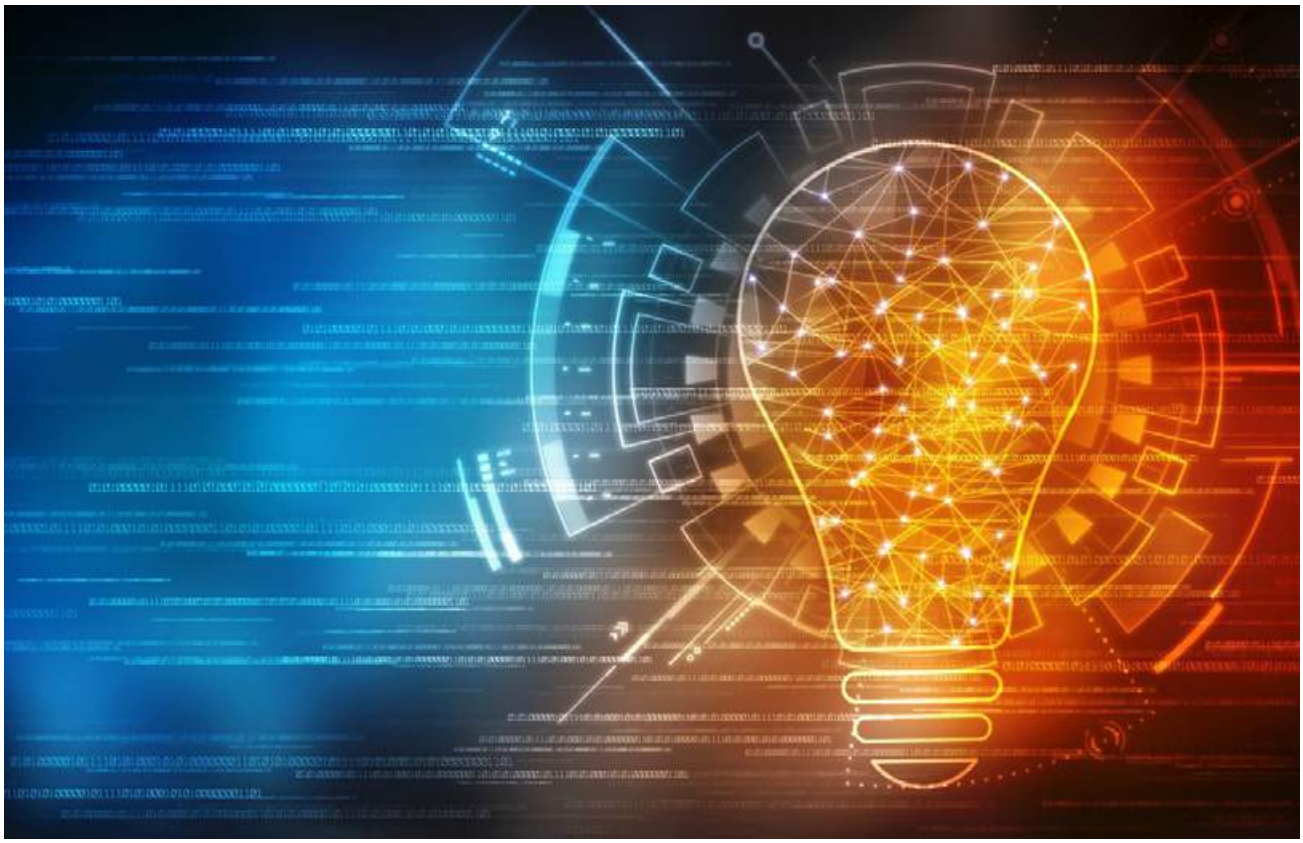


A PESQUISA DE INOVAÇÃO – PINTEC E A MINERAÇÃO BRASILEIRA

Fernando A. Freitas Lins (*)

1. Introdução

Apesar de estar posicionado entre as 12 principais economias do mundo, e em situação similar na produção científica, medida pelo número de artigos publicados, o País está em posição muito desconfortável no ranking de inovação (62º lugar, OMPI, 2020) e no de competitividade (71º lugar, Fórum Econômico Mundial, 2020). Continuar assim significa ficar cada vez mais defasado no conjunto das nações, uma receita certa para o desenvolvimento econômico e social lento e dependente. Há várias causas para o baixo nível de inovação e de competitividade, mas o País dispender (ou investir) relativamente pouco em pesquisa e desenvolvimento (P&D) é uma das principais [1].

O Brasil tem investido em P&D entre 1,0 e 1,2% do PIB, por muitos anos, enquanto a média dos 37 países membros da OCDE foi de 2,3% em 2020. Este indicador é usualmente adotado para efeito de comparação. Os países considerados desenvolvidos e mesmo alguns emergentes investem de 2

a 4% do PIB, alguns mais, e a contribuição principal origina-se do setor privado, em torno de 70-80%. No Brasil, no entanto, cerca da metade dos investimentos em P&D vem de recursos públicos (federais e estaduais).

O País tem à frente, portanto, o desafio de elevar substancialmente o patamar dos investimentos públicos e privados em P&D, a pelo menos 2% do PIB; o setor privado, com o desafio de crescer sua participação de 0,5% para 1,5%. A situação já seria preocupante se os demais países ficassem nos níveis atuais; mas não: vários deles (Reino Unido, China, EUA, por exemplo) planejam elevar seus respectivos percentuais nos próximos anos.

A evolução dos investimentos públicos federais em P&D no Brasil nos últimos 20 anos foi revisada recentemente em Nota Técnica do IPEA [2]. A análise mostrou que, partindo de R$ 8 bilhões em 2000 (em valores atualizados), no ano de 2013 foi alcançado o maior nível de investimento, R$ 23 bilhões, decrescendo a estimados R$ 12 bilhões em 2020.

A ANÁLISE MOSTROU QUE, PARTINDO DE R$ 8 BILHÕES EM 2000 (EM VALORES ATUALIZADOS), NO ANO DE 2013 FOI ALCANÇADO O MAIOR NÍVEL DE INVESTIMENTO, R$ 23 BILHÕES, DECRESCENDO A ESTIMADOS R$ 12 BILHÕES EM 2020

Espera-se uma atenuação ou inflexão nessa tendência com a aprovação da Lei Complementar no. 177/2021, que impede o governo federal de fazer contingenciamento ou bloqueio de recursos para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), o principal instrumento de financiamento de atividades de CT&I, sob a gestão da Finep/MCTI. Em outra mudança, a referida Lei transformou o FNDCT, de fundo de natureza apenas contábil, em um fundo também de natureza financeira; com isso os recursos agora podem ser aplicados e os saldos financeiros acumulados de ano para ano.

Cabe destacar que os recursos para o FNDCT em geral não provêm da arrecadação de impostos federais. As fontes dos recursos são os diversos fundos setoriais criados duas décadas atrás. No caso da mineração, do recolhimento de royalties (a CFEM) das empresas a título de compensação aos estados e municípios. Uma parte dos royalties pagos pelas empresas tem por finalidade o investimento em Ciência, Tecnologia e inovação (CT&I) no setor mineral (Lei n. 13.540/2017): 1% ao FNDCT/Fundo Setorial Mineral e 1,8% para o CETEM. A boa notícia é que pelo menos esse 1% não deverá ser mais bloqueado.

Esses recursos, todavia, têm sido contingenciados. De 2018 a 2020, o Fundo Setorial Mineral e o CETEM, juntos, deixaram de

aplicar cerca de R$ 500 milhões em CT&I no setor. Neste curto período, muitos desenvolvimentos tecnológicos poderiam ter sido realizados e transformados em inovações nas empresas.

Alguns relatos sobre inovações na mineração brasileira mostra a importância de se ter instituições e recursos humanos preparados para adaptar e desenvolver tecnologias [3] [4]. Vários estudos relativamente recentes realizados pela comunidade científica [1] [5] [6] [7], bem como pelo MCTI [8] [9], a ENCTI 2016-2022 e o MME (PNM 2030; PMD 2020-2023) consolidaram diagnósticos, sugestões, diretrizes e prioridades para compor um rico portfólio de desafios científicos e tecnológicos em geologia, exploração mineral, lavra, processamento de minérios e metalurgia extrativa, além de tecnologias ambientais; e em linha com a transformação digital do setor, a mineração 4.0. Há também um consenso nesses documentos: que deve haver esforço coordenado para agregar valor e avançar nas diversas cadeias produtivas do setor mineral, de modo competitivo.

Este artigo, após a introdução, apresenta um panorama da inovação e dos investimentos em P&D em três seções: uma apresentação da Pesquisa de Inovação – PINTEC/IBGE; os dados da PINTEC na mineração brasileira no período 1998-2017 e a evolução dos investimentos em P&D de algumas empresas internacionais de mineração entre 2000 e 2018. Ao final, apresenta-se sugestão para induzir um número maior de grandes empresas de mineração a investirem em P&D, bem como a sugestão de formatar um programa de inovação e de assistência técnica, extensionismo mineral, voltado a micro, pequenas e médias empresas (MPMEs) de mineração.

2. Pesquisa de Inovação – PINTEC

A Pesquisa de Inovação – PINTEC é realizada a cada três anos pelo IBGE, desde 1998. Em abril de 2020 foi divulgada a pesquisa relacionada ao triênio 2015/2017. (Os resultados da PINTEC para o período 2018/2020 deverão ser conhecidos no primeiro semestre de 2023.)

A PINTEC apresenta informações para a construção de indicadores das atividades de inovação das empresas brasileiras com 10 ou mais pessoas empregadas. O levantamento segue as diretrizes estabelecidas no Manual de Oslo, da OCDE, com vistas à comparação internacional (site do IBGE).

A PINTEC investiga os fatores que influenciam o comportamento inovador das empresas, bem como estratégias adotadas, esforços e incentivos empreendidos, obstáculos enfrentados e alguns resultados da inovação. Cada atividade econômica pode ser analisada separadamente com os dados da PINTEC. Para tal, as principais variáveis são as seguintes:

- incidência das inovações de produto e/ou processo;
- investimentos em atividades inovativas;
- fontes de financiamento;
- características das atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D);

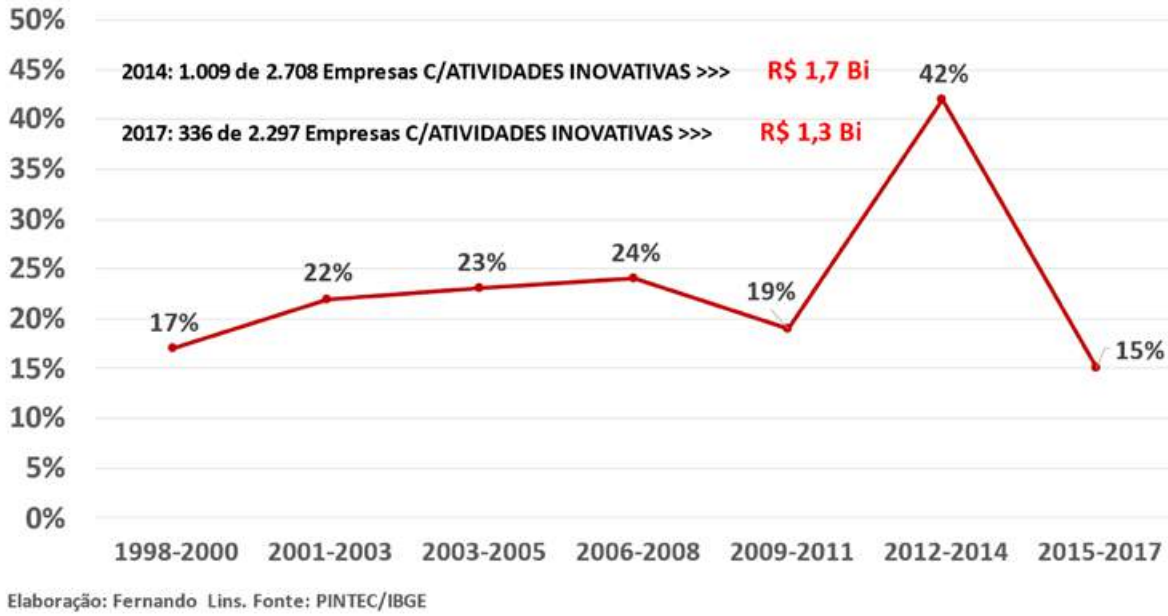


Figura 1: Taxa de inovação (%) da mineração brasileira.

- compra de serviços de P&D;
- impactos das inovações;
- fontes de informação utilizadas;
- cooperação para inovação;
- apoio governamental;
- métodos de proteção estratégicos;
- problemas e obstáculos à inovação;
- inovações organizacionais e de marketing implementadas;
- uso e produção de biotecnologias e nanotecnologias; e
- inovações ambientais.

Vale sublinhar que a mineração, ou a indústria extrativa mineral (sem petróleo e gás), é o foco deste artigo. O Setor Mineral brasileiro lato sensu abrange três atividades que constam da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0 adotada pelo IBGE: a mineração, e mais duas atividades da indústria de transformação: a metalurgia (aço, ferro-ligas, não ferrosos) e a fabricação de não metálicos (cimento, vidro e cerâmicas). Estas duas últimas podem também ser analisadas separadamente na PINTEC. Cabe esclarecer que na PINTEC a indústria extrativa pode ser considerada uma proxy da indústria extrativa mineral, ou seja, da mineração. Os dados sobre inovação da extração de petróleo e gás são adicionados à atividade econômica de refino de petróleo.

3. A PINTEC e a Mineração

Duas definições são importantes para a análise da PINTEC: a taxa de inovação e a intensidade tecnológica.

3.1 Atividades de Inovação

A taxa de inovação é definida como o percentual das empresas consultadas que declaram ter implementado inovações (de produto e/ou de processo) durante o triênio em referência.

A Figura 1 mostra que a evolução da taxa de inovação na mineração brasileira foi substancial no triênio 2012/2014, atingindo 42%. Isso é muito mais que a média das taxas verificadas nos cinco primeiros triênios (16%), mas retroagiu em 2015/2017 a 15%. A diminuição pode ser explicada, pelo menos em parte, pela crise econômica brasileira no último período.

As atividades de inovação são elementos de despesas da empresa voltados à inovação, no ano de referência, ao final do triênio. Em valores correntes, as despesas com inovação na mineração brasileira somaram R$ 0,45 bilhão em 2000, alcançando o máximo de R$ 2,1 bilhão em 2014 e diminuindo para R$ 1,3 bilhão em 2017. As atividades de inovação consideradas na PINTEC são as que seguem:

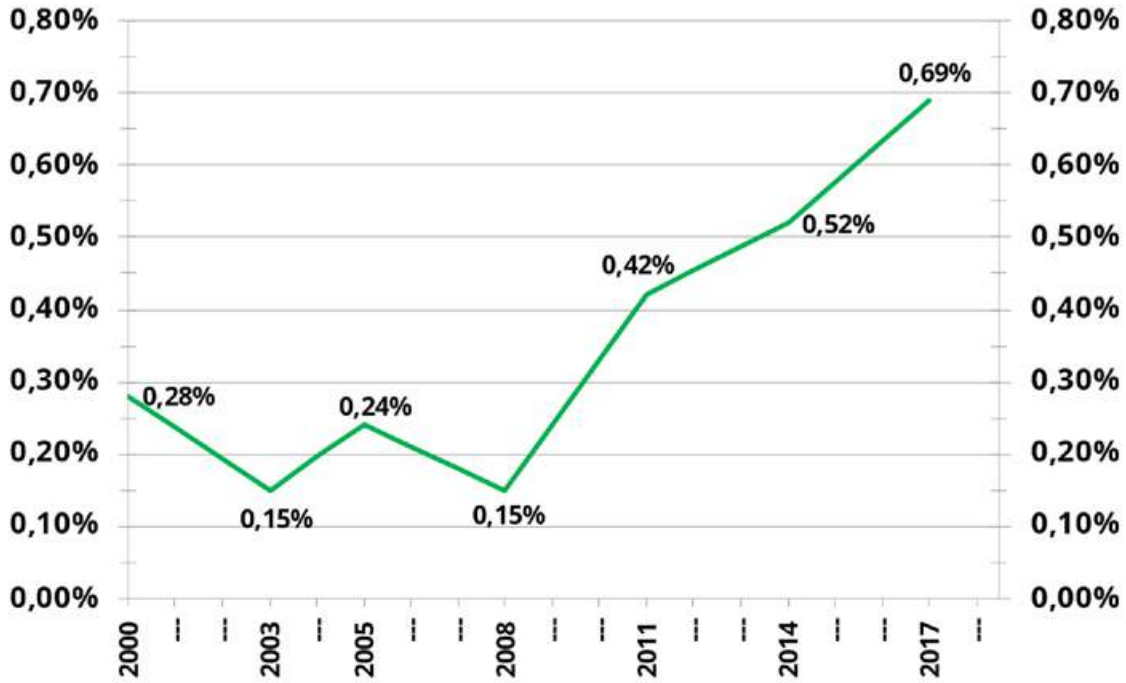
- P&D interno e P&D externo (parcerias com universidades, institutos de pesquisa e empresas);
- Aquisição de máquinas e equipamentos;
- Treinamento;
- Introdução de inovações tecnológicas no mercado;
- Aquisição de software; e
- Aquisição de projeto industrial.

A análise dos 20 anos da PINTEC mostrou que a grande maioria das empresas de mineração que se declararam inovadoras afirmou que faz alguma inovação de processo (70 - 80%), o que não surpreende, uma vez que a maior parte dos produtos vendidos é constituída por commodities, com características físicas e químicas pré-definidas para atender a mercados específicos. A título de comparação, a taxa de inovação do País, de todos os setores, alcançou 34% em 2015/2017.

Verificou-se que apenas 336 empresas de mineração declararam ser inovadoras no triênio 2015/2017, de um total de 2.297 empresas consultadas. Por outro lado, há um indicativo claro que as MPMEs, em sua grande maioria, não praticam inovação para melhorar a eficiência de seus processos produtivos e sua sustentabilidade ambiental.

Existem cerca de 7.000 títulos com outorga de lavra, segundo a ANM. Muitos arranjos produtivos locais (APLs) de base mineral, cooperativas, a pequena mineração, a mineração artesanal e PLGs não recebem apoio algum, incluindo os importantes segmentos de agregados (areia e brita), argilas, rochas ornamentais, calcário agrícola, água mineral, entre outros. A falta de um programa de fomento à difusão tecnológica, que considere também a inovação ambiental (ou ecoinovação), voltado a esse universo de alguns milhares de MPMEs constitui um grande desafio a ser superado.

Mais de uma centena de instituições, incluindo 38 cursos de geologia e 28 de



Elaboração: Fernando Lins Fonte: PINTEC/IBGE

Figura 2: Evolução da intensidade tecnológica (%) da mineração brasileira.

engenharia de minas e de outras especialidades (com a participação de alunos), laboratórios públicos estaduais e privados (como a rede Senai), por todo o Brasil, além de empresas de consultoria e prestação de serviços tecnológicos, poderiam ser acionadas de forma coordenada para atender a essa demanda. A exemplo do bem sucedido extensionismo rural, o extensionismo mineral pode promover uma grande transformação nesses segmentos de empresas.

3.2 Atividades de P&D

A intensidade tecnológica é medida pela despesa em P&D com relação à receita líquida de vendas (RLV), no ano de referência, ao final do triênio. Como mostra a Figura 2, a intensidade tecnológica da mineração brasileira avançou substancialmente a partir de 2011, alcançando 0,42%, mais que dobrando em relação a 2008; e progrediu em 2014 e 2017, chegando a 0,69%.

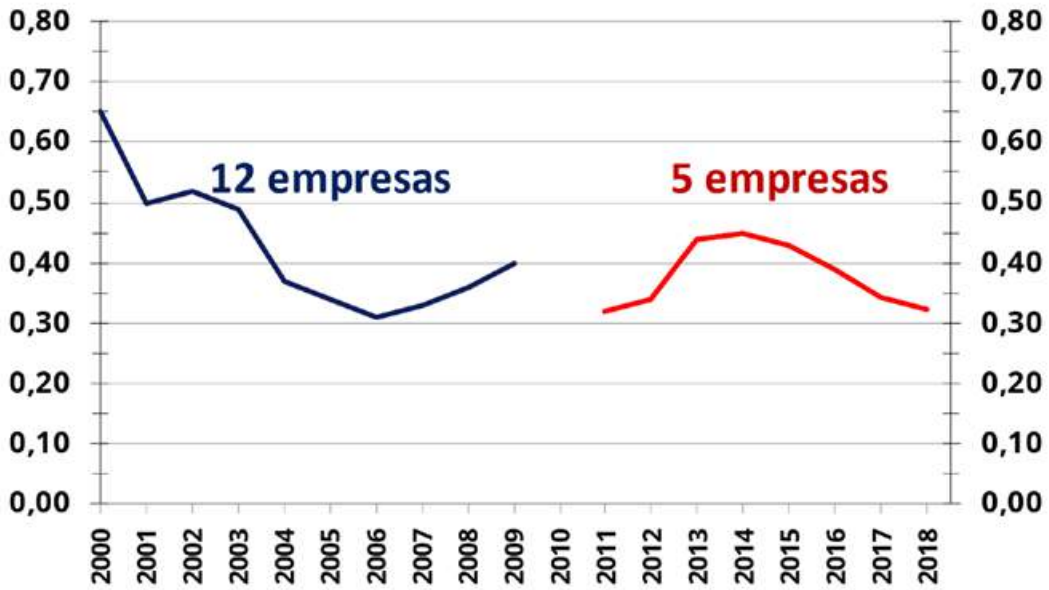
Em valores correntes, a RLV da mineração em 2014 e 2017 alcançou cerca de R$ 128 bilhões e R$ 134 bilhões, respectivamente, partindo de R$ 13 bilhões em 2000. Com relação aos investimentos em P&D interno (intra-muros), verificou-se um aumento desde 2000, com R$ 68 milhões, alcançando, em 2014, R$ 729 milhões, e decrescendo em 2017 para R$ 672 milhões, mesmo assim em um patamar muito superior ao de 2000. Em 2017, 43 empresas de mineração investiram em P&D internamente.

Sobre P&D externo, verificou-se elevação do dispêndio no período analisado. Começando em 2000 com R$ 6,7 milhões, em 2014 houve aumento significativo, para R$ 48 milhões, possível indicação de uma maior disposição das principais empresas de mineração para uma tendência mundial para a inovação aberta. Entretanto, de forma surpreendente, o valor investido em 2017 foi cinco vezes maior que o de 2014, alcançando R$ 255 milhões. Como foram apenas 27 empresas que contrataram P&D, uma variação tão grande pode ser explicada por algum investimento excepcionalmente alto em algumas poucas delas.

O investimento total em P&D pelas empresas aumentou significativamente no período, notadamente a partir de 2011, chegando a R$ R$ 927 milhões em 2017. Ressalta-se, no entanto, que a relação entre intensidade tecnológica e a capacidade de inovação de uma empresa, de um setor ou de um país, é influenciada também por outros fatores.

Cada setor produtivo tem suas características. As empresas do setor de eletrônica e computação e do setor farmacêutico investem mais de 10% das receitas em P&D para se manterem competitivas, evitando a obsolescência. A mineração no Brasil, como visto, pela média de 2011, 2014 e 2017, investe o equivalente a 0,54% das receitas líquidas. Na mineração, as tecnologias são mais ou menos maduras e se mantêm em uso por muitos anos, sendo as inovações geralmente incrementais.

Partindo da premissa de que o aproveitamento econômico de uma jazida é uma oportunidade única para projetar o desenvolvimento da economia local e regional



Elaboração: Fernando Lins. Fontes: Filippou& King (2011) ; Sanchez, F e Hartlieb, P (2020).

Figura 3: Intensidade de P&D em empresas internacionais de mineração.

(afinal, a mineração só dá uma safra), o conjunto de riquezas minerais deve servir à transformação do país, incrementar sua industrialização, catalisar novas atividades. É desejável e necessário que um número maior de grandes empresas de mineração esteja engajado no desenvolvimento tecnológico, investindo mais em P&D no país.

E as empresas que assim fizerem podem usufruir de algumas vantagens, a exemplo da utilização da Lei do Bem (Lei n. 11.196/2005), que possibilita abater uma parte significativa do dispêndio em P&D (interno e externo) do imposto de renda no exercício. Por exemplo, em 2018, 30 empresas de mineração beneficiaram-se da Lei do Bem, com R$ 121 milhões de abatimento. Outra possibilidade, também, é utilizar a Embrappi, organização social do MCTI, para contratar projetos de P&D em parcerias com mais de 50 ICTs brasileiras credenciadas, contando a empresa com o benefício substancial de custeio pela Embrapii de 30-40% do projeto.

4. Investimentos em P&D de Empresas Internacionais de Mineração

Nesta seção apresentam-se dados da literatura sobre os investimentos de empresas de mineração internacionais em P&D [10] [11]. Os autores relataram a preocupação para não juntar as despesas de P&D com aquelas de pesquisa e prospecção mineral das empresas objeto do estudo. (De fato, essa junção tem sido frequentemente usada, embora sejam despesas de natureza diferentes.) Os resultados encontrados são mostrados na Figura 3, na qual os dados das duas referências foram incluídos.

Verifica-se que entre 2000 e 2018 os dispêndios em P&D com relação à receita bruta, indicador denominado pelos autores de research&development intensity, estiveram entre 0,65 e 0,30%, para 12 empresas até 2009 e para as outras 5 empresas de 2011 a 2018, uma média de 0,4%. Ressalta-se que o indicador R&D intensity utiliza a receita bruta da empresa enquanto a intensidade tecnológica do setor de mineração, indicador usado pela PINTEC, um valor médio de três anos, alcançou 0,54% da receita líquida. Aparentemente, o percentual de investimento das empresas internacionais é próximo ao praticado pelo do setor de mineração no País.

A Medida Provisória 790/2017, que não chegou a ser votada no Congresso, previa a obrigação de a empresa de mineração dispender pelo menos 0,5% de sua receita operacional líquida anual em PD&I do setor mineral. Dois anos após, foi apresentado na Câmara dos Deputados o Projeto de Lei 5043/2019 que retoma a iniciativa anterior, desta feita com a proposta de dispender pelo menos 1% da receita operacional bruta da empresa em PD&I.

Ressalta-se que iniciativa se inspira nos setores de petróleo & gás, de energia elétrica e de telecomunicações, cujas empresas são legalmente obrigadas a investir um percentual mínimo de sua receita em PD&I, internamente ou contratando ICTs localizadas no Brasil, e sua extensão ao setor mineral conta com o apoio da comunidade científica e técnica, a exemplo da ABC - Academia Brasileira de Ciências [5] [6] [7] e da ANE - Academia Nacional de Engenharia [7].

5. Considerações Finais e Sugestões

Foi visto que a mineração brasileira passou por uma melhora nas atividades de inovação no período 1998/2017, com base na PINTEC/IBGE. A taxa de inovação alcançou um máximo de 42% no triênio 2012/2014 e caiu a 15% em 2015/2017, com cerca de 336 empresas se declarando inovadoras (mais em processos do que em produtos), dispendendo R$ 1,3 bilhão em atividades de inovação em 2017.

A intensidade tecnológica da mineração brasileira, medida pelo investimento em P&D com relação à Receita Líquida de Vendas (RLV), alcançou um valor médio para os anos 2011, 2014 e 2017 de 0,54%, equivalendo a R$ 680 milhões de investimento médio em P&D (interno e externo), com a média de apenas 74 empresas. Se considerarmos apenas o P&D contratado (um indicativo de inovação aberta), obtém-se um valor médio de investimento de R$ 110 milhões por ano, e só 40 empresas investindo em P&D externo. Vale destacar que há empresas brasileiras que investem mais do que 0,5% da receita, algumas poucas alcançando ou superando o dispêndio de 2% da receita em P&D; e podem usufruir da Lei do Bem e da Embrapii para abater parte dos custos com PD&I. As demais grandes empresas de mineração, que ainda não investem nada ou muito pouco deveriam fazê-lo, em um patamar mínimo.

Os dados publicados sobre investimentos em P&D de diversas empresas de mineração internacionais, nas duas últimas décadas, indicaram uma intensidade tecnológica que variou em torno de 0,4%, só que tendo como referência a receita bruta de cada empresa. O percentual de investimento é próximo ao praticado pelo do setor de mineração no País, de forma agregada, por apenas 74 empresas, segundo os dados da PINTEC.

Foi visto também que alguns milhares de MPMEs de mineração não estão sendo apoiadas em termos de fomento a atividades de inovação, de assistência técnica para a adoção e difusão de tecnologias, visando a melhorar a eficiência das operações, a sustentabilidade ambiental e a qualidade dos produtos.

Da análise feita, vem a proposta a seguir, com dois objetivos, que se complementam, com a grande empresa de mineração patrocinando o extensionismo mineral das pequenas empresas:

- Criar mecanismo legal de indução de grandes empresas de mineração a investirem entre 0,5 e 1,0% (a ser definido) da sua receita em projetos de P&D, de sua escolha, interno ou externo (em parcerias com ICTs brasileiras), diretamente, e em seu próprio benefício.
- Criar o Fundo de Apoio ao Extensionismo Mineral, de natureza fiscal e contábil (sem possibilidade de contingenciamento), com o objetivo de fomentar as atividades de inovação de milhares de empresas de mineração de micro, pequeno e médio porte (incluindo os segmentos de agregados, argilas, rochas ornamentais, calcário agrícola, água mineral, entre outros), sob a condição de as empresas estarem plenamente regularizadas.

- O Fundo financiará (i) estudos, pesquisas tecnológicas e serviços técnicos de extensão mineral, de interesse das MPMEs; e (ii) estudos, pesquisa e serviços de levantamentos geológicos básicos e hídricos no território nacional, de interesse das MPMEs e das grandes minerações.
- O Fundo terá como fontes de recurso, principalmente: (i) o equivalente a 10% dos dispêndios em P&D efetuados pelas grandes empresas de mineração, limitado ao percentual mínimo estabelecido de investimento em PD&I; e (ii) a diferença entre o dispêndio mínimo previsto e o dispêndio anual realizado em PD&I pelas grandes empresas. As transferências serão feitas diretamente das empresas para o Fundo.
- Uma rede de uma centena de instituições, distribuídas por todos os estados, poderá ser acionada para atender a essa grande demanda.
- O Fundo de Apoio ao Extensionismo Mineral será supervisionado por um colegiado com a participação de representantes das grandes empresas e das MPMEs, do MME e ANM, MCTI e Finep (uma possível gestora operacional do Fundo). ❑

Referências Bibliográficas

1.Lins, F. F. e Leal Filho, L. S. (2021). Mineração, Inovação e Desenvolvimento. In: PIQUEIRA, J.R.C. e LEAL FILHO, L.S. (eds.) Engenharia, Inovação e Desenvolvimento. Academia Nacional de Engenharia (ANM). Cap. 3. São Paulo. (no prelo).

2.Koeller, P. (2020). Investimentos federais em pesquisa e desenvolvimento: estimativas para o período2000-2020. IPEA, Nota Técnica n. 56, Diset, 18 p.

3. Branquinho, C. L. (2014). CETEM 35 anos - Criatividade e Inovação. CETEM, 320 p. http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1507

4. Heider, M. (2015). PD&I na mineração. In The Mine, Edição 54, p. 20-23.

5. Melfi, A. J., Misi, A., Campos, D. A. e Cordani, U. G. (Organizadores).(2016). Recursos Minerais no Brasil: problemas e desafios. Academia Brasileira de Ciências (ABC), 422 p. (http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-7006.pd)

6. Misi, A., Lins, F. A. F. (Coords.).(2018). Valorização dos Recursos Minerais. In: SILVA, J. L., TUNDISI, J. G. (Coords.). Projeto de Ciência para o Brasil., Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências (ABC), Cap. 11, p.263-281. http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/2168

7. Recomendações sobre Segurança de Barragens de Rejeitos. (2019). Academia Brasileira de Ciências (ABC) e Academia Nacional de Engenharia (ANE), 14 p.

8. Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Minerais Estratégicos 2018 - 2022. (2018). MCTIC, 49 p.

9. Diretrizes Estratégicas para o Fundo Setorial Mineral .(2018). MCTI, 15 p.

10. Filippou, D e King, M. (2011). R&D prospects in the mining and metals industry. Resources Policy 36(3): 276-284.

11. Sanchez, F e Hartlieb, P. (2020). Innovation in the Mining Industry: technological trends and a case study of the challenges of disruptive innovation . Mining, Metallurgy & Exploration 37: 1385-

(*) Pesquisador Titular do CETEM/MCTI. Engenheiro Metalúrgico, M. Sc. E D.Sc. Ex-Diretor do CETEM e ex-Diretor de Tecnologia da SGM/MME. Foi Coordenador-executivo do PNM-2030 do MME. Atualmente é Conselheiro da CPRM, do Centro Brasileiro de Pesquisa Física/MCTI, do Observatório Nacional / MCTI e da Revista Brasil Mineral.