacam-se o Laboratório Fábrica de Ímãs de Terras-Raras (LABFAB), o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) e o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL).

Além disso, será necessária a utilização de algumas estruturas dispostas sob a forma de rede para execução das ações do Plano tais como o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia (SisNANO) e as Redes Temáticas da Petrobras.

Deve-se, sempre que necessário, promover programas estruturados de capacitação e formação de recursos humanos especializados, inclusive eventos, abrangendo os atores da tríplice hélice, utilizando principalmente programas existentes ou que possam ser customizados no âmbito da CAPES, CNPq, FAP, entre outras instituições.

5.5. ARTICULAÇÃO COM PARCEIROS

O Plano prevê ações que deverão ser realizadas e coordenadas, prioritariamente, pelo MCTIC, suas agências e institutos e unidades de pesquisa. Devido à complexidade de várias ações necessárias para alavancar a área de minerais estratégicos, o Plano demandará articulações com muitos atores que compõem não apenas o Sistema Nacional

de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI), como também outros agentes integrantes da tríplice hélice, cuja participação ativa nas ações será elemento essencial para alcançar os objetivos planejados.

Portanto, é imprescindível que sejam realizadas ações integradas com parceiros para a realização de estudos e prospecções, eventos, programas e investimentos. Para tanto, é necessário a harmonização, a sincronização e a parceria entre as atividades realizadas pelo MCTIC com as demais instituições governamentais (federais e estaduais), representações patronais e de trabalhadores das cadeias produtivas, cooperativas, Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT), parques tecnológicos, entre outras.

5.6. INTEGRAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Para a efetiva implementação das políticas públicas para o desenvolvimento integral da cadeia produtiva de minerais estratégicos, é necessário que este Plano além das ações de incentivo à ciência, tecnologia e inovação, seja contemplado no planejamento e formulação das políticas públicas setoriais (mineral, energia e petróleo & gás) e industrial destinando ações e recursos orçamentários nas áreas de suas competências, que contribuam para o desenvolvimento integral das cadeias produtivas dos minerais priorizados neste Plano.

Nesse sentido, é necessário a integração entre políticas e planos governamentais, principalmente aqueles que possuem aderência setorial, tais como: Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM 2030); Plano Nacional de Energia (PNE); Plano Decenal de Expansão de Energia 2026 (PDE 2026); Estratégia Nacional de Defesa (END); Plano de Articulação e Equipamento de Defesa (PAED); Programa de Estímulo à Competitividade da Cadeia Produtiva, ao Desenvolvimento e ao Aprimoramento de Fornecedores do Setor de Petróleo e Gás Natural (PEDEFOR); e Plano de Agricultura de Baixo Carbono.

Adicionalmente, a integração deste Plano com outras ações no âmbito do ENCTI 2016-2022, tais como os Planos de CT&I que versam sobre Carvão Mineral, Manufatura

Avançada, Tecnologias Convergentes e Habilitadoras, Petróleo e Gás Natural, Energias Renováveis e Biocombustíveis, Energia Nuclear, Aeroespacial e Defesa seria imperativo.

5.7. COOPERAÇÃO INTERNACIONAL

No âmbito dos projetos de PD&I é relevante que o Plano esteja alinhado com as tendências tecnológicas e industriais internacionais e, dessa forma, é importante o estabelecimento de cooperação internacional, de forma seletiva e de longo prazo, identificando países/blocos associados às temáticas específicas, principalmente ligadas aos gargalos tecnológico.

Deve-se expandir as atuais cooperações e ações internacionais com Alemanha e com a União Europeia, bem como identificar outros países e blocos para expandir a cooperação na área de minerais estratégicos como Canadá, Estados Unidos, Reino Unido, França, Itália, Japão, Coreia, China, entre outros.

É imprescindível estabelecer e/ou consolidar atos internacionais (como por exemplo, MoU) específicos com tais países/blocos contendo abordagens de PD&I para conferir maior efetividade e celeridade nos processos de cooperação, bem como facilitar o acesso a fundos e mecanismos de cooperação internacionais. Isso deve ser feito, principalmente, com os países e blocos em que as relações de cooperação sejam incipientes.

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALMEIDA, Marcelo Esteves *et al.* **Diretrizes para avaliação dos minerais estratégicos: fosfato, potássio, terras raras e lítio.** Brasília: CPRM, 2015.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS INOVADORAS – ANPEI e MCTIC. **Guia Prático de Apoio à Inovação – Instrumentos de Apoio à Inovação.** Brasília, 2013. 154 p. Disponível em: <http://proinova.org.br/guia-pratico.html>. Acesso em: 15 out. 2018

ASSOCIAÇÃO DOS MISTURADORES DE ADUBOS DO BRASIL - AMA BRASIL. **Produção e Importação de Fertilizantes.** São Paulo, 2017 Disponível em: <http://amabrasil.agr.br/web/portfolio-item/producao-e-importacao-de-fertilizantes/>. Acesso em: 22 fev. 2018.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA. **Principais indicadores do Setor de Fertilizantes.** São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.anda.org.br/index.php?mpg=03.01.00&ver=por.>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

BRAGA, P. F. A.; FRANÇA, S.C.A. **Lítio: Um mineral estratégico.** Série Estudos e Documentos. CETEM/MCTI. Rio de Janeiro: 2013. 43p.

CARVALHO, Paulo S. L., MESQUITA, Pedro. P. D. M., ROCIO, Marco. A. M. **A rota metalúrgica de produção de silício grau solar: uma oportunidade para a indústria brasileira?** BNDES Setorial 40. 2014. Rio de Janeiro: 2014. p. 205-233. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bibliotecadigital/>. Acesso em: 04 set.2018

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Usos e aplicações de Terras Raras no Brasil: 2012-2030.** Brasília: CGEE, 2013. Disponível em: www.cgee.org.br/estudoscgee. Acesso em: 21 fev.2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **MEI TOOLS - Ferramentas para promover a inovação nas empresas.** Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi. – Brasília: CNI, 2017. 222 p. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/6/mei-tools-ferramentas-para-promover-a-inovacao-nas-empresas/>. Acesso em: 15 out. 2018

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **O Estado da Inovação no Brasil: MEI (2016-2017) - Financiamento à inovação.** Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi – Brasília: CNI, 2016. 50 p. Disponível em: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/64/68/646886b9-c78b-4b85-8b98-e0efac256f80/financiamento_a_inovacao.pdf. Acesso em: 15 out. 2018

FERNANDES, Francisco R. C.; LUZ, Adão B. da; CASTILHOS, Zuleica C. **Agrominerais para o Brasil.** Rio de Janeiro: CETEM, 2010. 380 p.

GASQUES, José G.; BACCHI, Mirian. R.P.; BASTOS, Eliana T. **Crescimento e Produtividade da Agricultura Brasileira de 1975 a 2016.** Brasília: Carta de Conjuntura N°38, Nota Técnica IV, IPEA, 2018. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8326/1/cc38_nt_crescimento_e_producao_da_agricultura_brasileira_1975_a_2016.pdf. Acesso em: 04 set. 2018

IBRAM. **Uma Visão Comentada sobre Minerais Estratégicos e Terras Raras.** Disponível em: http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=241625. Acesso em: 04 set. 2018.

IPEA (Brasil). **ODS – Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável Proposta de adequação.** Brasília: 2018. 502p.

MCTIC (Brasil). **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022 (ENCTI 2016-2022).** Brasília: MCTIC, 2016. 121 p.

MCTIC (Brasil). **Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação**. Brasília: MCTIC, 2018. 80 p. Disponível em: http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/arquivos/ASCOM_PUBLICACOES/marco_legal_de_cti.pdf. Acesso em: 15 out. 2018

MME (Brasil). **Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030)**. Brasília: MME, 2011. 180p. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1732821/Book_PNM_2030_2.pdf. Acesso em: 23 fev. 2018.

MME (Brasil). **Sinopse da Mineração e Transformação Mineral - 2017 base 2016**. 2018. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1732837/C%C3%B3pia+de+SINOPSE+2017.pdf/89c4f7f5-c1e5-4172-bcb8-bcf15f2bdd40>. Acesso em: 22 fev.2018.

MME E MCT (Brasil). Grupo de Trabalho Interministerial MME – MCT de Minerais Estratégicos [GTI-ME]. **Relatório Final**. Brasília, 2010. Disponível em: <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/21142>. Acesso em: 18 set. 2018.

PAES, V.J.C. *et al.* **Avaliação do potencial do lítio no Brasil: área do Médio Rio Jequitinhonha, Nordeste de Minas Gerais: texto explicativo e mapas**. Informe de Recursos Minerais/Série Minerais Estratégicos, nº 03. CPRM: 2016. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/CPRM-lanca-estudo-sobre-o-potencial-do-litio-no-Brasil-4540.html>. Acesso em: 04 set. 2018.

7. LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÔNIMOS

ABM - Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração

AMA BRASIL - Associação dos Misturadores de Adubo do Brasil

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANM – Agência Nacional de Mineração

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

ANPEI - Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras

BDMG - Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais

BID – Base Industrial de Defesa

BMBF - Ministério da Educação e Pesquisa

BNB - Banco do Nordeste do Brasil

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BRDE - Banco de Desenvolvimento da Região Sul

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CBG – Congresso Brasileiro de Geologia

CBPF - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

CDTN - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear

CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral

CETENE – Centro de Tecnologia do Nordeste

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CGTS – Coordenação-Geral de Desenvolvimento e Inovação em Tecnologias Setoriais

CNI – Confederação Nacional da Indústria

CNPEM - Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CT&I – Ciência, Tecnologia e Inovação

CT-AGRO – Fundo Setorial do Agronegócio

CT-ENERG – Fundo Setorial de Energia

CTI – Centro de Tecnologia de Informação Renato Archer

CT-MINERAL – Fundo Setorial Mineral

CT-PETRO – Fundo Setorial de Petróleo e Gás Natural

DETEC – Departamento de Políticas de Desenvolvimento e Inovação de Tecnologias Estruturantes

DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMBRAPII – Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial

ENCTI 2016-2022 – Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022

END - Estratégia Nacional de Defesa (END)

ERA-MIN – *European Union Raw Materials Initiative*

ETR – Elementos Terras-Raras

FAP – Fundação de Amparo à Pesquisa

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos

FNDCT - Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FUNDECI - Fundo de Desenvolvimento Econômico, Científico, Tecnológico e de Inovação

FUNTEC - Fundo Tecnológico do BNDES

GTI-ME - Grupo de Trabalho Interministerial MME – MCT de Minerais Estratégicos

ICT – Instituições de Ciência e Tecnologia

IEL - Instituto Euvaldo Lodi

IEN - Instituto de Engenharia Nuclear

INCT - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia

INCT PATRIA – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Processamento e Aplicações de Ímãs de Terras-Raras para Indústria de Alta Tecnologia

INCT-ACQUA - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Recursos Minerais, Água e Biodiversidade

INCT-ET - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Estudos Tectônicos

INCT-GECIAM - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Geociências da Amazônia

INCT-GP - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Geofísica do Petróleo

INCT-INOG - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Óleo e Gás

INCT-PETROTEC - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Técnicas Analíticas Aplicadas à Exploração de Petróleo e Gás

INOVAMIN - Seminário sobre Inovação em Geologia, Mineração e Transformação Mineral

INT - Instituto Nacional de Tecnologia

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

LABFAB – Laboratório Fábrica de Ímãs de Terras-Raras

LED – Diodo Emissor de Luz

LNLS - Laboratório Nacional de Luz Síncroton

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

MD - Ministério da Defesa

MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

MEC - Ministério da Educação

MEI – Mobilização Empresarial para a Inovação

MME – Ministério de Minas e Energia

MoU – Memorandum of Understanding

MS - Ministério da Saúde

NPK – Nitrogênio, Fósforo e Potássio

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PADIS - Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores

PAED- Plano de Articulação e Equipamento de Defesa

PD&I – Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

PDE 2026 - Plano Decenal de Expansão de Energia 2026

PDI&E - Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico, Inovação e Engenharia

PEDEFOR - Programa de Estímulo à Competitividade da Cadeia Produtiva, ao Desenvolvimento e ao Aprimoramento de Fornecedores do Setor de Petróleo e Gás Natural
PIB – Produto Interno Bruto²⁶

PNE 2030 – Plano Nacional de Energia 2030

PNI - Programa Nacional de Incubadoras e Parques Tecnológicos

PNM 2030 – Plano Nacional de Mineração 2030

PPA – Plano Plurianual

REDE FEDERAL - Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica

REGINA - *Rare Earth Global Industry and New Application*

SBRT - Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SETEC - Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

SGB – Serviço Geológico do Brasil

SIBRATEC - Sistema Brasileiro de Tecnologia

SiGS – Silício Cristalino em Grau Solar

SIMEXMIN - Simpósio Brasileiro de Exploração Mineral

SisNANO - Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia

SNCTI - Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

TRL - *Technology Readiness Levels*

Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Minerais Estratégicos 2018-2022

COORDENAÇÃO DA FORMULAÇÃO: Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

Maximiliano Salvadori Martinhão

Secretário de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

Adriana Regina Martin

Diretora de Políticas de Desenvolvimento e Inovação de Tecnologias Estruturantes

Eduardo Soriano Lousada

Coordenador-Geral de Desenvolvimento e Inovação em Tecnologias Setoriais

Rafael Silva Menezes

Coordenador de Inovação em Tecnologias Setoriais

EQUIPE TÉCNICA DE ELABORAÇÃO DO PLANO

Cristina Ferreira Correia da Silva

Analista em Ciência e Tecnologia

Elzivir Azevedo Guerra

Analista em Ciência e Tecnologia

Tássia de Melo Arraes

Analista em Ciência e Tecnologia

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**

