

PERSPECTIVA DOS INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS

MENEZES, Cláudia Cardinale Nunes^{1*}; SANTOS, Sergio Menezes dos²; ALMEIDA, Cláudio Pessoa de¹; SILVA, Júnior César Neto¹; BORTOLI, Robélius¹

¹ Programa de Pós-graduação em Ciência da Propriedade Intelectual, Universidade Federal de Sergipe.

² Programa de Pós-graduação em Engenharia de Segurança no Trabalho, Universidade Tiradentes.

* e-mail: claudia.cardinale7@gmail.com

Resumo: *A difusão do conhecimento científico e tecnológico, essencial para o desenvolvimento do país, só acontecerá com uma formação de profissionais de qualidade para a demanda que a inovação lhes impõe, fundamental para implementar o desenvolvimento. Em especial a formação nas engenharias, pois este profissional deverá ser capacitado a criar e aplicar conhecimento, promover pesquisa com empresas através do apoio em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Foi discutido nesse trabalho os indicadores nacionais na área de formação de recursos humanos das engenharias e sua influência sobre o desenvolvimento tecnológico. Para tanto, recorreu-se a indicadores publicados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e Ministério de Educação e Cultura. Nesta perspectiva, a formação de engenheiros exerce papel fundamental, pois a capacidade intelectual se torna tanto o principal insumo quanto o principal produto da nova economia baseada no conhecimento.*

Palavras-chave: *Recursos Humanos, Ciência e Tecnologia, Engenharia, Inovação Tecnológica.*

1. INTRODUÇÃO

Para que o Brasil se insira nos novos padrões de desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação torna-se imprescindível investimento em processos que propiciem o

estabelecimento de um novo ciclo de expansão. O desenvolvimento de inovação tecnológica depende principalmente da formação de recursos humanos, cada vez mais direcionado e para que haja este incremento faz-se necessário investimento do governo nas instituições de ensino, contribuindo assim, para formação de profissionais que atendam a necessidade para o desenvolvimento do país.

Tal necessidade encontra-se intrinsecamente relacionada às exigências da economia atual, haja vista que as inovações tecnológicas, organizacionais e gerenciais têm produzido mudança no perfil do trabalhador ao transformar os processos de trabalho de linear, segmentado, padronizado e repetitivo para um formato definido muito mais pela integração e inovação. (MACHADO, 1994).

A partir da década de 1970, a reestruturação produtiva configura o novo padrão de acumulação, e ganha destaque, neste processo, a subsunção real do trabalho intelectual no capital. Isto significa dizer que o alvo da expropriação do trabalhador não está mais na sua destreza e habilidade manual e sim no seu poder de inovar (OLIVEIRA, 2009).

O ensino superior é reconhecido como um local chave para a mudança, e tem havido numerosos estudos que avaliam a situação das instituições inteiras e seus programas. O que está claro através destes estudos é que o desenvolvimento estabeleceu uma base relativamente firme na retórica de alto nível com o qual as universidades devem motivar o seu propósito na sociedade, mas que a sua localização no terreno no ensino e currículo é irregular (BLOTTNITZ *et al.*, 2015).

Desta forma, atualmente, além da formação intelectual, espera-se das universidades formação com perfil inovador capaz de contribuir para o desenvolvimento econômico e social do país. Pode-se relacionar este fenômeno à demanda de mercado provocado pela globalização que gerou abertura da economia, por meio do intercâmbio e suscitou à necessidade de reestruturação da política para o setor industrial dos países.

Segundo Corder (2008), a política industrial adquiriu uma nova postura sob a denominação de política de competitividade, dentro da qual se enquadra a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação (PCTI), a qual faz referência dentre seus elementos fundamentais “à busca para ampliação da capacidade nacional de gerar e utilizar conhecimento de modo a contribuir para o avanço sustentado da competitividade do aparato produtivo” (CORDER, 2008).

Diante de tal contexto direcionado ao desenvolvimento tecnológico, o objetivo do presente trabalho foi analisar os indicadores de recursos humanos das engenharias, disponibilizados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e Ministério de Educação (MEC), relacionado à área de ciência e tecnologia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Universidade e a inovação tecnológica

De acordo com Grynszpan (1999), a formação de profissionais de alta qualificação pode ser considerada a principal contribuição das universidades para o desenvolvimento do país, pois apenas com a qualificação necessária, estes profissionais terão condições de envolver-se nos projetos e pesquisa de desenvolvimento tecnológico, quando ainda estiverem na universidade, e também quando estiverem trabalhando em uma indústria competitiva, onde a inovação é uma área estratégica. Ressaltamos que para chegarmos a este nível de formação de profissionais, é necessário que haja uma reestruturação nas universidades, para que sejam centros de excelência de formação intelectual.

Para a manutenção dessa competitividade sistêmica, exige-se um ambiente inovador, no qual a universidade desempenha um papel fundamental: na formação de um profissional de alta qualificação, no acompanhamento do estado da arte em nível internacional, no desenvolvimento de pesquisas pioneiras que gerem processos e produtos inovadores, na manutenção de um ambiente interno que seja estimulante ao empreendedor e à transferência de resultados de pesquisa ao setor produtivo (GRYNSZPAN, 1999).

Neste cenário, a inovação ocupa lugar central na economia baseada no conhecimento, onde se busca a competitividade econômica a partir da inovação, ficando evidente a importância de levar em consideração a necessidade de uma política voltada à formação de profissionais de alta qualificação, não apenas como forma de reposição dos profissionais, mas também para ampliação do número destes.

Segundo Torkomian (2009), engajadas dentro das estratégias governamentais relacionadas à política científica e tecnológica do país, as universidades apresentaram nos últimos anos substancial amadurecimento no desempenho de suas atividades direcionadas ao desenvolvimento econômico. Tal amadurecimento é evidenciado pela criação de estruturas internas às universidades com objetivo de facilitar o transbordamento do conhecimento científico para o meio empresarial, mediante o desenvolvimento de pesquisas conjuntas entre universidades e empresas, a geração de spinoffs acadêmicos e o licenciamento de patentes depositadas pelas universidades (TORKOMIAN, 2009).

Apesar de muito difundido, o conceito de inovação tecnológica ainda não está completamente internalizado em nossas instituições. Serão necessários muitos esforços até que se tenha no Brasil um sistema nacional de inovação forte e consolidado que atenda às

necessidades nacionais, não inviabilizando a nação e suas organizações na competição global. Novas iniciativas emergem diariamente apesar das vozes do passado que se contrapõem ao entusiasmo crescente dos que vislumbram o futuro (CALDAS, 2001).

2.2. A Engenharia na inovação tecnológica

No que diz respeito à qualidade dos cursos de engenharia do Brasil, um relatório apresentado ao MCTI sobre alguns aspectos da física brasileira, em agosto de 2002 (p. 39), faz a constatação transcrita a seguir:

A Engenharia no Brasil atingiu alto nível em vários campos, como, por exemplo, as Engenharias Civil, Elétrica, Eletrônica, Materiais, Mecânica e Química. A Engenharia Civil brasileira está entre as mais avançadas.

A Engenharia no Brasil atingiu alto nível em vários campos, como, por exemplo, as Engenharias Civil, Elétrica, Eletrônica, Materiais, Mecânica e Química. A Engenharia Civil brasileira está entre as mais avançadas”.

Na tecnologia do concreto armado, o Brasil se situa entre os países de vanguarda, o que permite às vezes soluções arrojadas. A Engenharia Mecânica também é das mais adiantadas, com sucessos que chamam a atenção do resto do mundo, por exemplo, nas construções para exploração do petróleo em águas profundas e na indústria aeronáutica.

Em Engenharia Eletrônica há formação de profissionais competentes que operam em diversas áreas, desde controle industrial até telecomunicações.

Além de formar bons profissionais nesses setores, tem-se necessidade de um novo tipo de engenheiro com formação científica sólida, que possa atuar em novas áreas, educado em um ambiente de estimulante pesquisa científica e tecnológica...

Além de formar bons profissionais nesses setores, temos necessidade de um novo tipo de engenheiro com formação científica sólida, que possa atuar em novas áreas, educado em um ambiente de estimulante pesquisa científica e tecnológica. Em todas as discussões e estudos sobre a formação desse futuro engenheiro tem-se defendido que para atingir esses objetivos ele terá que dominar o processo de produção e divulgação de novos conhecimentos, tecnologias, serviços e produtos; precisará ter visão de realidade, preparo para enfrentar o desconhecido, capacidade de produzir/criar, facilidade para interagir com outras pessoas/áreas, sensibilidade para a questão ambiental e o exercício da cidadania (PÓVOA *et al.*, 2004).

O novo engenheiro precisa ser capacitado a criar e aplicar conhecimento, promover a pesquisa cooperativa com empresas através do apoio em pesquisa e desenvolvimento (P&D), muitos desses engenheiros deverão atuar no desenvolvimento de alta tecnologia em uma relação íntima entre a tecnologia e a ciência (BRITO-CRUZ, 2000).

A educação em engenharia representa, então, um elemento chave nesse processo, já que a área de engenharia é uma atividade que, por excelência, condutora da inovação na indústria e nos demais setores econômicos. Mas, se o engenheiro é sujeito ativo das transformações na era

das mudanças tecnológicas rápidas, ele próprio vem sendo obrigado a promover profundas transformações em suas habilidades e em seu perfil profissional. A sociedade do conhecimento exige engenheiros com competências novas, com flexibilidade e autonomia para aprender permanentemente (FURTADO, 2013).

3. METODOLOGIA

Os indicadores aqui apresentados foram analisados a partir de dados extraídos dos gráficos elaborados e mantidos pela Coordenação-Geral de Indicadores, vinculada à Assessoria de Acompanhamento e Avaliação, da Secretaria-Executiva, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e pelo Ministério de Educação (MEC). Foram realizadas análises dos indicadores de recursos humanos ao longo de dez anos, apontando causas de avanços e áreas que ainda precisam de incentivos para o processo de desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil.

Estes indicadores foram construídos, por meio de dados consolidados pelos Ministérios citados, com o intuito de auxiliar no planejamento e redirecionamento de caminhos para o desenvolvimento do país, disponibilizados para a comunidade científica, aos formuladores de políticas, aos legisladores, à imprensa, aos alunos e à sociedade em geral. Vale ressaltar que as análises realizadas dos indicadores foram fundamentadas em aportes teóricos por meio de pesquisa bibliográfica.

A construção de indicadores é aperfeiçoada periodicamente pelo MCTI, envolvendo não apenas a representação das transformações no domínio da ciência, da tecnologia e da inovação, mas também o acompanhamento e o desenvolvimento dos padrões metodológicos internacionais de elaboração e, das novas tecnologias de medição e aferição ao adotar uma metodologia para elaboração dos indicadores que segue as recomendações dos Manuais da chamada "Família Frascati" da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

É importante destacar, que ainda segundo o MCTI, esses documentos são adotados pela maioria dos países do mundo, formando um conjunto que inclui manuais específicos para a área de P&D (Manual Frascati), inovação (Manual de Oslo), balanço de pagamentos tecnológico (Manual TBP), recursos humanos (Manual de Canberra) e ainda o Manual de Patentes

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No período de 2000 a 2013, o número de concluintes de cursos de graduação nas engenharias chegou a 225,5%, nesse período. De um total de 24.165, em 2000, alcançando 78.661 em 2013. Junto com o crescimento do número de cursos oferecido, e em decorrência da flexibilidade e autonomia das instituições para criar novos cursos, o percentual de títulos de engenheiros aumentou de 5,1%, em 2005, para aproximadamente 9,5%, em 2013.

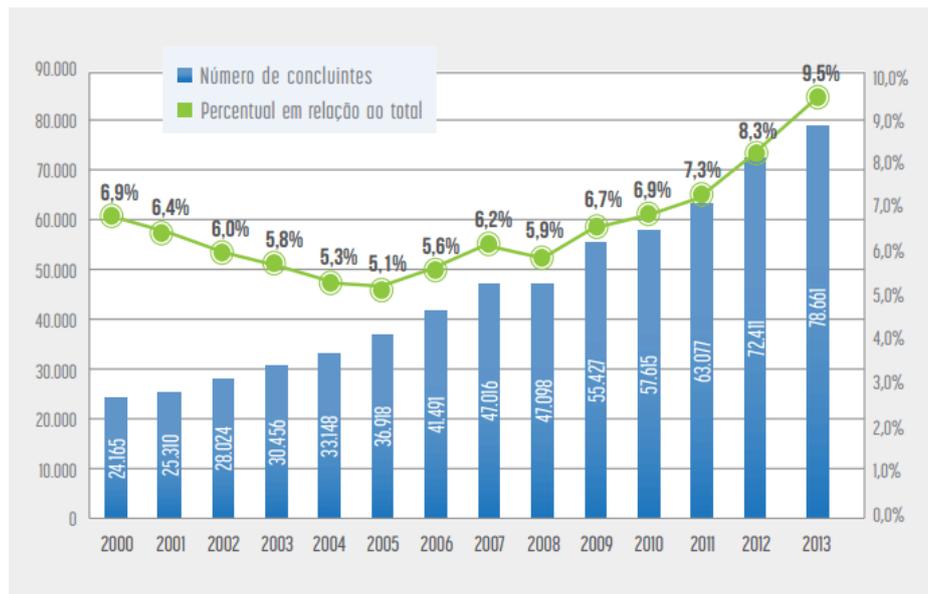


Figura 1 – Brasil: Número e percentual de concluintes de cursos de graduação nas engenharias e em relação ao total, 2000-2013

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) - Sinopse Estatística do Ensino Superior em <http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse>

Elaboração: Coordenação-Geral de Indicadores - ASCAV/SEXEC - Ministério da Ciência e Tecnologia.

O desafio que o Brasil enfrenta na área das engenharias é tanto quantitativo quanto qualitativo. De acordo com Cordeiro *et al.* (2008),

Enquanto o país possui cerca de seis engenheiros para cada mil pessoas economicamente ativas, os Estados Unidos e o Japão têm cerca de 25. Da mesma forma, atualmente, o Brasil forma em torno de vinte mil novos engenheiros ao ano, ao passo que a China forma trezentos mil; a Índia, duzentos mil e a Coreia, oitenta mil, está quatro vezes mais que o Brasil, embora sua população seja menos da metade. Está comprovado, apesar do crescimento percentual, que a formação de engenheiros no país é pouco significativa tanto no número de matrículas oferecidas como no total de concluintes em relação aos demais cursos.

Segundo estimativa do Instituto Euvaldo Lodi e do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (IEL & SENAI, 2006), o Brasil deveria formar sessenta mil novos engenheiros por ano para suprir a defasagem existente em relação aos demais países emergentes.

Hoje, as áreas de pós-graduação de engenharia subdividem-se em quatro grandes grupos: Engenharia I, englobando a Engenharia Civil e afins; Engenharia II, que engloba a Engenharia

de Minas e suas afins; Engenharia III, que engloba a Engenharia Mecânica e suas afins; por fim, a Engenharia IV; englobando a Engenharia Elétrica e suas afins.

Em que pese ao já considerável número de cursos de pós-graduação em engenharia em funcionamento, duas características merecem reflexão. As Figuras 2 e 3 apresentam o número total de Engenheiros por área com pós-graduação no ano de 2014, por nível (mestrado e doutorado),

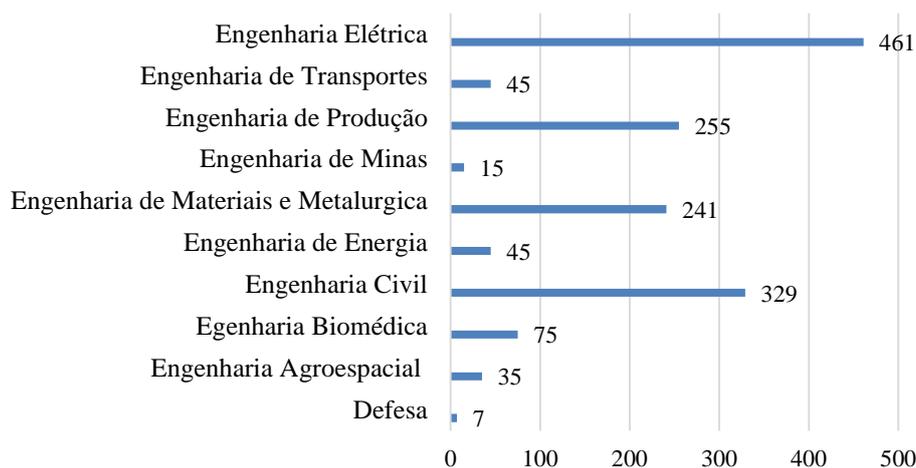


Figura 2 – Engenheiros Mestres, 2014

Fonte: Extração de dados da base de Currículos lattes em 31/01/2015.

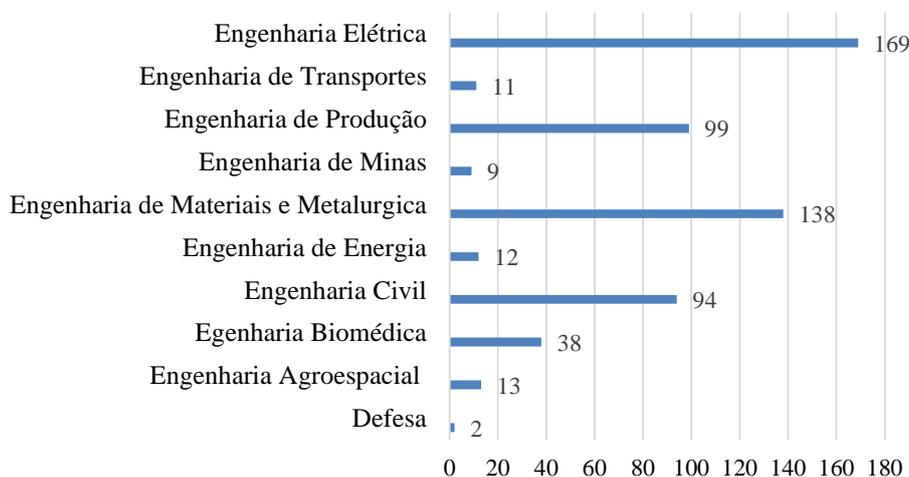


Figura 3 – Engenheiros Doutores, 2014

Fonte: Extração de dados da base de Currículos lattes em 31/01/2015

O Brasil precisa formar quadros de engenheiros (em nível de pós-graduação) em áreas mais estratégicas e que podem contribuir para tornar o país mais competitivo, como, por exemplo, na nanotecnologia, na química fina, em energias alternativas, entre outros (CORDEIRO *et al.*, 2008).

Outra característica que chama a atenção está relacionada ao número de cursos de engenharia em relação às demais áreas do conhecimento. A Figura 4 apresenta o percentual total de cursos de pós-graduação, por nível (mestrado e doutorado), recomendados pela Capes em funcionamento no Brasil em 2013. Fica evidenciado que o número de cursos de pós-graduação em engenharia representa 11,2 % para mestrados e 10,2% para doutorado do total de cursos, ou seja, muito pouco num cenário mundial de competição tecnológica.

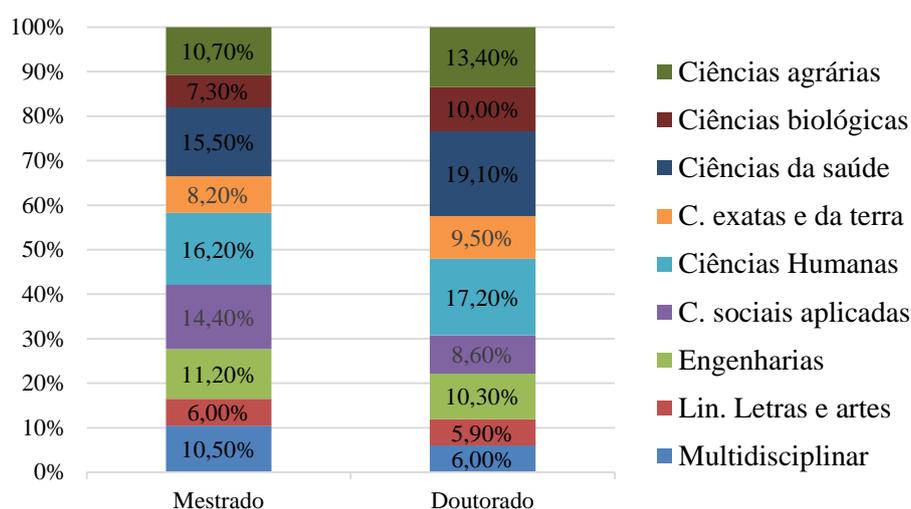


Figura 4 – Brasil: Total de alunos titulados nos cursos de mestrado e doutorado e participação percentual por grande área de avaliação, 2013.

Fonte: geocapes.capes.gov.br/geocapesds, extraído em 08/01/2015 às 10:01 hs.

Isso, somado ao número de concluintes de cursos de graduação em engenharia, em torno de 9,5% do total de alunos formados em nível de graduação no país (Figura 1) no mesmo ano (2013), torna-se motivo de preocupação nacional.

A preocupação fundamenta-se na necessidade de formação de mão de obra em quantidade e qualidade adequadas para responder ao desenvolvimento científico e tecnológico do país num momento histórico reconhecido como o século do conhecimento. A inovação científica e tecnológica carece de engenheiros formados em nível de mestrado e doutorado, capazes de promover a competitividade dos produtos e serviços do país (CORDEIRO *et al.*, 2008).

Diante deste número de pesquisadores (mestres e doutores), o Brasil apresentou uma distribuição da produção de um modo geral similar à produção mundial. Houve concentração da produção científica brasileira acima da média mundial nas áreas de Ciências Biológicas e Agrárias. Em relação a outras áreas, a distribuição da produção brasileira foi próxima à média mundial em áreas como Medicina, Física e Astronomia, Química, Bioquímica e Genética, e significativamente e abaixo da média na de Engenharias, Ciência da Computação, Ciência dos Materiais (Figura 5).



Figura5 –Participação percentual da produção científica do Brasil e do mundo, por área do conhecimento, em relação aos respectivos totais, 2013.

Fonte: SCImago. (2007). SJR SCImago Journal & Country Rank. <http://www.scimagojr.com>.

Elaboração: Coordenação-Geral de Indicadores - ASCAV/SEXEC - Ministério da Ciência e Tecnologia.

Esses resultados, em parte, decorrem do viés das bases de dados utilizadas, que enfatizam áreas e temas de maior atenção mundial do que os de maior interesse regional, e segundo BARROS (2007).

O peso da assimetria projetou-se, todavia, mais fortemente entre os países mais desenvolvidos e aqueles em desenvolvimento. Poucos são os exemplos daqueles que têm logrado dar saltos qualitativos dentro do novo modelo competitivo baseado sobretudo em conhecimento e capacidade tecnológica. Tem-se observado, assim, uma concentração impressionante do crescimento econômico num número reduzido de países. Essa situação de grandes desigualdades econômicas que implica, entre outras consequências, carência e instabilidade de recursos para educação, ciência e tecnologia tem naturalmente reflexos diretos na configuração atual da produção do conhecimento em âmbito mundial (BARROS, 2007).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo mostra um resumo quanto aos três indicadores analisados– produção científica, à formação de recursos humanos: o número de concluintes em instituições de ensino superior e o número de profissionais graduados em Engenharia e, também, o total de alunos titulados nos cursos de mestrado e doutorado quanto a participação percentual por grande área de avaliação doutores/mestres titulados

Assim, percebe-se a importância e necessidade de discussão sobre a formação do engenheiro, tanto quantitativa, como qualitativa. Ressaltamos que o Ministério da Educação, o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Ministério da Indústria podem, e devem trabalhar em conjunto para que a melhoria da formação do engenheiro e seu exercício profissional possam evoluir positiva e rapidamente neste século XXI.

Os desafios para o país tratam de recuperar o dinamismo na evolução destes indicadores, de tal forma que possam ser construídas as bases para o desenvolvimento econômico e social, tendo como fundamento a capacidade nacional para a produção de conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, F. A. F. Concentração técnico-científica: uma tendência em expansão no mundo contemporâneo? Inovação Uniemp [online]. vol.3, n.1, pp. 40-41, 2007.

BLOTTNITZ, H. V.; CASE, J. M.; FRASER, D. M. Sustainable development at the core of undergraduate engineering curriculum reform: a new introductory course in chemical engineering. *Journal of Cleaner Production*, pp. 300-307, 2015.

BRASIL.MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Assessoria de Acompanhamento e Avaliação da Secretaria-Executiva. Disponível em <http://www.mcti.gov.br>. Acessado em 03/05/2015.

BRASIL.MEC. Ministério da Educação. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/>. Acessado em 03/05/2015.

BRITO-CRUZ, C. H. A Universidade, a Empresa e a Pesquisa que o país precisa. *Parcerias Estratégicas*, número 8, pp. 5-30, 2000.

CALDAS, R. C. A construção de um modelo de arcabouço legal para a Ciência, Tecnologia e Inovação. *Parcerias Estratégicas*, v. 11, pp. 5-27, 2001.

CNPQ. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Disponível em <http://www.cnpq.br/>. Acessado em 07/08/2015.

FURTADO, A. F. Um estudo sobre o desafio do ensino de engenharia frente aos problemas econômicos, energéticos e a sustentabilidade. *Revista Encontro de Pesquisa em Educação Uberaba*, v. 1, n.1, p. 4-19, 2013.

IEL; SENAI. Instituto Euvaldo Lodi; Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. *Inova engenharia propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil*. Brasília, 103p, 2006. Disponível em http://www.nece.ctc.puc-rio.br/publicacoes/INOVA_ENGENHARIA.pdf. Acessado em 04/08/2015.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. *Sinopse Estatística do Ensino Superior*. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse>. Acessado em 07/08/2015.

CORDER, S. A política de financiamento à inovação no Brasil. *Economia & Tecnologia - Ano 04*, Vol. 14, pp. 87-100, 2008

CORDEIRO, J. S.; ALMEIDA, N. N.; BORGES, M. N.; DUTRAD, S.C.; VALINOTE, O.L.; PRAVIA, Z.M.C. Um futuro para a educação em engenharia no Brasil: desafios e oportunidades. Revista de Ensino de Engenharia, v. 27, n. 3, pp. 69-82, 2008.

GRYNSZPAN, F. A visão empresarial da cooperação com a universidade. Revista de Administração, [S. l.], v. 34, n. 4, pp. 23-31, 1999.

MACHADO, L. R. S. A educação e os desafios das novas tecnologias. In: FERRETTI, Celso et al. (Org.). Tecnologias, trabalho e educação. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

OLIVEIRA, A. H. A. Tecnologia e trabalho intelectual docente na universidade. Guarapari-ES: Ex Libris, 2009.

PÓVOA, J. M.; ARAÚJO-MOREIRA, F. M.; SILVEIRA, H. V. A engenharia e a inovação tecnológica. Seminário Internacional “Ciência e Tecnologia na América Latina A Universidade como Promotora do Desenvolvimento Sustentável”, Unicamp - Campinas – SP, 2004. Disponível em <http://www.eng-fis.df.ufscar.br/Publicacoes/UNICAMP2004.htm>. Acessado em 06/08/2015.

TORKOMIAN, A. L. V. Panorama dos Núcleos de Inovação Tecnológica no Brasil. In: Transferência de Tecnologia: Estratégias para estruturação e gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica. Campinas, SP: Komedi, 2009.

PERSPECTIVE OF SCIENCE INDICATORS, TECHNOLOGY AND INNOVATION IN THE AREA OF ENGINEERING

MENEZES, Cláudia Cardinale Nunes^{1*}; SANTOS, Sergio Menezes dos²; ALMEIDA, Cláudio Pessoa de¹; SILVA, Júnior César Neto¹; BORTOLI, Robélius¹

¹ Programa de Pós-graduação em Ciência da Propriedade Intelectual, Universidade Federal de Sergipe.

² Programa de Pós-graduação em Engenharia de Segurança no Trabalho, Universidade Tiradentes.

* e-mail: claudia.cardinale7@gmail.com

Abstract: *The diffusion of scientific and technological knowledge, essential for the development of the country, will only happen with a quality training to the demand that innovation requires them, crucial to implementing development. In particular training in engineering, since these professionals should be able to create and apply knowledge, promote research with companies through support for research and development (R & D). Discussed in this work the national indicators in the training of human resources of engineering and its influence on technological development. To this end, we used the indicators published by the Ministry of Science, Technology and Innovation and Ministry of Education and Culture. In this perspective, the training of engineers plays a fundamental role, as the intellectual capacity becomes both the main raw material as the main product of the new knowledge-based economy.*

Keywords: *Human Resources, Science and Technology, Engineering, Technological Innovation.*