



**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

**Presidente da República**

Michel Temer

**Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações**

Gilberto Kassab

**Secretário-Executivo**

Elton Santa Fé Zacarias

**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 Desenvolvimento Tecnológico e Inovação**

Maximiliano Salvadori Martinhão

**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

**Coordenador de Desenvolvimento e Inovação em Tecnologias Setoriais**

Rafael Silva Menezes

**Grupo de Recursos Minerais**

Cristina Ferreira Correia Silva

Elzivir Azevedo Guerra

Tássia de Melo Arraes

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

Esplanada dos Ministérios, Bloco E, 3º andar, sala 387. 70067-900, Brasília, DF, Brasil.

Telefone: (61) 2033-7800

<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.

Impresso em 2018

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Distribuição das principais reservas conhecidas de terras-raras em milhões de toneladas (Mt) (Modificado de CPRM, 2015).	7
Figura 2 – Evolução da produção brasileira e da importação de fertilizantes intermediários (ANDA, 2018).	9
Figura 3 – Principais produtores mundiais de silício em Mt (conteúdo de ferrosilício e silício metálico combinados) (USGS, 2018).	9

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Objetivos e metas associadas dos ODS/ONU aos quais as áreas temáticas se alinham.	Página 10
Tabela 2 – Desafios e Iniciativas de Gestão Tecnológica, Fomento e Financiamento Tecnológico para o Setor Mineral.	14
Tabela 3 – Desafios Tecnológicos e Iniciativas para Terras-Raras.	15
Tabela 4 – Desafios Tecnológicos e Iniciativas para Lítio.	16
Tabela 5 – Desafios Tecnológicos e Iniciativas para Silício.	17
Tabela 6 – Desafios Tecnológicos e Iniciativas para Agrominerais	18

# SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>2. CONTEXTUALIZAÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>3. OBJETIVO</b>	<b>12</b>
<b>4. DESAFIOS TECNOLÓGICOS E INICIATIVAS</b>	<b>12</b>
<b>4.1 Desafios tecnológicos para terras-raras</b>	<b>15</b>
<b>4.2 Desafios tecnológicos para lítio</b>	<b>16</b>
<b>4.3 Desafios tecnológicos para silício</b>	<b>17</b>
<b>4.4 Desafios tecnológicos para agrominerais</b>	<b>18</b>
<b>5. ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO</b>	<b>19</b>
<b>5.1 Integração de fontes de financiamento</b>	<b>19</b>
<b>5.2 Projetos cooperativos e redes de pesquisa</b>	<b>20</b>
<b>5.3 Articulação com parceiros</b>	<b>20</b>
<b>5.4 Disseminação do conhecimento</b>	<b>20</b>
<b>5.5 Capacitação de gestores públicos</b>	<b>21</b>
<b>5.6 Integração de políticas públicas setoriais e industrial</b>	<b>21</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	<b>22</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÔNIMOS</b>	<b>24</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Plano de CT&I em Minerais Estratégicos 2018-2022 é um documento de orientação estratégica do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) para sua 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, nos próximos quatro anos, sendo parte integrante da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI 2016-2022) e das políticas e planos setorial e industrial do Governo Federal.

A temática de Minerais Estratégicos da 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:

- I. Elaboração de um “Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para Minerais Estratégicos”;
- II. Fomentar a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação em minerais estratégicos visando a produção de produtos finais baseados nesses elementos.

Neste contexto, o Plano de CT&I, para o período de 2018 e 2022, identifica os principais desafios tecnológicos para o desenvolvimento integral das cadeias produtivas, procura estabelecer iniciativas nos eixos temáticos referentes à PD&I, capacitação e formação de recursos humanos, capacitação laboratorial, projetos cooperativos, prospecção e divulgação científica e tecnológica, cooperação internacional e políticas e programas, que promovam a agregação de valor e o adensamento do conhecimento em todas as etapas da indústria de mineração e transformação dos minerais estratégicos priorizados. Essas iniciativas 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 em produtos de alto conteúdo tecnológico. Além disso, descreve de forma sucinta a gestão, acompanhamento e avaliação e a estratégia de implementação do presente Plano.

## 2. CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil ocupa um lugar de destaque no setor mineral mundial, principalmente pela sua vasta extensão territorial, plataforma continental e a zona econômica exclusiva. Além disso, é consequência dos diferentes territórios e formações geológicas que consolidam uma grande diversidade mineral sendo que 23 são metálicas, 45 não metálicas e 04 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 e 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 e tântalo, 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 sua Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022 - ENCTI 2016-2022, o apoio à PD&I para agrominerais, carvão mineral, terras-raras, silício e lítio, 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.

As 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 22Mt e a Austrália com 3,2Mt (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).

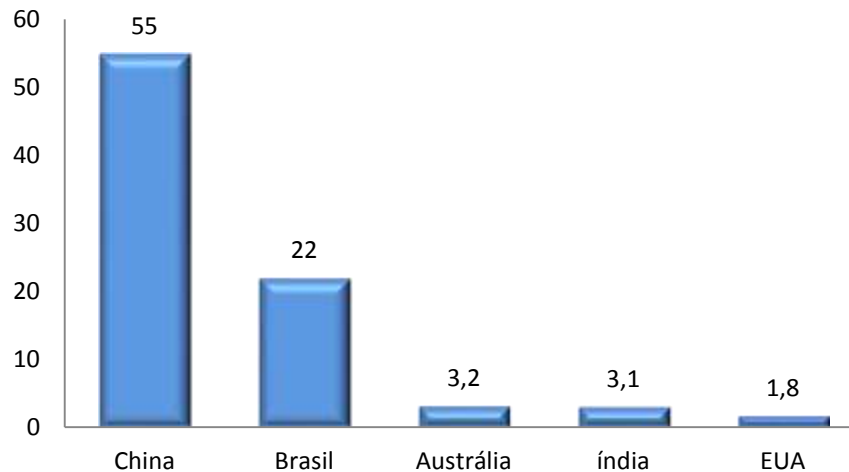


Figura 1 – Distribuição das principais reservas conhecidas de terras-raras em milhões de toneladas (Mt) (adaptado de CPRM, 2015).

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 fósforos para sistemas de iluminação de tecnologia 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, absorção de CO<sub>2</sub> 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 Li<sub>2</sub>O 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 elementos químicos 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 no país. 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 (remineralizadores) 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.

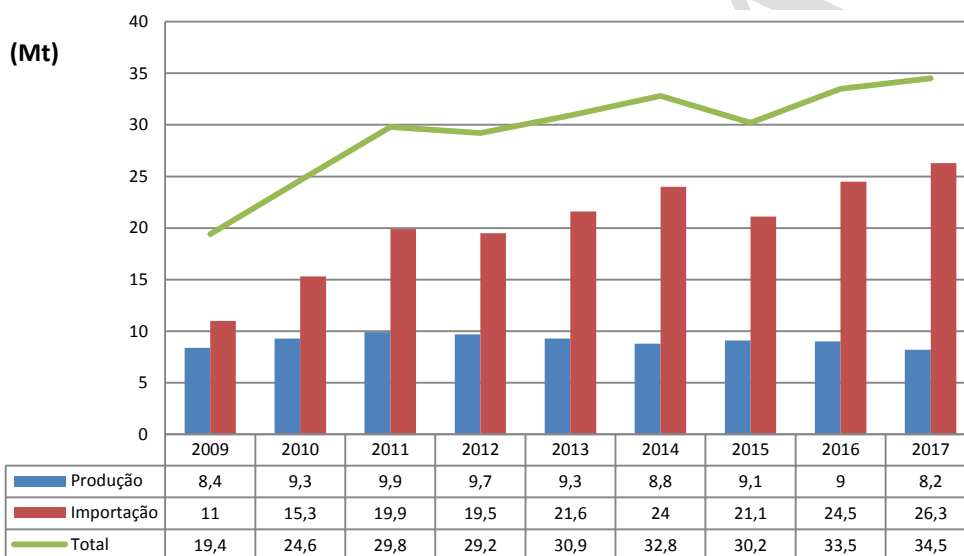


Figura 2 – Evolução da produção brasileira e da importação de fertilizantes intermediários (ANDA, 2018).

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, EUA, Noruega, França e Brasil (Figura 3).

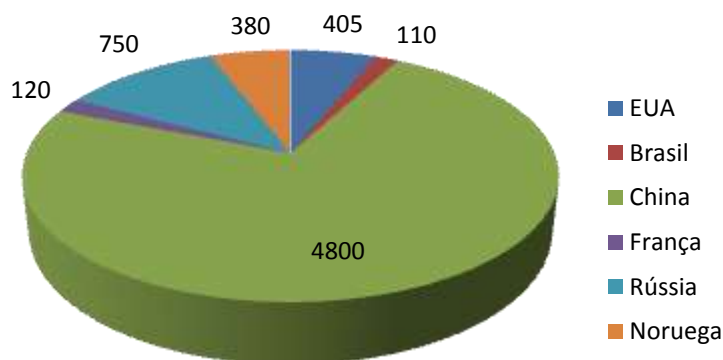


Figura 3 – Principais produtores mundiais de silício em Mt (conteúdo de ferrosilício e silício metálico combinados) (USGS, 2018).

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 no país 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.

Com base no contexto apresentado, as atividades planejadas e coordenadas de PD&I em minerais estratégicos representam oportunidades para o desenvolvimento do país 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, com 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 associadas adequadas ao Brasil dos ODS/ONU aos quais as áreas temáticas se alinham.

Temática	Objetivos	Metas (Brasil)
Terras-Raras, Lítio e Silício	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 sustentável, inclusivo e emprego pleno	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.

Temática	Objetivos	Metas (Brasil)
	e produtivo, e trabalho decente para todos.	
	ODS 9 - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação	<p><b>9.5</b> 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 P&amp;D nas empresas; e c) Aumentar para 2,00% os gastos público e privado em pesquisa e desenvolvimento em relação ao PIB.</p> <p><b>9.b</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.	<b>12.5.</b> 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.	<b>17.11.</b> 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.
Agrominerais	ODS 2 - Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.	<p><b>2.3.</b> 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><b>2.4.</b> 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><b>2.c.</b> 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>
	ODS 12 - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.	<b>12.5.</b> Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.

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

- i) “Ampliação das ações de desenvolvimento tecnológico e inovação em minerais portadores de futuro” (iniciativa 04UX, Objetivo 1056, Programa 2021, coordenado pelo MCTIC);
- ii) “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, coordenado pelo MCTIC),
- iii) “Elaborar programa para o desenvolvimento integrado da cadeia produtiva de agrominerais” (meta 043C, Objetivo 0044, Programa 2041, coordenado pelo MME), e
- iv) “Realização de estudos de detalhamento das cadeias produtivas de agrominerais” (iniciativas 04RF, Objetivo 0044, Programa 2041, coordenado pelo MME).

### **3. OBJETIVO**

Fornecer um planejamento para fomentar PD&I, formação de recursos humanos e capacitação laboratorial, visando o desenvolvimento integral das cadeias produtivas dos minerais estratégicos priorizados, focado na sustentabilidade, na agregação de valor e no adensamento do conhecimento para a ampliação do conteúdo tecnológico de produtos e processos e redução da dependência externa da indústria mineral brasileira.

### **4. DESAFIOS TECNOLÓGICOS E INICIATIVAS**

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:

- i) 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.
- ii) 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.

- iii) 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.
- iv) 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 cadeia de seus fornecedores de bens e serviços e promovam o aumento do conteúdo local de seus processos e projetos de produção.

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:

- Relatório do Grupo de Trabalho Interministerial MME – MCT de minerais estratégicos [GTI-ME], instituído pela Portaria Interministerial Nº 614 de 30 de junho de 2010. Esse relatório traz uma série de recomendações específicas para minerais estratégicos.
- “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 de pano de fundo para a construção do *roadmap* estratégico da cadeia produtiva de terras-raras (TRs) no Brasil como um todo.
- “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)”.
- “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.
- “Lítio: Um Mineral Estratégico”, estudo realizado pelo Centro de Tecnologia Mineral-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. A elaboração desses estudos está contemplada nos desafios nas iniciativas propostas nesse Plano de CT&I.

Em alinhamento com o objetivo desse Plano de CT&I para minerais estratégicos, os principais desafios tecnológicos relacionados à Gestão e ao Fomento e Financiamento estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Desafios e Iniciativas de Gestão Tecnológica, Fomento e Financiamento Tecnológico para o Setor Mineral.

<b>Desafios de Gestão Tecnológica</b>	
Aprimorar e Fortalecer a governança e a gestão políticas públicas de PD&I para o Setor Mineral.	
<b>Eixos Temáticos</b>	<b>Iniciativas</b>
<b>Gestão e Governança</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaborar Programa de PD&amp;I para o desenvolvimento integral das cadeias produtivas dos minerais estratégicos priorizados.</li> <li>2. Credenciar até 5 (cinco) instituições de pesquisa tecnológica na Embrapii para a realização de projetos de PD&amp;I em cooperação com empresas.</li> <li>3. Implantar 1 (uma) Rede de Temática de Recursos Minerais composta pelas Unidades de Pesquisa e Instituições do MCTIC para atender, de forma estruturada, as empresas da cadeia produtiva do setor mineral.</li> <li>4. Promover a criação de uma base de dados contendo a competência, capacidade tecnológica e tecnologias (com indicação do nível de TRL) da Rede Temática de Recursos Minerais que tem aplicabilidade específica na cadeia produtiva mineral.</li> <li>5. Ampliar a articulação entre governo, academia e setor empresarial para a elaboração de programas de longo prazo envolvendo ICT, universidades e empresas para a resolução de gargalos e desenvolvimento de produtos nacionais.</li> <li>6. Criar estrutura de governança e gestão para a coordenação e integração de planos, programas e ações de PD&amp;I voltadas para o desenvolvimento integral das cadeias produtivas de minerais estratégicos.</li> <li>7. Criar e Consolidar da Rede de Ensaios e Análises Minerais.</li> </ol>
<b>Desafios de Fomento e Financiamento Tecnológico</b>	
Aprimorar os arcabouço legal e instrumentos e mecanismos de fomento e financiamento de PD&I para o Setor Mineral.	
<b>Eixos Temáticos</b>	<b>Iniciativas</b>
<b>Fomento e Financiamento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Promover a edição de 2 (duas) rodadas do edital Inova Mineral.</li> <li>2. Promover recomposição e a garantia de estabilidade dos recursos do Fundo Setorial de Recursos Minerais (CT-Mineral) e dos recursos destinados ao CETEM previsto no marco da mineração, bem como a articulação para aplicação desses recursos.</li> <li>3. Ampliar os recursos destinados a PD&amp;I para o setor mineral por meio da previsão de obrigatoriedade de investimentos em P&amp;D pelas empresas permissionárias e concessionárias de médio e grande porte no ambiente regulado do setor mineral.</li> </ol>

#### 4.1 Desafios Tecnológicos para Terras-Raras

Diversas ações têm sido empreendidas no sentido de apoiar o desenvolvimento 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 iniciativas também podem ser consideradas fundamentais para o apoio à implantação integral da cadeia produtiva desses elementos no Brasil.

Dessa forma, em alinhamento com o objetivo desse Plano de CT&I para minerais estratégicos, o desafio e as iniciativas específicas para terras-raras estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Desafios Tecnológicos e Iniciativas para Terras-Raras.

<b>Desafio Tecnológico Específico</b>	
Dominar as tecnologias e promover a inovação para a mineração e transformação mineral na produção de óxidos, metais e ligas de terras-raras para aplicação em produtos de alta tecnologia.	
<b>Eixos Temáticos</b>	<b>Iniciativas</b>
<b>PD&amp;I</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apoiar até 15 (quinze) projetos PD&amp;I relacionados a materiais de referência, processos para produção, uso, aplicação em produtos de alta tecnologia e economia circular de elementos terras-raras.</li> <li>2. Ampliar a composição, atuação e os recursos do INCT PATRIA – Instituto Nacional de C&amp;T dedicado ao processamento e aplicações de ímãs de terras-raras para Indústria de Alta Tecnologia.</li> <li>3. Promover projetos de PD&amp;I em parceria com o Laboratório Fábrica de Ímãs de Terras-Raras (LabFab).</li> <li>4. Integrar as ações de PD&amp;I em Terras-Raras com programas governamentais e projetos nas áreas de mobilidade, energias renováveis, indústria 4.0 e tecnologias de informação e comunicação – TIC.</li> </ol>
<b>Capacitação Laboratorial</b>	5. Apoiar à capacitação da infraestrutura analítica de até 05 (cinco) laboratórios para atuação em terras-raras visando compor a Rede de Ensaios e Análises Minerais.
<b>Capacitação e Formação de Recursos Humanos</b>	6. Apoiar a formação e capacitação de recursos humanos por meio da concessão de até 40 (quarenta) bolsas de pesquisa no Brasil e exterior.
<b>Projetos Cooperativos</b>	7. Promover 5 (cinco) projetos cooperativos (ICT e empresas) em minerais estratégicos visando à agregação de valor para terras-raras.
<b>Prospecção e Divulgação Científica e Tecnológica</b>	8. Apoio à promoção de 02 (dois) eventos técnico-científicos na área de terras-raras.
<b>Cooperação Internacional</b>	9. Ampliar o apoio e os recursos destinados aos projetos no âmbito da cooperação Brasil-Alemanha, em especial o projeto <i>Rare Earth Global Industry and New Application</i> (REGINA).
<b>Políticas e Programas</b>	10. 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 Desafios Tecnológicos para 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. Trata-se, portanto, de uma oportunidade para impulsionar a produção nacional de lítio, desde a mineração até a sua aplicação em produtos de alta tecnologia.

Dessa forma, em alinhamento com o objetivo desse Plano de CT&I para minerais estratégicos, o desafio e as iniciativas específicas para o lítio estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4 – Desafios Tecnológicos e Iniciativas para Lítio.

<b>Desafio Tecnológico Específico</b>	
Dominar as tecnologias e promover a inovação na mineração, transformação mineral e produção de materiais e produtos derivados de lítio para aplicação em produtos de alta tecnologia.	
<b>Eixos Temáticos</b>	<b>Iniciativas</b>
<b>PD&amp;I</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apoiar até 10 (dez) projetos de PD&amp;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.</li> <li>2. Apoiar a Criação e implantação de uma Rede de PD&amp;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.</li> </ol>
<b>Capacitação Laboratorial</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Apoiar a capacitação da infraestrutura analítica de até 05 (cinco) laboratórios para atuação em lítio visando compor a Rede de Ensaios e Análises Minerais.</li> </ol>
<b>Capacitação e Formação de Recursos Humanos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Apoiar a formação e capacitação de recursos humanos por meio da concessão de até 30 (trinta) bolsas de pesquisa no Brasil e exterior.</li> </ol>
<b>Projetos Cooperativos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Apoiar até 2 (dois) projetos cooperativos (ICT e empresas) visando à agregação de valor no desenvolvimento de produtos de alta tecnologia baseados em lítio.</li> </ol>
<b>Prospecção e Divulgação Científica e Tecnológica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Apoio à promoção até 2 (dois) eventos técnico-científicos na área de lítio.</li> <li>7. Elaborar 1 (um) <i>roadmap</i> tecnológico para desenvolvimento integral da cadeia produtiva de lítio, incluindo mobilidade, energias renováveis, indústria 4.0, tecnologias de informação e comunicação - TIC e economia circular.</li> </ol>
<b>Cooperação Internacional</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Apoiar até 02 (dois) projetos de Cooperação Internacional na área de produção de compostos de alta pureza e de aplicação de lítio e seus derivados em produtos de alta tecnologia.</li> </ol>
<b>Políticas e Programas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Criar Colegiado para planejamento, coordenação, integração, acompanhamento e avaliação das ações, projetos e atividades em PD&amp;I para o desenvolvimento integral da cadeia produtiva de lítio.</li> <li>10. Integrar as ações de PD&amp;I em Lítio com programas e projetos governamentais nas áreas de mobilidade, energias renováveis, indústria 4.0, tecnologias de informação e comunicação – TIC e economia circular.</li> </ol>



### 4.3 Desafios Tecnológicos para 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 CO<sub>2</sub> são fatores que fortalecem a necessidade de avanço na cadeia produtiva desse bem mineral.

A seguir, em alinhamento com o objetivo desse Plano de CT&I para minerais estratégicos, é apresentado o desafio principal e as iniciativas específicas para silício (Tabela 5).

Tabela 5 – Desafios Tecnológicos e Iniciativas para Silício.

<b>Desafio Tecnológico Específico</b>	
Dominar as tecnologias e promover a inovação na mineração, transformação mineral e produção de materiais e produtos derivados de silício para aplicação em produtos de alta tecnologia.	
<b>Eixos Temáticos</b>	<b>Iniciativas</b>
<b>PD&amp;I</b>	1. Apoiar até 10 (dez) 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.
<b>Capacitação Laboratorial</b>	2. Apoiar à capacitação da infraestrutura analítica de até 05 (cinco) laboratórios para atuação em silício visando compor a Rede de Ensaio e Análises Minerais.
<b>Capacitação e Formação de Recursos Humanos</b>	3. Apoiar a formação de recursos humanos por meio da concessão de até 30 (trinta) bolsas de pesquisa no Brasil e exterior.
<b>Projetos Cooperativos</b>	4. Apoiar até 2 (dois) projetos cooperativos (ICT e empresas) visando à agregação de valor no desenvolvimento de produtos de alta tecnologia baseados em silício.
<b>Prospecção e Divulgação Científica e Tecnológica</b>	1. Elaborar 1 (um) <i>roadmap</i> tecnológico para desenvolvimento integral da cadeia produtiva de silício, incluindo energias renováveis, indústria 4.0, tecnologias de informação e comunicação - TIC e economia circular 2. Apoiar à promoção de até 2 (dois) eventos técnico-científicos na área de silício.
<b>Cooperação Internacional</b>	3. Apoiar até 02 (dois) projetos de Cooperação Internacional na área de produção de compostos de alta pureza e de aplicação de silício em produtos de alta tecnologia.
<b>Políticas e Programas</b>	4. Criar Colegiado para planejamento, coordenação, integração, acompanhamento e avaliação das ações, projetos e atividades em PD&I para o desenvolvimento integral da cadeia produtiva de silício. 5. Integrar as ações de PD&I em silício com programas governamentais e projetos nas áreas de energias renováveis, indústria 4.0 e tecnologias de informação e comunicação – TIC.

#### 4.4 Desafios Tecnológicos para 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, 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) tornam-se necessárias e urgentes para o País.

Considerando esse cenário e em alinhamento com o objetivo desse Plano de CT&I para minerais estratégicos, é apresentado na Tabela 6 o principal desafio e as iniciativas específicas para os agrominerais.

Tabela 6 – Desafios Tecnológicos e Iniciativas para Agrominerais.

<b>Desafio Tecnológico Específico</b>	
Desenvolver tecnologias e promover a inovação para identificação e caracterização de novas fontes minerais e rotas tecnológicas para produção e uso de nutrientes e insumos (agrominerais) para agricultura brasileira, de forma efetiva, competitiva e sustentável.	
<b>Eixos Temáticos</b>	<b>Iniciativas</b>
<b>PD&amp;I</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apoiar até 10 (dez) projetos de PD&amp;I de novas fontes minerais, produção de materiais de referência, rotas tecnológicas alternativas, produção e uso eficiente de fertilizantes, corretivos e remineralizadores de solo.</li> <li>2. Apoiar até 02 (dois) projetos de PD&amp;I que envolvam o aproveitamento de resíduos da indústria minero-metalúrgica como fonte de nutrientes regionais para fertilização de solos agrícolas.</li> <li>3. Apoiar a criação e implantação de uma Rede de PD&amp;I para identificação de novas fontes minerais, rotas tecnológicas alternativas, produção e uso eficiente de fertilizantes, corretivos e remineralizadores de solo.</li> </ol>
<b>Capacitação Laboratorial</b>	4. Apoiar à capacitação da infraestrutura analítica de até 05 (cinco) laboratórios para atuação em agrominerais/remineralizadores de solo visando compor a Rede de Ensaios e Análises Minerais.
<b>Capacitação e Formação de Recursos Humanos</b>	5. Apoiar a formação de recursos humanos por meio da concessão de até 40 (quarenta) bolsas de pesquisa no Brasil e exterior.
<b>Projetos Cooperativos</b>	6. Promover a realização de até 5 (cinco) projetos cooperativos (ICT e empresas) para novas fontes minerais e rotas tecnológicas alternativas, produção e uso eficiente de fertilizantes, corretivos e remineralizadores de solo.
<b>Prospecção e Divulgação Científica e Tecnológica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Elaborar 1 (um) <i>roadmap</i> tecnológico para desenvolvimento integral da cadeia produtiva dos remineralizadores de solo no Brasil.</li> <li>8. Apoiar a promoção de até 02 (dois) congressos técnico-científicos na temática agrominerais.</li> </ol>
<b>Cooperação Internacional</b>	9. Apoiar até 02 (dois) projetos de Cooperação Internacional em PD&I para novas fontes minerais, rotas tecnológicas alternativas, produção e uso eficiente de fertilizantes, corretivos e remineralizadores de solo.
<b>Políticas e Programas</b>	10. Fortalecer a atuação do Grupo de Trabalho de remineralizadores de solo em planejamento, coordenação, integração, acompanhamento e avaliação das ações, projetos e atividades em PD&I para o desenvolvimento integral da cadeia produtiva remineralizadores de solo.

## 5. ESTRATÉGIAS DE IMPLEMENTAÇÃO

As ações serão acompanhadas e avaliadas pela equipe técnica do MCTIC, em especial 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) do MCTIC e pelas instituições parceiras. Destaca-se que para o sucesso das atividades propostas deverá ser criado um comitê gestor para apoiar e harmonizar os trabalhos entre as instituições.

A integração deste Plano com as competências e programas no âmbito do MCTIC, como por exemplo, com o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia (SisNANO), com o Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC), EMBRAPII e com o Programa Nacional de Incubadoras e Parques Tecnológicos (PNI) será importante para que as empresas agilizem os seus investimentos em PD&I.

As principais estratégias de implementação ocorrerão por meio de ações descritas a seguir.

### 5.1 Integração de Fontes de Financiamento

Serão desenvolvidas ações que busquem a otimização de recursos por meio da integração de fontes de financiamento e do desenvolvimento de projetos cooperativos com recursos provenientes de fundos setoriais (como o CT-Mineral, o CT-Energ e o CT-Petro), Programa Inova Mineral da Finep e BNDES, Embrapii, de fontes estaduais (notadamente de Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa - FAP), recursos de bancos de fomento industriais (como o BNDES e outros de caráter regional), recursos do setor privado e de fontes internacionais. Tais atividades devem ser feitas em cooperação com as agências de fomento do MCTIC (Finep e CNPq) e do BNDES. É importante a composição de cestas de investimentos com o setor privado, principalmente os provenientes dos instrumentos de incentivos fiscais da Lei do Bem (Lei nº 11.196, de 2005) e da Lei de Informática (Lei nº 8.248, de 1991).

Em relação a fontes internacionais, é importante a participação em processos de financiamento como os promovidos pela União Europeia, não somente no âmbito dos Diálogos Setoriais, mas também junto ao Programa Horizonte 2020, bem como de outros países via editais internacionais como o *Client* da Alemanha e via apoio de fundos internacionais como o *Prosperity Fund* e *Newton Fund* do Reino Unido, ERA-MIN do consórcio Finep e União Europeia, entre outros.

Outro ponto importante seria a articulação e formulação de Chamadas Estratégicas e Projetos no âmbito de investimentos em PD&I regulados pela Aneel, ANP e ANATEL, envolvendo a aplicação de minerais estratégicos em acumuladores de energia, motores elétricos, geradores eólicos, craqueamento de petróleo & Gás, telecomunicações, TIC, iluminação, dentre outras aplicações.

## 5.2 Projetos Cooperativos e Redes de Pesquisa

As das ações previstas nesse Plano deverão ser implementadas por meio do desenvolvimento de projetos cooperativos de PD&I em processos e produtos ou por meio de redes de PD&I e Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia, que tenham como finalidade garantir o desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva dos minerais estratégicos e aproximar as instituições de pesquisa e ensino do setor empresarial.

Para tanto, será necessária a construção de parcerias de cooperação entre instituições de pesquisa científicas e tecnológicas, centros tecnológicos e empresas ligadas à cadeia produtiva dos minerais estratégicos priorizados, dentre as quais se podem citar as Unidades e centros de Pesquisa vinculados ao MCTIC (CETEM, INT, CTI, CDTN, IEN, IPEN, CBPF, CNPEN), as unidades e polos credenciados Embrapii, os Institutos de Pesquisa e Universidades Estaduais e os Institutos e Universidades Federais com atuação em geologia, mineração e metalurgia e os Centros de Inovação e Tecnológicos do SENAI voltados para recursos minerais e os Institutos Tecnológicos Vale – ITV.

## 5.3 Articulação com Parceiros

De modo a combinar esforços para a realização de estudos e prospecções, a promoção de ações integradas, eventos e investimentos conjuntos, é fundamental a sincronização, harmonização e parceria entre as atividades realizadas pelo MCTIC com parceiros como:

- MDIC, MME, MAPA, FINEP, CNPq, Embrapii, ABDI, CPRM, EPE, BNDES, ANM, ANEEL e ANP;
- unidades e polos credenciados da Embrapii;
- unidades e centros de Pesquisa vinculados ao MCTIC (CETEM, INT, CTI, CDTN, IEN, IPEN, CBPF, CNPEN) e ao MME (CEPEL e CENPES), e à iniciativa privada (Institutos Tecnológicos Vale – ITV, Centros de Inovação e de Tecnologias do SENAI voltados para recursos minerais, ABM);
- Institutos de Pesquisa e Universidades Estaduais e os Institutos e Universidades Federais com atuação em geologia, mineração e metalurgia;
- parceiros estaduais com atuação em CT&I voltados para o setor mineral;
- associações representativas do setor privado patronais como IBRAM, CNI, ANDA, AMA BRASIL, ABM, ABPM, e dos trabalhadores (CNTI);
- empresas de mineração e transformação mineral como por exemplo CBMM, Baterias Moura, WEG, FCC, RIMA Industrial, CBL, CODEMIG, ITAIPU Binacional, Mineração Curimbaba, Embrapa, CPRM; dentre outros.

## 5.4 Disseminação do Conhecimento

O conhecimento produzido deverá ser compartilhado entre as instituições interessadas no assunto por meio de eventos (*workshops*, seminários, congressos, documentos informativos

e *websites*) visando à troca de experiências em PD&I para os minerais estratégicos priorizados.

### **5.5 Capacitação de Gestores Públicos**

Será promovida de forma específica e constante a capacitação dos gestores públicos em temas relacionados aos minerais estratégicos, tanto por meio de cursos e treinamentos como pela participação desses atores em eventos nacionais e internacionais relevantes para o setor, tais como o Congresso Brasileiro de Rochagem, o Seminário Brasileiro de Terras-Raras, Seminário de Lítio, Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa e o *World Mining Congress*.

De forma geral, é necessária a capacitação de recursos humanos nos diversos temas relacionados à PD&I em minerais estratégicos. Devem ser incentivados os projetos de pesquisa para formação de mestres e doutores, bem como o desenvolvimento de cursos de especialização e técnicos para apoio às cadeias produtivas relacionadas.

### **5.6 Integração de Políticas Públicas Setoriais e Industrial**

Para a efetiva implementação deste Plano é necessário que o planejamento e formulação das políticas públicas Setoriais (Mineral, Energia e Petróleo & Gás) e Industrial contemplem ações e recursos orçamentários nas áreas de suas competências, que contribuam para o desenvolvimento integral das cadeias produtivas de minerais estratégicos.

Para tanto, seria necessária a formação de grupos de trabalho para planejamento, coordenação, integração, acompanhamento e avaliação das ações, projetos e atividades em PD&I para o desenvolvimento integral das cadeias produtivas dos minerais estratégicos priorizados.

Adicionalmente, é imprescindível a integração deste Plano com outros Planos de CT&I no âmbito do próprio MCTIC, notadamente os que versam sobre Petróleo e Gás, Carvão Mineral, Manufatura Avançada, Tecnologias Convergentes e Habilitadoras, Energias Renováveis e Biocombustíveis e Inovação.

## 6 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

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](http://www.cgEE.org.br/estudoscgEE). Acesso em: 21 fev.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](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](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.

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](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%3%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.

MINUTA

## LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÔNIMOS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial  
ABM – Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração  
ABPM – Associação Brasileira das Empresas de Pesquisa Mineral  
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  
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
CBL - Companhia Brasileira de Lítio  
CBMM - Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração  
CBPF - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas  
CDTN - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear  
CENPES – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello  
CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica  
CETEM – Centro de Tecnologia Mineral  
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  
CNTI – Confederação Nacional dos Trabalhadores na Indústria  
CODEMIG - Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais  
CPRM –Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
CT&I – Ciência, Tecnologia e Inovação  
CT-Energ – Fundo Setorial de Energia  
CTI - Centro de Tecnologia da 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 – Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial  
ENCTI 2016-2022 – Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022  
EPE – Empresa de Pesquisa Energética  
EPE – Empresa de Pesquisa Energética  
ETR – Elementos Terras-Raras  
FAP – Fundação de Amparo à Pesquisa  
FCC - Fábrica Carioca de Catalisadores S.A.  
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos  
IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração  
ICT – Instituições de Ciência e Tecnologia  
IEN - Instituto de Engenharia Nuclear  
INCT PATRIA – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Processamento e Aplicações de Ímãs de Terras-Raras para Indústria de Alta Tecnologia  
INT - Instituto Nacional de Tecnologia



IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  
ITV Vale – Institutos Tecnológicos Vale  
LABFAB – Laboratório Fábrica de Ímãs de Terras-Raras  
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações  
MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços  
MME – Ministério de Minas e Energia  
NPK – Nitrogênio, Fósforo e Potássio  
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável  
ONU – Organização das Nações Unidas  
PD&I – Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação  
PDI&E - Pesquisa, Desenvolvimento, Inovação e Engenharia  
PIB – Produto Interno Bruto  
PNI - Programa Nacional de Incubadoras e Parques Tecnológicos  
PNM 2030 – Plano Nacional de Mineração 2030  
PPA – Plano Plurianual  
REGINA - *Rare Earth Global Industry and New Application*  
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
SETEC – Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação  
SIBRATEC - Sistema Brasileiro de Tecnologia  
SiGS – Silício Cristalino em Grau Solar  
SisNANO - Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia  
TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação  
TRL - *Technology Readiness Levels*