

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E
DA SAÚDE

Luís Filipe de Miranda Grochocki

**A contribuição da CAPES para a internacionalização das engenharias no Brasil: o caso do
Programa Brafitec**

Porto Alegre, RS

2016

Luís Filipe de Miranda Grochocki

**A contribuição da CAPES para a internacionalização das engenharias no Brasil: o caso do
Programa Brafitec**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – como pré-requisito para obtenção do título acadêmico de mestre em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Almeida Guimarães

Linha de Pesquisa: Educação Científica: produção científica e avaliação de produtividade em ciência

Porto Alegre, RS

2016

CIP - Catalogação na Publicação

DE MIRANDA GROCHOCKI, LUÍS FILIPE
A CONTRIBUIÇÃO DA CAPES PARA A
INTERNACIONALIZAÇÃO DAS ENGENHARIAS NO BRASIL: O
CASO DO PROGRAMA BRAFITEC / LUÍS FILIPE DE MIRANDA
GROCHOCKI. -- 2016.
86 f.

Orientador: JORGE ALMEIDA GUIMARÃES.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da
Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em
Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-
RS, 2016.

1. INTERNACIONALIZAÇÃO DAS UNIVERSIDADES. 2.
PARCERIAS UNIVERSITÁRIAS. 3. MOBILIDADE
INTERNACIONAL. 4. INTERNACIONALIZAÇÃO DO CURRÍCULO.
5. EDUCAÇÃO EM ENGENHARIAS. I. ALMEIDA GUIMARÃES,
JORGE, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Luís Filipe de Miranda Grochocki

**A contribuição da CAPES para a internacionalização das engenharias no Brasil: o caso do
Programa Brafitec**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – como pré-requisito para obtenção do título acadêmico de mestre em Educação em Ciências.

Aprovada em 25 de julho de 2016

Prof. Dr. Jorge Almeida Guimarães – Orientador (UFRGS)

Prof. Dr. Diogo Onofre Gomes de Souza (UFRGS)

Prof. Dr. Carlos Eduardo Pereira (UFRGS)

Prof. Dr. Sandoval Carneiro Jr. (UFRJ)

Agradecimentos

Agradeço:

À CAPES pelas oportunidades que tive até hoje, e também pelo fornecimento dos dados para a realização desta pesquisa;

à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e ao Programa de Pós-graduação Educação em Ciências: Química da Vida e da Saúde, pelo alto nível dos conhecimentos compartilhados ao longo desta jornada;

ao Prof. Dr. Jorge Almeida Guimarães pelas oportunidades e orientações acadêmicas e profissionais que me proporcionou;

aos Profs. Drs. José Celso Freire Junior, João Fernando Gomes de Oliveira e Álvaro Toubes Prata pelas parcerias acadêmicas;

ao Prof. Dr. Jacques Gelas (CDEFI) pela parceria e fornecimento dos dados franceses para a realização desta pesquisa;

aos professores e coordenadores de projetos Brafitec pela disponibilidade e colaboração a este estudo;

à minha esposa, Luiza, pelo amor, companheirismo e apoio sempre presentes;

aos meus pais, Jorge Luiz e Gláucia, e irmãos, Henrique e Thaís, pela minha educação e formação.

A todos, o meu reconhecimento.

RESUMO

Este estudo é resultado de pesquisa realizada com coordenadores e ex-coordenadores de projetos de parceria universitária financiados por meio do Programa CAPES/Brafitec (*Brasil-France Ingénieur Technologie*). Um dos programas mais consolidados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o Brafitec viabiliza a formação de redes de cooperação entre Escolas de Engenharia do Brasil e da França. O Programa é resultado da parceria da CAPES com a CDEFI (*Conference des Directours d'Écoles et Formations d'Ingénieurs*) e, desde sua criação em 2002, já beneficiou 5.220 alunos brasileiros e 2.273 franceses por meio de 204 projetos financiados. Esta pesquisa objetiva avaliar a contribuição do Brafitec para: a internacionalização dos cursos de engenharia no Brasil; o reconhecimento recíproco de créditos; e a geração de oportunidades de prática profissional por meio de estágios em laboratórios e empresas no Brasil e na França.

Palavras-chave: internacionalização das universidades; parcerias universitárias; mobilidade internacional; internacionalização do currículo; duplo-diploma; estágios; engenharia; CAPES.

ABSTRACT

This study is based on a survey conducted with coordinators and former coordinators of university partnership projects funded within the CAPES/Brafitec Program (*Brazil-France Engineer Technology*). One of the most successful programs of the Brazilian Federal Agency for the Support and Evaluation of Graduate Education (CAPES), Brafitec enables the creation of cooperation networks among Brazilian and French Engineering Schools. The Program resulted from the agreement between CAPES and CDEFI (*Conference des Directours d'Écoles et Formations d'Ingénieurs*) and, since its establishment in 2002, it has benefited 5.220 Brazilian and 2.273 French students within 204 financed projects. This research aims to evaluate Brafitec's contribution to: the internationalization of engineering courses in Brazil; the mutual recognition/transfer of credits; and the establishment of work experience opportunities through internships at laboratories and companies in Brazil and France.

Keywords: internationalization of universities; university partnerships; international mobility; internationalization of the curriculum; dual degree; internships; engineering; CAPES.

SUMÁRIO

Introdução.....	7
Artigo 1 – Engenharia e desenvolvimento no Brasil, desafios e perspectivas: revisão e atualização do tema.....	9
Artigo 2 – Os programas de mobilidade de estudantes de graduação financiados pela CAPES.....	38
Artigo 3 – A contribuição do programa CAPES/BRAFITEC para a internacionalização dos cursos de graduação de engenharia no Brasil.....	50
Considerações Finais.....	72
Referências Bibliográficas.....	74
Anexo.....	77

INTRODUÇÃO

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), agência de fomento à formação de recursos humanos qualificados do Governo Federal, tem contribuído para o processo de internacionalização das universidades brasileiras por meio da gestão e do financiamento de programas de mobilidade internacional.

Desde sua criação, e em função de seus objetivos originários, a CAPES foca suas ações na melhoria dos programas de pós-graduação brasileiros. Contudo, desde o final da década de 1990, essa agência de fomento passou a financiar, ainda, programas de mobilidade internacional que visam a qualificação de graduandos e a internacionalização de seus cursos em suas universidades de origem. A implantação destes programas se dá, principalmente, por meio do financiamento de parcerias universitárias.

A partir da análise dos programas existentes, pode-se observar que foi dada ênfase à qualificação dos cursos de engenharias. Esta priorização ocorre em função dos papéis estratégicos que profissionais desta área têm desempenhado no mundo na produção de conhecimento tecnológico e de inovação, fatores essenciais para o desenvolvimento econômico e social do país. Além disso, o mundo globalizado e o crescimento econômico, sobretudo de países em desenvolvimento, têm demandado engenheiros com perfil diferenciado. Eles devem não apenas possuir conhecimento técnico das melhores tecnologias disponíveis em suas áreas de atuação, mas também perceber os desafios globais enfrentados atualmente, de modo a gerar soluções que atendam às necessidades de uma sociedade mais justa e igualitária. Esse perfil está necessariamente vinculado ao processo de internacionalização das engenharias nas universidades.

Atualmente, o programa brasileiro de maior relevância na formação internacional de engenheiros e na internacionalização de seus cursos, financiado pela CAPES, é o Brafitec (*Brasil-France Ingénieurs Technologie*). Criado em 2002, esta cooperação com universidades francesas já beneficiou 5.220 estudantes de engenharias brasileiros e 2.273 franceses por meio do financiamento de 204 projetos, envolvendo uma rede de 53 universidades brasileiras e 54 universidades francesas.

Este estudo objetivou proceder um levantamento geral sobre as características e desempenho técnico-científico das engenharias no Brasil; descrever e proceder uma análise geral sobre a contribuição dos programas de mobilidade da CAPES no processo de internacionalização dos cursos de graduação em engenharias nas universidades brasileiras; e analisar e avaliar o impacto do Programa Brafitec no processo de internacionalização dos cursos de engenharias beneficiados.

Ao longo desses três anos em que fui aluno do Programa de Pós-graduação Educação em Ciências: Química da Vida e da Saúde (o primeiro deles como aluno especial, tornando-me aluno regular em 2014), me dediquei à pesquisa da internacionalização das engenharias no Brasil. Essa pesquisa resultou em três artigos.

O primeiro deles, intitulado “Engenharia e desenvolvimento no Brasil, desafios e perspectivas: revisão e atualização do tema” reflete uma perspectiva mais ampla da necessidade precípua do investimento na formação e no treinamento de engenheiros para o desenvolvimento socioeconômico do país. Este estudo contou com a co-autoria dos Profs. Drs. Jorge Almeida Guimarães, João Fernando Gomes de Oliveira e Álvaro Toubes Prata e será submetido a publicação em revista internacional. Em seguida, é apresentado o texto “Os programas de mobilidade de estudantes de graduação financiados pelas CAPES”, o qual foi publicado como parte do capítulo “A internacionalização do ensino de engenharia: modelos, problemas e possíveis soluções” integrante do livro “Desafios da educação em engenharia: formação em engenharia, internacionalização e experiências metodológicas e proposições”. Este artigo descreve as políticas públicas apoiadas pela CAPES para a internacionalização dos cursos de graduação em engenharias. Finalmente, o terceiro artigo apresenta uma avaliação, conduzida em 2016, por meio de *survey* com os coordenadores e ex-coordenadores do BRAFITEC (Brasil-France Ingénieurs Technologie) em que é analisada a contribuição deste programa para a internacionalização dos cursos de engenharia no Brasil. Este artigo foi submetido e aceito na 28ª Conferência Anual da FAUBAI, em Fortaleza, assim como, seus resultados foram apresentados aos coordenadores brasileiros e franceses no 12º Fórum Brafitec, em Montpellier, França.

ARTIGO 1 – ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO NO BRASIL, DESAFIOS E PERSPECTIVAS: REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO TEMA¹

Luís Filipe de Miranda Grochocki (CAPES/MEC), João Fernando Gomes de Oliveira (Departamento de Engenharia de Produção/USP), Álvaro Toubes Prata (Departamento de Engenharia Mecânica/UFSC) e Jorge Almeida Guimarães (EMBRAPII).

Resumo

Este artigo apresenta uma análise atualizada oito anos depois da primeira publicação do artigo “Engenharia e Desenvolvimento no Brasil, Desafios e Perspectivas”². Inicialmente são discutidas as relações entre o desempenho do setor industrial e o amadurecimento da engenharia no país. A importância das engenharias para a operação dos sistemas de produção e serviços é destacada. São também mostrados dados comparativos sobre a geração de conhecimento nas diversas áreas das engenharias no Brasil em relação ao quadro mundial destas áreas. A geração de conhecimento em engenharia no Brasil é, então, comparada à Coreia e Holanda. Em seguida, o Programa Ciência sem Fronteiras é apresentado como importante ferramenta para a qualificação dos estudantes de engenharia no Brasil. Conclui-se que a engenharia é um poderoso instrumento para promover o desenvolvimento social de um país e são apresentadas algumas indicações sobre a orientação estratégica brasileira no desenvolvimento das engenharias.

¹ Artigo a ser submetido a periódico internacional especializado.

² GUIMARÃES, JORGE; OLIVEIRA, JOÃO; PRATA, ALVARO. Engenharia e Desenvolvimento no Brasil, Desafios e Perspectivas”- Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Vol. 1, n. 25 (dez 2007) – Brasília : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos : Ministério da Ciência e Tecnologia, 2007. Disponível em:http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/307/301. Acesso em: 20 de setembro de 2014.

Introdução

O Brasil voltou a ocupar, desde 2005, o ranking das dez maiores economias do mundo, chegando a alcançar a 6ª posição no PIB, em 2011, com perspectivas de subir neste ranking em anos futuros. A estabilização monetária e a adoção de políticas públicas sociais de redistribuição de renda e diminuição da taxa de desemprego, combinadas a um cenário externo favorável e a um mercado interno fortalecido, garantiram um ciclo de crescimento econômico e de inclusão social nos últimos anos.³

Contudo, pesquisas recentes demonstram que a produtividade do país não acompanhou o crescimento econômico, especialmente no que diz respeito à indústria. Diferentemente do que ocorreu nas décadas anteriores, entre 2001 e 2009, houve maior disparidade na relação entre o PIB per capita e o crescimento da produtividade, isto é, o PIB per capita brasileiro evoluiu significativamente na referida década, enquanto a produtividade permaneceu relativamente estável. Esse distanciamento ocorreu principalmente devido à forte correlação entre o crescimento do PIB e o aumento da força de trabalho e do poder de compra, mas com menores contribuições significativas de produtividade.⁴

Estudo do Boston Consulting Group (BCG) concluiu que a contribuição do ganho de produtividade para o crescimento do PIB no Brasil na última década foi de apenas 26%, enquanto os restantes 74% foram atribuídos à queda do desemprego – cenário bem diferente daqueles encontrados na China e na Índia, em que a contribuição da produtividade ao PIB atinge 93% e 82%, respectivamente. Por fim, é importante ressaltar que o pequeno crescimento da produtividade

3 Estudo divulgado pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE), mostra que de 2002 a 2012 o percentual da população brasileira pertencente à classe média aumentou de 38% para 52%. BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. Desigualdade, Heterogeneidade e Diversidade. Revista Vozes da Classe Média - Caderno 2 (nov. 2012) - Brasília: SAE, 2012. p. 17. Disponível em: <http://www.sae.gov.br/site/wp-content/ciclodopalestras/livro.php?id=121204180855-51e2317d73f748b48c1586288e1dd27c&name=Vozes%20da%20Classe%20Media%20Segundo%20Caderno>. Acesso em: 20 de setembro de 2014.

4 De NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. Evolução Recente dos Indicadores de Produtividade no Brasil. Radar: tecnologia, produção e comércio exterior/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura. - n. 28 (ago. 2013) - Brasília: Ipea, 2013. p.p. 7-15. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/130911_radar28.pdf. Acesso em: 20 de setembro de 2014.

brasileira ocorreu, sobretudo, nas indústrias extrativa e agropecuária, setores diretamente envolvidos com recursos naturais e com relativo baixo valor agregado.⁵

Considerando que a taxa de desemprego baixou consideravelmente nos últimos anos, não é possível apostar somente no aumento significativo da população economicamente ativa para aumentar o PIB. Para que o Brasil retome o ciclo virtuoso de crescimento econômico e desenvolvimento social é necessário, portanto, que haja um salto nas taxas de produtividade e na capacidade de inovação, principalmente por meio da qualificação da mão-de-obra⁶ e da integração entre os setores de pesquisa e industrial.

Vivemos intensamente a economia do conhecimento, em que os insumos principais da produção deixam de ser os bens físicos em favor do trabalho intelectual. Assim, o trabalho de criação de novos produtos e novas tecnologias passa a ter valor crescente no mundo contemporâneo. Portanto, o desafio atual, mesmo para os países desenvolvidos, é dominar a tecnologia de ponta nos setores industriais, gerando uma grande quantidade de empregos de maior nível intelectual. Geralmente, esses empregos trazem maiores benefícios sociais, tanto pela oportunidade de criação de novos negócios como pela maior riqueza gerada e, sobretudo, pela inserção dos jovens em processos demandantes da inovação criadora.

Ademais, as inovações tecnológicas, o desenvolvimento da infraestrutura nacional, o surgimento e o estabelecimento das indústrias e empresas de pequeno e médio porte, demandam, no conjunto, contingentes de engenheiros bem qualificados. Serão eles os projetistas, gerentes técnicos e operadores, constituindo a maior parcela do corpo inteligente do segmento industrial. Demonstração clara disso é o avanço demonstrado nas últimas décadas por diversos países, antes tecnologicamente emergentes, como Índia, Espanha, China, Coreia do Sul, Taiwan e Cingapura, cuja base do desenvolvimento tem sido a ênfase nos processos industriais demandantes de quadros

5 UKON, Masao; BEZERRA, Julio; CHENG, Simon; AGUIAR, Marcos; XAVIER, André; LE CORRE, Jean. Brazil: Confronting the Productivity Challenge. The Boston Consulting Group. BCG, 2013. p.p. 9-10. Disponível em: https://www.bcgperspectives.com/Images/Brazil_Confronting_the_Productivity_Challenge_Jan_2013_tcm80-126015.pdf. Acesso em: 20 de setembro de 2014.

6 Pesquisa em 36 países a respeito da dificuldade de empresas em encontrar mão de obra qualificada, classificou o Brasil em segundo lugar, atrás apenas do Japão. Esta escassez ocorre tanto em cargos para técnicos quanto para engenheiros.

qualificados das engenharias. Vale lembrar que são todos atuais concorrentes diretos do Brasil e contra os quais se leva grande desvantagem na pauta de exportações de manufaturados.

Conclui-se, portanto, que a engenharia é poderoso instrumento para promover o desenvolvimento social de uma Nação. No caso do Brasil, que possui inúmeras vantagens comparativas e imensas riquezas naturais, verifica-se que no estágio atual do seu desenvolvimento há grande necessidade de um corpo de engenheiros bem formados e com competência consolidada. Há, pois, que se fomentar uma expressiva formação de recursos humanos nas diversas áreas das engenharias, capacitando o País para explorar seus diversos nichos de competitividade.

A Pesquisa e o Desenvolvimento nas Universidades e Centros de P&D no Brasil

Um aspecto positivo desse desafio diz respeito ao segmento científico. Neste sentido, constata-se que o Brasil alcançou, nas duas últimas décadas, extraordinário desempenho, ocupando desde 2008 a 13ª posição em produção científica no cenário mundial, ultrapassando países com muito maior tradição na pesquisa e formação de recursos humanos, como Holanda, Taiwan, Suíça, Suécia, Bélgica, Dinamarca, Israel e muitos outros.

Espera-se que o Brasil ocupe a 10ª posição no ranking mundial da ciência na próxima década, o país se situará assim, entre os 10 países com maior capacidade de produção de conhecimentos novos no mundo, uma situação de maior similaridade com sua posição no ranking mundial do PIB, à semelhança, também, da correlação observada para os países mais desenvolvidos na comparação PIB x produção científica. A esse extraordinário desempenho da ciência brasileira deve ser acrescentada a curiosa constatação de que o investimento em C,T&I no Brasil em relação ao PIB, é significativamente inferior quando comparado ao de outros países: em 2010, o Brasil ficou classificado em 22º lugar (0,63%) em investimento governamental, perdendo para Áustria (1,07%), Islândia (1,05%), Coreia do Sul (1,03%), Finlândia (1%) e Suécia (0,99%), entre outros países, conforme demonstra a figura 1.

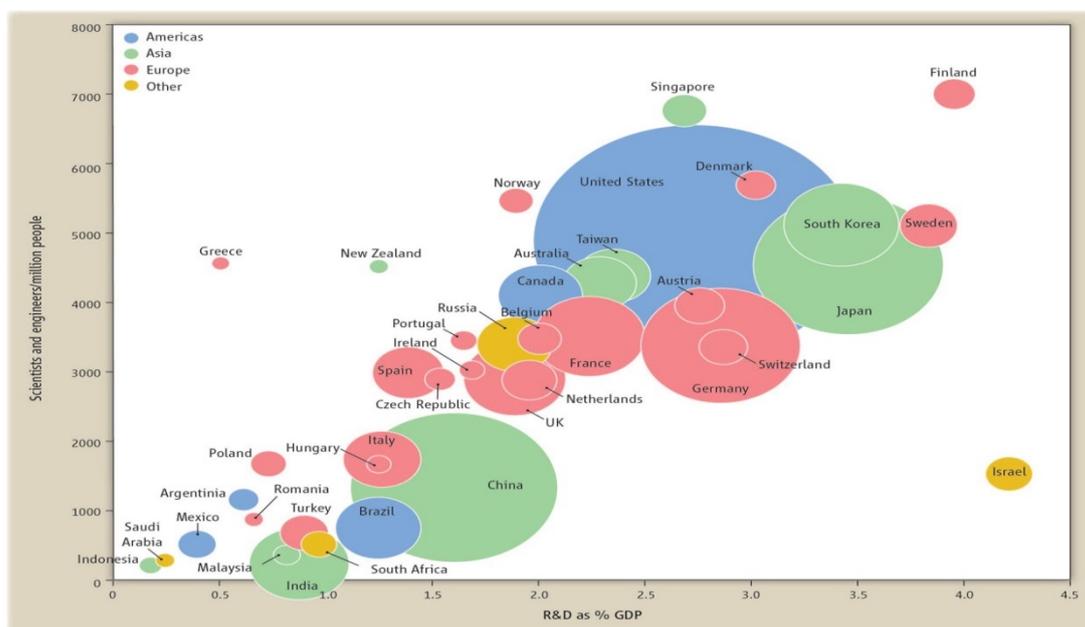


Figura 1. R&D spending by country in 2011 by percent of GDP and percent of population who are scientists and engineers. The size of the circles show the country's total R&D spending. (Disponível em: <http://www.sciencemag.org/content/342/6160/817/F2.large.jpg> Fonte: Press, W.H. **Science** 342: 817 – 822, 2013).

A esse propósito, parece importante constatar que há, aparentemente, um limite mínimo de cerca de 1,5% do investimento do PIB em C,T&I para permitir aos países ocuparem posição de maior destaque no contexto do desenvolvimento sócio-econômico das nações.

Os significativos resultados da ciência brasileira decorrem, na verdade, da circunstância de que nosso destacado desenvolvimento científico ocorre nas universidades, especialmente nos cursos de pós-graduação, os quais produzem milhares de dissertações e teses ao ano (em 2013 foram cerca de 45 mil dissertações de mestrado e 15 mil teses de doutorado), que de fato subsidiam nossa produção científica reconhecida internacionalmente.⁷

Não obstante o Brasil ter alcançado tal resultado científico, o seu desempenho é ainda sofrível no que se refere ao registro de patentes depositadas no exterior em período equivalente e que poderiam tornar-se tecnologia industrial aplicada. Por diversas razões, entre elas a juventude do nosso sistema universitário, a interação universidade x empresa demorou e ainda se desenvolve a passos lentos no Brasil. Assim sendo, e até mesmo por falta de uma efetiva demanda industrial, a

⁷ Geocapes. Disponível em: <http://geocapes.capes.gov.br/geocapesds/#>. Acesso em: maio de 2015.

comunidade universitária tem orientado as pesquisas dando ênfase na produção acadêmica, ou seja, em direção desalinhada daquela experimentada pela comunidade industrial nos países desenvolvidos.

Talvez pelas mesmas razões, constata-se também uma baixa interação entre os grupos e centros de pesquisa na colaboração e compartilhamento em rede dos conhecimentos gerados, objetivando a sua aplicação em empresas. Adicionalmente, a tecnologia industrial básica (TIB) aqui desenvolvida não resulta, muitas vezes, em ganhos de produtividade devido à referida distância existente entre os objetivos das empresas e dos centros de pesquisas. Por fim, as empresas nacionais investem pouco em pesquisa e desenvolvimento e o número de cientistas e pesquisadores que atuam em atividades fins nas empresas nacionais é ainda muito pequeno comparado com o que se verifica na Alemanha, Canadá, China, Coréia do Sul, EUA, França, Japão e Rússia, países que possuem um processo mais acelerado de desenvolvimento tecnológico (Figura 2).

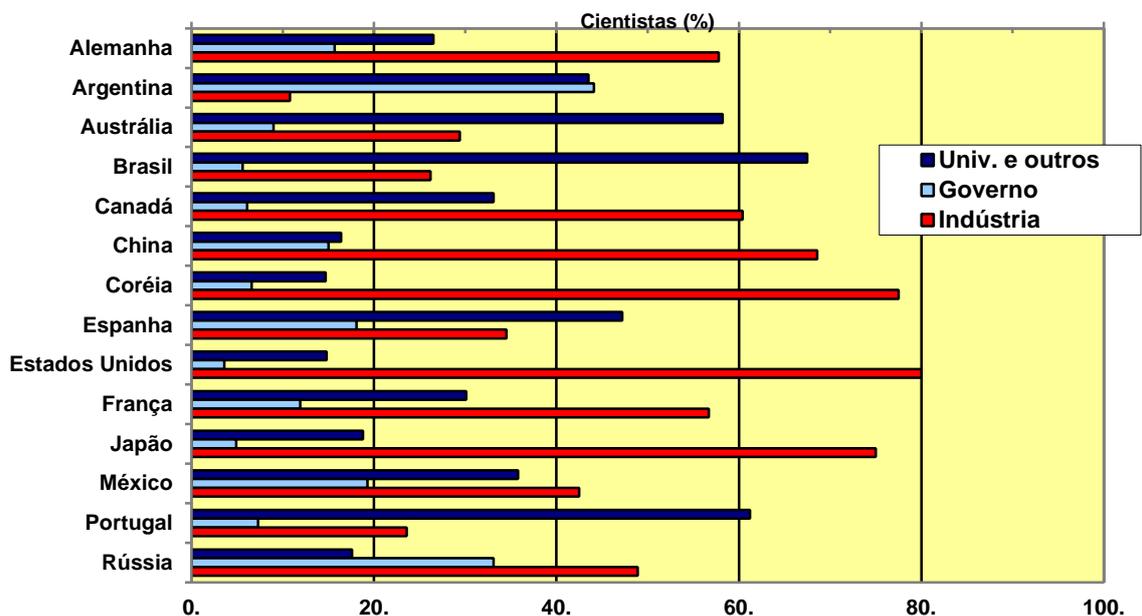


Figura 2 - Setor em que atuam os pesquisadores em diversos países. (MCTI, Bernardo, Sérgio, Seminário Patentes INPI-FEA/UNICAMP 2012, <http://www.slideshare.net/camilobt/seminario-patentes-inpifeaunicamp2012>)

Em relação aos Institutos de Pesquisa, percebe-se também que seus planejamentos são resultados das visões pouco articuladas dos pesquisadores com poucos componentes induzidos pelos órgãos supervisores. A prática dos EUA há de ser destacada. Lá os *National Labs* recebem missões de desenvolvimento de pesquisa dos respectivos ministérios supervisores, de forma já articulada com empresas, que resultam em produtos tecnológicos de interesse nacional e muitas vezes comprados pelo próprio governo. Essa cultura de programas de pesquisa integrados é quase inexistente no Brasil. O máximo que se faz é priorizar área de atuação, o que normalmente resulta num conjunto de conhecimentos de qualidade, mas desarticulados entre si e das empresas.

Por outro lado, há diversos bons exemplos de iniciativas e casos de sucesso. Podem-se mencionar alguns em relação à engenharia brasileira, como o desenvolvimento de tecnologia de extração de petróleo em águas profundas com intensa participação da COPPE-Rio, a indústria aeronáutica acoplada ao complexo CTA/ITA, o apoio amplo ao desenvolvimento das engenharias com o programa REENG/RECOPE, o desenvolvimento de métodos e ferramentas que transformaram a automação bancária no Brasil em uma das melhores do mundo, e a pesquisa conjunta entre grupos brasileiros e alemães em engenharia de manufatura por meio do Programa Bragecrim (Brazil Germany Collaborative Research Initiative on Manufacturing Technology).

Apesar de suas fragilidades estruturais, a produção de patentes vem aumentando no Brasil desde 1999, fazendo com que o país ocupe, atualmente, a 25ª posição em depósitos de patentes no mundo. Contudo, verifica-se que quantidade significativa das patentes depositadas provém de universidades brasileiras. Como exemplo, destacamos que dentre as 10 principais instituições depositárias de patentes no Brasil, em 2013, três são universidades, sendo que a UNICAMP e a UFMG ocupam a segunda e terceira posições, respectivamente, à frente de poderosas empresas nacionais, como Vale e Petrobrás.

Dez principais instituições titulares de registros de patentes, com prioridade brasileira (2013)

Depositante	Total	Ranking Mundial
WHIRLPOOL S.A.	48	443
UNICAMP	24	864
UFMG	18	1137
VALE S.A.	17	1202
PETROBRAS	13	1515
ELECTROLUX DO BRASIL S.A.	9	2048
EMBRAPA	8	2280
UFRJ	8	2280
EVOLUÇÕES ENERGIA LTDA	7	2602
MAHLE METAL LEVE S.A.	7	2602
TOTAL	657	25

Tabela 1 - Fonte: World Intellectual Property Organization (WIPO).
(http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/country_profile/profile.jsp?code=BR)

Neste sentido vale mencionar o excelente estudo de Narim et al. (1997) que mostra que nos países tecnologicamente mais competitivos (EUA, Japão, Alemanha, Inglaterra, Canadá e outros), as patentes registradas são largamente referendadas pelo conhecimento científico gerado no próprio país. Esses países, portanto, raramente se apropriam do conhecimento científico produzido em outras nações, muito menos por seus competidores.

No caso dos EUA, 73% das patentes industriais são fundamentadas cientificamente pelo conteúdo teórico e técnico obtido das publicações científicas produzidas pelo setor acadêmico a

partir das pesquisas financiadas com recursos públicos das agências de fomento americanas (Narim et al., 1997). No caso do Brasil, utilizando um enfoque comparativo, De Meis et al. (2007) mostram que há uma estreita e positiva correlação entre a produção científica e o número de patentes. Os dados indicam claramente que o número de patentes registradas tanto no Brasil como nos EUA cresceram e crescem paralelamente ao aumento da produção científica e à titulação de mestres e doutores oriundos dos cursos de pós-graduação. Assim, tendo o Brasil um sistema de C,T&I tão recente (últimas cinco décadas), e ao mesmo tempo com tão elevado desempenho científico, resta agora provocar o estímulo à transformação do conhecimento acumulado (C,T&I) em atividade produtiva (P,D&I), uma aberta convocação ao espírito inerentemente inovador que deve marcar um segmento industrial moderno e competitivo.

A figura 3 apresenta uma comparação entre Brasil e Coréia do Sul no que se refere ao número de patentes depositadas no USPTO (United States Trade and Patent Office) e também aos recursos despendidos pelas empresas em pesquisa e desenvolvimento, nas décadas de 1980 e 1990. Observa-se que há uma nítida correlação entre os recursos aplicados em pesquisa e desenvolvimento pelas empresas e o volume de patentes registradas. Nota-se também que no início dos anos oitenta Brasil e Coréia possuíam os mesmos números, mas nos anos subsequentes houve um crescimento vertiginoso tanto nos recursos alocados à pesquisa como nas patentes depositadas por parte da Coréia do Sul.

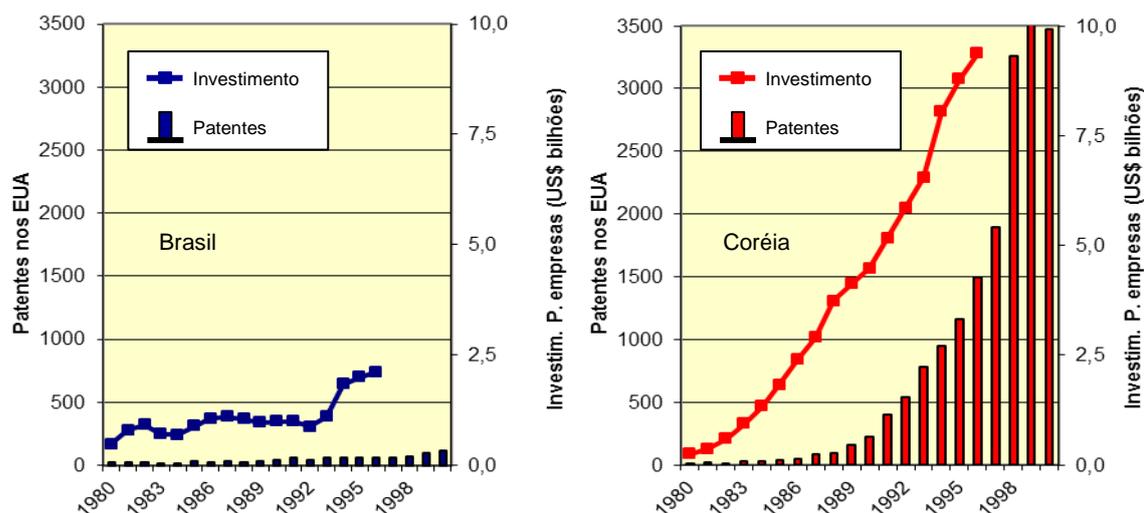


Figura 3 - Patentes depositadas nos EUA e investimento das empresas em P&D para o Brasil e a Coréia. (C. H. Brito Cruz, palestra 3ª CNCTI 2005, www.cgee.org.br/cncti3/)

Em virtude do exposto, o esforço para aumentar a competitividade das empresas brasileiras deve ser pensado de forma diferenciada. Ele implica no aproveitamento máximo da capacidade de C,T&I instalada nas universidades brasileiras. Deve considerar a busca pelo domínio de tecnologias inovadoras e a criação de um ambiente empresarial evoluído composto por grandes empresas de manufatura rodeadas por pequenas empresas de alta tecnologia, capazes de criar novos produtos e vender serviços de altíssimo valor agregado. A relação saudável com as instituições acadêmicas deve incluir o oferecimento de educação de qualidade aos profissionais requeridos pelos empreendimentos e também incubar novas tecnologias de ponta. Cabe mencionar o cenário desfavorável a empresas de pequeno porte: os marcos fiscal e regulatório parecem conspirar contra os empreendedores, especialmente na incubação de novos negócios. Estes aspectos dificultam enormemente a instituição e consolidação de pequenas empresas e “start-ups”.

Certamente as Engenharias exercem um papel fundamental nesse contexto. Sua consolidação e estruturação devem obedecer a princípios que potencializem o desenvolvimento empresarial. Tais princípios incluem grande integração com o setor empresarial e uma distribuição consistente entre suas áreas de atuação.

A Pesquisa e o Desenvolvimento em Empresas no Brasil

É sabido que o Brasil realiza pouca pesquisa e desenvolvimento no setor industrial, quando comparado ao que se verifica em países mais desenvolvidos. O entendimento de grande parte dos empresários sobre o que é P,D&I está muito vinculado a uma dependência tecnológica estrangeira. Um levantamento realizado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) mostra que, nas empresas nacionais, o investimento em P,D&I corresponde ao treinamento de pessoas, despesas com produtos e aquisição de máquinas. Destaque-se que o conceito de recursos humanos que orientou as respostas dos empresários no levantamento da CNI está restrito ao treinamento de operadores de máquinas e pessoal de venda e, portanto, muito aquém do que se discute neste artigo.

Estudo da Conference Board demonstrou que, em 2013, a produtividade média de funcionários de empresas brasileiras era de US\$ 10,8 por hora de trabalho, enquanto Chile (US\$20,8), México (US\$16,8) e Argentina (US\$13,9) apresentaram média bem superior. Ademais,

no ano passado, o crescimento do índice de produtividade brasileiro foi de apenas 0,8% enquanto na China alcançou 7,1%.⁸ Para que este índice melhore, serão necessários investimentos em educação, tecnologia e inovação.

Os pesquisadores que atuam no Brasil em atividades fins ligadas à pesquisa e ao desenvolvimento estão majoritariamente nas universidades e institutos de pesquisa, conforme ilustrado na figura 2. Este cenário contrasta com o que se observa em outros países onde a maioria dos pesquisadores concentra-se nas indústrias. Em termos absolutos, o número de cientistas e engenheiros atuando nas universidades brasileiras é superior ao da Coréia, e o que nos falta é uma política e um sistema de planejamento das instituições que inclua a colaboração entre universidade e empresas na pesquisa com a consequente fixação de pesquisadores no setor industrial.

Duas necessidades básicas podem ser identificadas no setor de recursos humanos qualificados para pesquisa e desenvolvimento. A primeira é a formação de competências para atuar em centros de P,D&I nas indústrias, e a segunda é a formação de profissionais aptos para operar no sistema empresarial em crescimento. Para a primeira demanda, uma maior integração entre empresas e universidades é requerida, e a mola mestra é o desenvolvimento dos projetos integrados que atendam aos interesses de ambos os setores. A colaboração com o setor empresarial faz com que os setores acadêmicos entendam as demandas empresariais de geração de conhecimento. Assim, tal colaboração é muito importante e deve ser buscada pelas instituições de pesquisa em Engenharia. Para a segunda demanda, é necessário que haja uma distribuição equilibrada de capacidade das diversas áreas da engenharia nacional.

Para suprir a necessidade de melhoria no planejamento das instituições em áreas com mais potencial de interação com empresas, o Ministério da Ciência e Tecnologia assinou um contrato de Gestão com a EMBRAPPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial. O contrato, que tem também como interveniente o Ministério da Educação, prevê um sistema de planejamento de instituições selecionadas, chamadas de Unidades EMBRAPPII, onde uma subvenção adicional é

8 The Conference Board. Corporate Sustainability in Brazil Disponível em: <http://www.conference-board.org/publications/publicationdetail.cfm?publicationid=2763>. Acesso em: 10 de outubro de 2014.

oferecida para o cumprimento de programas de pesquisa claros e com área de competência bem definida de forma integrada com empresas.

O sistema EMBRAPPII vêm oferecendo bons resultados já há quase 4 anos e conseguiu fomentar mais de R\$ 220 milhões em cerca de 100 projetos com a participação de empresas. O interessante desse modelo é que as empresas têm flexibilidade para escolha das demandas tecnológicas e a resposta das Unidades EMBRAPPII é muito rápida.

O Desafio das Pequenas e Médias Empresas

A demanda das indústrias de manufatura e de equipamentos (agrícolas, automobilísticos, eletrônicos, etc.) ressalta a posição crítica de desenvolvimento industrial atual, em que se manifesta a necessidade crescente de maior participação e desempenho das pequenas e médias empresas.

Em 1994, por meio do Plano Real, o Brasil teve sua moeda fortalecida por um período de quatro anos. Nesse período, a relação cambial quase unitária entre o dólar e o real criou um atrativo para o investimento em indústrias no Brasil. A partir de 1994, o investimento brasileiro anual em linhas de montagem de automóveis, por exemplo, chegou a atingir patamares da ordem de dois bilhões e quinhentos milhões de dólares por ano, cerca de cinco vezes maior do que os valores anteriormente praticados. A maioria dessas empresas apostou em um modelo de negócios baseado na montagem de peças importadas para fornecimento no mercado interno. Assim, a lucratividade era alta tanto devido ao significativo valor dos automóveis no Brasil comparados aos praticados no exterior como devido à relação cambial. Entretanto, a partir de 1999, a moeda brasileira desvalorizou-se, tornando tal modelo de negócios praticamente inviável. A grande capacidade ociosa das montadoras de automóveis gerou demanda de fornecedores, criando importante oportunidade de desenvolvimento para a indústria nacional para atender ao mercado mundial. Assim como no exemplo apresentado para a indústria automobilística, outros setores tiveram suas infraestruturas ampliadas no Brasil. Entretanto, de uma maneira geral, esses setores ainda carecem de resposta dos sistemas de produção de componentes para aumentar suas taxas de utilização.

Paralelamente, a carência de conhecimentos científico-tecnológicos é frequentemente constatada, particularmente, em pequenas e médias empresas. Este cenário tem, conseqüentemente,

determinado o desenvolvimento lento destas empresas, afetando, sobremaneira, a pauta de exportações. Sabidamente, empresas empenhadas na pesquisa e na inovação, aprimoram seus processos produtivos e têm maiores chances de obter sucesso.

Nesse contexto, a concepção de uma estratégia para o desenvolvimento da produção interna de componentes, com base nas indústrias de extração e nas usinas produtoras de matérias primas, assume grande importância para que o País responda rapidamente às oportunidades de exportação de produtos com mais elevado valor agregado. Tal desenvolvimento está intimamente relacionado à disponibilidade de engenheiros bem formados no país.

Outro ponto a ser destacado é a dificuldade que as pequenas empresas, após terem se consolidado no mercado com base na tributação reduzida pelo SIMPLES, têm em migrar para o sistema de Lucro Presumido, onde a tributação passa de 12% para cerca de 43% do faturamento bruto, o que inviabiliza os negócios. Nesse sentido, a formação de empresas médias é pequena, sendo elas, no mundo todo, as mais aptas a desenvolver inovações mais disruptivas.

Demandas para o Sistema de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia

A pesquisa e a pós-graduação têm sido fomentadas de uma forma unívoca e monolítica no Brasil. Para que se tenha agora um salto em qualidade e quantidade em engenharia é preciso entender o papel de cada uma de suas subáreas, contemplando as características e peculiaridades de cada setor. Em engenharia, dois aspectos necessitam ser abordados: a) adoção de um modelo de gestão de pesquisa que acompanhe e realimente as demandas empresariais da engenharia nacional, e b) garantia de equilíbrio entre as diversas áreas da engenharia para que o desenvolvimento de uma dê suporte ao das outras.

Um exemplo de modelo de gestão que aproxima a academia do setor industrial é apresentado na figura 4. Observam-se na parte inferior da figura os elementos básicos para que uma empresa tenha competitividade: estratégia, desenvolvimento de produto, logística e gestão da produção, e tecnologia de fabricação. Todos estes elementos devem ser apoiados por sistemas e ferramentas informatizadas. Na parte superior da figura são apresentadas as áreas de pesquisa e pós-graduação que devem ser desenvolvidas no meio acadêmico para dar suporte e sustentação ao

setor empresarial. O desenvolvimento deve ocorrer tendo como base as demandas empresariais. Por sua vez, as respectivas áreas de pesquisa e pós-graduação precisam ainda estar integradas entre si e realimentadas pelo setor industrial. As áreas listadas contemplam demandas de empresas que atuam em diferentes setores e podem variar dependendo do tipo de empresa e do segmento de mercado.

O segundo aspecto a ser considerado no fomento à pesquisa e pós-graduação em engenharia é o equilíbrio que deve existir entre as áreas. Por exemplo, a indústria mecânica depende da eletrônica para o desenvolvimento dos seus sistemas de controle e monitoramento e, desta forma, não é possível ter uma indústria mecânica forte e competitiva sem uma boa engenharia elétrica. Tal distribuição na quantidade de recursos humanos e de pesquisa nas diferentes áreas da engenharia pode ser estabelecida a partir de uma referência mundial. Essa distribuição será apresentada e discutida mais a frente. O Brasil precisa observar este padrão para planejar sua estratégia de desenvolvimento das engenharias. A figura 5 mostra o modelo da figura 4 com uma expectativa de participação de engenheiros. Ressalta-se a grande demanda de atividades de planejamento de alto nível que deve ser desenvolvida por engenheiros de produção em diversos segmentos. O papel de tais profissionais necessita ser estudado a fundo no sentido de oferecer aos estudantes o aprendizado sobre as ferramentas modernas essenciais para o sucesso no desenvolvimento empresarial.

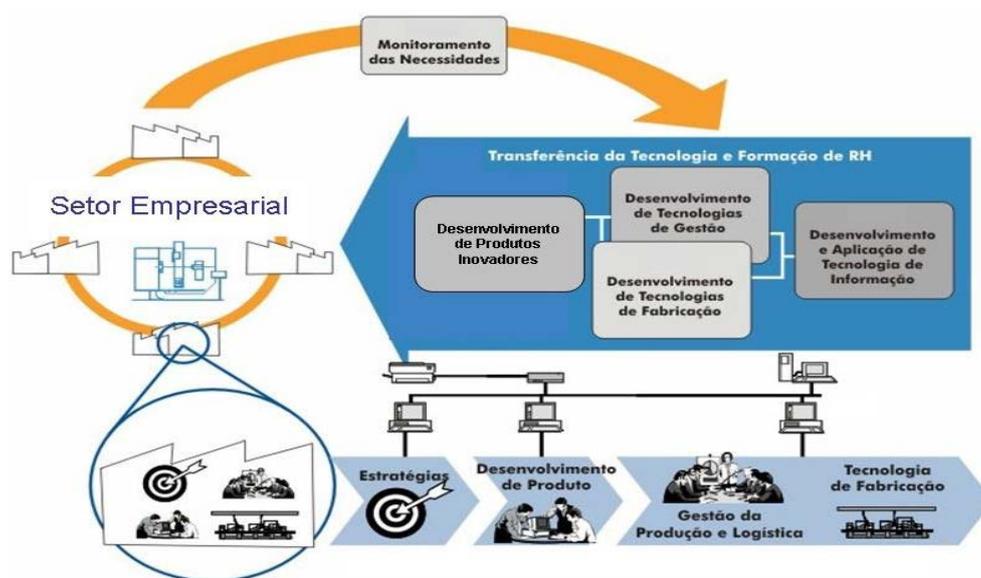


Figura 4 – Modelo para apoiar o setor empresarial no Brasil (ref. IFM, proposta MCTI).

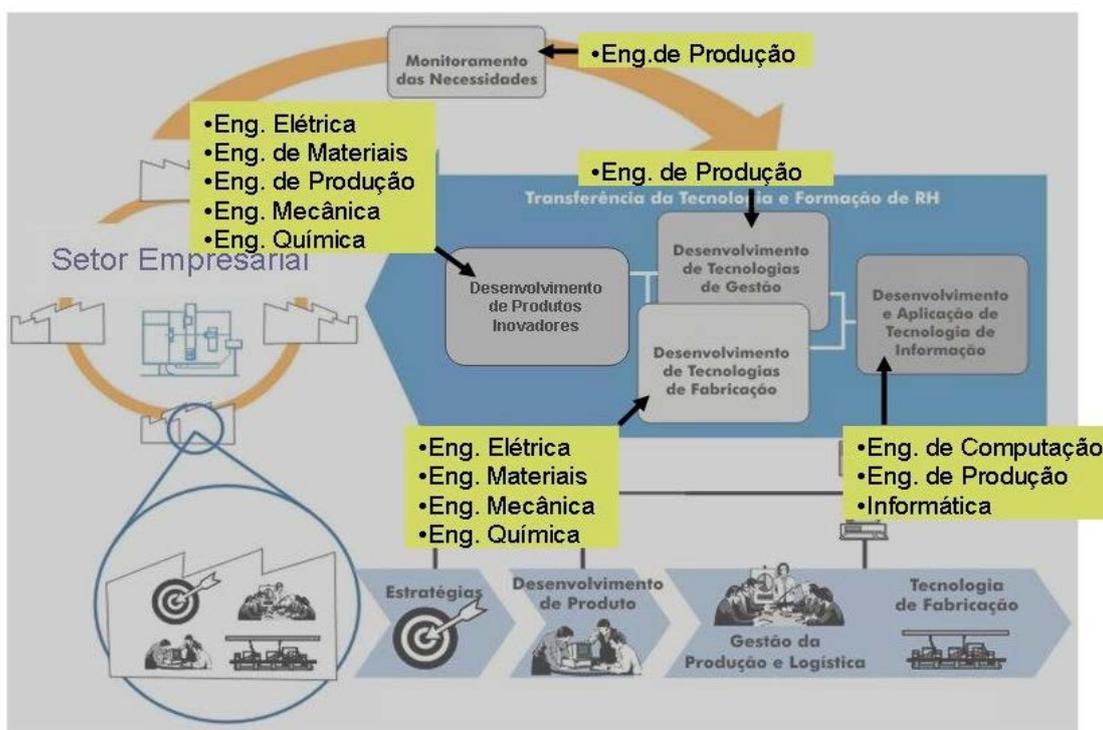


Figura 5 – Participação de Engenheiros Pesquisadores no modelo da Figura 4.

Crescimento Econômico e Desenvolvimento das Engenharias no Brasil e no Mundo

Poucos países detêm produção científica mundial em engenharia em revistas indexadas. Cerca de 80% do que se publica no mundo em engenharia se deve a dez países: China (inclusos Hong Kong, Macau e Taiwan), Estados Unidos, Reino Unido, Coreia do Sul, Japão, França, Alemanha, Canadá, Índia e Irã. Estes são também líderes na produção tecnológica mundial. Vale destacar nesse grupo a presença da China, Índia, Canadá e Coreia do Sul, competidores do Brasil em vários setores comerciais. O Brasil perdeu posições na produção em engenharias e ocupa atualmente a 18ª posição, respondendo por cerca de 1,55% da produção científica mundial (aproximadamente 28.000 artigos entre 2009 e 2013). A figura 6 apresenta em forma gráfica a participação mundial em engenharia dos principais países. Um aspecto a ser notado é que o Brasil é o único país da América Latina a figurar entre os 20 mais produtivos em engenharia, sendo reconhecidamente detentor da melhor engenharia.



* Valores aproximados, ver Tabela 2.

Figura 6 - Participação mundial por país⁹ na publicação qualificada em engenharia (2010 a 2014).

Fonte: Base de dados InCitesTM, Thomson Reuters – 2012

Há ainda uma correlação direta entre a produção em engenharia e os indicadores econômicos de cada país, conforme ilustra a tabela 2. A análise desta tabela reforça as teses apresentadas no presente artigo que indicam a importância da engenharia para o desenvolvimento econômico do país. Observa-se que, à exceção do Brasil e do México, as quinze maiores economias do mundo são as que mais publicam em engenharia. Outro aspecto muito interessante é a relação entre a produção científica em engenharia e o PIB dos países asiáticos emergentes como Coréia do Sul, Cingapura e Malásia. A classificação destes países como produtores de conhecimento em engenharia é melhor do que seus respectivos PIB's, com destaque para Cingapura, 19º país mais produtivo, mas 36º em PIB. A preocupação com a engenharia nestes países explica e antecipa seu crescimento econômico.¹⁰

⁹ Cabe destacar que a China ocupa a primeira colocação na participação de publicações em engenharia mesmo se sua produção não contabilizar Macau, Taiwan e Hong Kong, conforme Tabela 2. Se considerarmos somente a produção da China continental, a quantidade de publicações cai para 106.397, mas ainda é superior à Americana.

¹⁰ De acordo com levantamento da NSF (Science and Engineering Indicators, 2012), nos Estados Unidos, cerca de 4% do total de diplomas de graduação concedidos são da área de engenharias (2008); nos países asiáticos, esse índice é de 19%, atingindo 31% na China. Este número quando comparado com os 6% verificados para o Brasil, mostram nossa fragilidade neste indicador. Science and Engineering Indicators: 2012 Digest. National Science Foundation. Jan, 2012.

Tabela 2 - Produção dos 26 países mais produtivos em engenharias e seus indicadores econômicos
(entre parênteses a classificação mundial do país para o indicador).

	Prod. Eng. (2010-2014) ¹	PIB (2013 est.) (bn US\$) ²	Prod. Ind. (bn US\$) (2013) ²	Prod. Manf. (bn US\$) (2013) ²	Consum. Ener. Elet. (2011) (TWh) ²	Depósitos. de Patentes PCT. (2013) ³
China	132.529 (1)	9.240 (2)	4.055 (1)	2.941 (1)	4.432 (1)	21.514 (3)
USA	104.425 (2)	16.768 (1)	3.184* (2)	1.966* (2)	4.127 (2)	57.441 (1)
Reino Unido	30.838 (3)	2.678 (6)	454 (9)	218 (11)	346 (11)	4.847 (7)
Coréia do Sul	29.919 (4)	1.304 (14)	459 (8)	370 (5)	505 (8)	12.381 (5)
França	25.624 (5)	2.806 (5)	461 (7)	249 (9)	476 (10)	7.905 (6)
Japão	25.075 (6)	4.919 (3)	1.512 * (3)	1.073* (3)	1.003 (3)	43.771 (2)
Alemanha	24.611 (7)	3.730 (4)	984 (4)	710 (4)	579 (6)	17.913 (4)
Canadá	23.250 (8)	1.826 (11)	420 ** (14)	162** (15)	565 (7)	2.845 (12)
Índia	22.961 (9)	1.875 (10)	428 (12)	223 (10)	835 (5)	1.320 (17)
Irã	21.956 (10)	368 (32)	N.D.	N.D.	199 (18)	4 (85)
Itália	21.895 (11)	2.149 (8)	444 (11)	287 (6)	327 (12)	2.868 (11)
Espanha	20.438 (12)	1.393 (13)	313 (17)	166 (14)	258 (13)	1.705 (14)
Austrália	14.777 (13)	1.560 (12)	395 (16)	104 (19)	239 (15)	1.604 (16)
Turquia	12.609 (14)	822 (18)	193 (19)	125 (17)	197 (19)	805 (23)
Polônia	9.950 (15)	525 (23)	155 (25)	88 (21)	147 (23)	332 (29)
Holanda	8.602 (16)	853 (17)	174 (22)	91 (20)	117 (28)	4.188 (9)

	Prod. Eng. (2010-2014) ¹	PIB (2013 est.) (bn US\$) ²	Prod. Ind. (bn US\$) (2013) ²	Prod. Manf. (bn US\$) (2013) ²	Consum. Ener. Elet. (2011) (TWh) ²	Depósitos. de Patentes PCT. (2013) ³
Rússia	8.395 (17)	2.096 (9)	652 (5)	266 (7)	927 (4)	1.191 (20)
Brasil	8.390 (18)	2.245 (7)	475 (6)	250 (8)	480 (9)	657 (25)
Cingapura	7.549 (19)	297 (36)	70 (43)	52 (28)	43 (49)	838 (22)
Suécia	7.208 (20)	579 (22)	118 (30)	72 (25)	132 (25)	3.945 (10)
Malásia	6.483 (21)	313 (35)	126 (29)	74 (24)	122 (26)	308 (31)
Bélgica	6.041 (22)	524 (24)	96 (35)	56 (27)	88 (32)	1.103 (21)
Suíça	5.983 (23)	579 (20)	162 (24)	114 (18)	62 (39)	4.372 (8)
Grécia	5.247 (24)	242 (43)	35 (55)	20 (50)	59 (43)	111 (42)
Portugal	5.143 (25)	227 (48)	45 (51)	26 (45)	51 (46)	144 (39)
México	4.506 (26)	1.260 (15)	422 (13)	215 (12)	249 (14)	233 (32)

¹Base de dados InCitesTM, Thomson Reuters (2012); ²The World Bank Development Indicators (WDI); ³World Intellectual Property Organization (Depósitos internacionais via WIPO Administered Treaties-PCT).

* Dados referentes ao ano de 2012;

** Dados referentes ao ano de 2010.

Adicionalmente, quando se analisa as produções industriais e de produtos manufaturados (quarta e quinta colunas da tabela 2), respectivamente, a correlação com a produção científica em engenharia se torna ainda mais forte. Novamente, o México é a exceção entre os países com destaque no PIB (15º maior PIB do mundo) e que não está entre os que mais produzem: é 13º colocado na produção industrial e 12º na produção de produtos manufaturados. Outro aspecto a ser destacado é que quase 44% do PIB chinês, e 40% do PIB da Malásia, advêm do setor industrial, sendo os maiores percentuais verificados entre os países analisados¹¹.

¹¹The World Bank Development Indicators (WDI).

A sexta coluna da tabela acima apresenta o consumo de energia elétrica dos países. Dentre os 26 países que mais produzem artigos em engenharia, 17 estão entre aqueles que mais consomem energia elétrica.

Por fim, a última coluna apresenta a quantidade de depósitos internacionais de patentes por país. Cabe destacar o excelente desempenho da Holanda neste critério, sendo sua posição no ranking de patentes significativamente superior aos demais indicadores. Outros destaques são Suíça (8°), Suécia (10°), Finlândia (13°), Israel (15°), Dinamarca (18°), Áustria (19°) e Bélgica (21°), países que apresentam resultados mais positivos na geração de patentes quando comparados a outros melhor qualificados na produção de conhecimento em engenharias, assim como na produção industrial e manufaturada.

Em relação a esta tabela pode-se observar que os pequenos países asiáticos (Coreia do Sul, Cingapura e Malásia) possuem posição destacada em relação à produção qualificada em engenharia quando esta é comparada com seus indicadores econômicos. Por outro lado, Brasil e México possuem produção qualificada em engenharia inferior aos indicadores econômicos demonstrados.

A seguir é explorada a distribuição das publicações em engenharia no mundo e no Brasil por área de conhecimento. Como se verifica nas figuras abaixo, as três maiores áreas (materiais, computação e elétrica) correspondem aos ramos das engenharias com a maior produção científica no Brasil (48,9%) e também no mundo (50,9%), sendo que a área de materiais lidera a produção tanto no Brasil (23,1%) quanto no mundo (24,7%). Tais números confirmam informações que já estão disponíveis por outros indicadores, ou seja, que apesar da área de materiais ser aquela onde mais publicamos, industrialmente, ainda precisamos melhorar nossa participação mundial. Isto representa uma inversão em relação aos sete países apontados acima, nos quais o desempenho tecnológico (depósito de patentes) é mais elevado do que a produção acadêmica.

Em termos de publicações a engenharia química brasileira, assim como a ambiental/energia, está muito bem colocada, enquanto que a área de nanociência e nanotecnologia está mais defasada quando comparada com os percentuais que se pratica em termos mundiais.

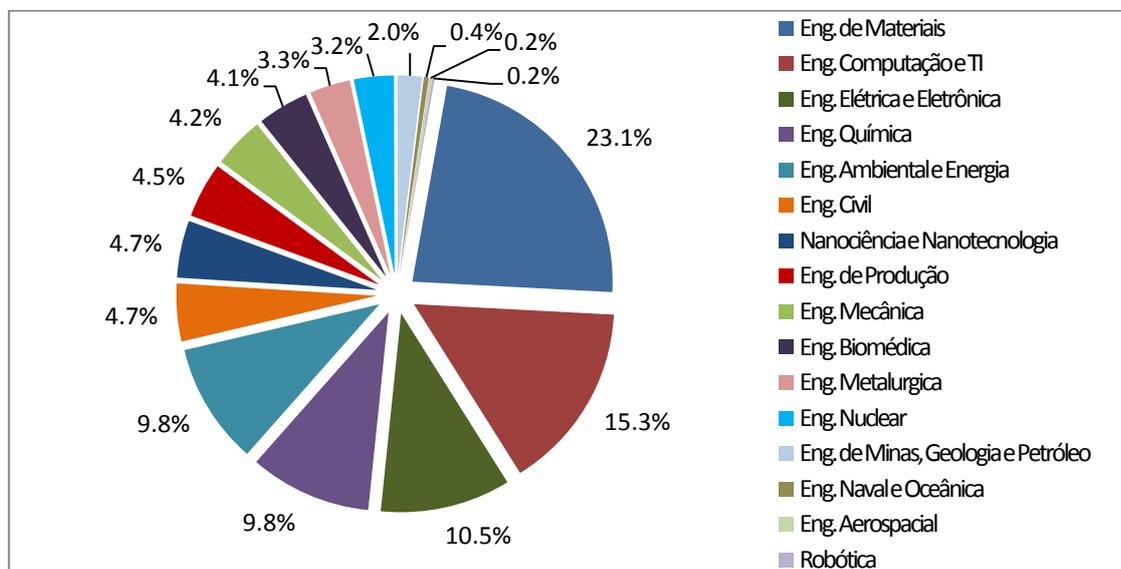


Figura 7. Distribuição brasileira por área das publicações qualificadas em engenharia (2010 a 2014)
Fonte: Base de dados InCitesTM, Thomson Reuters – 2012

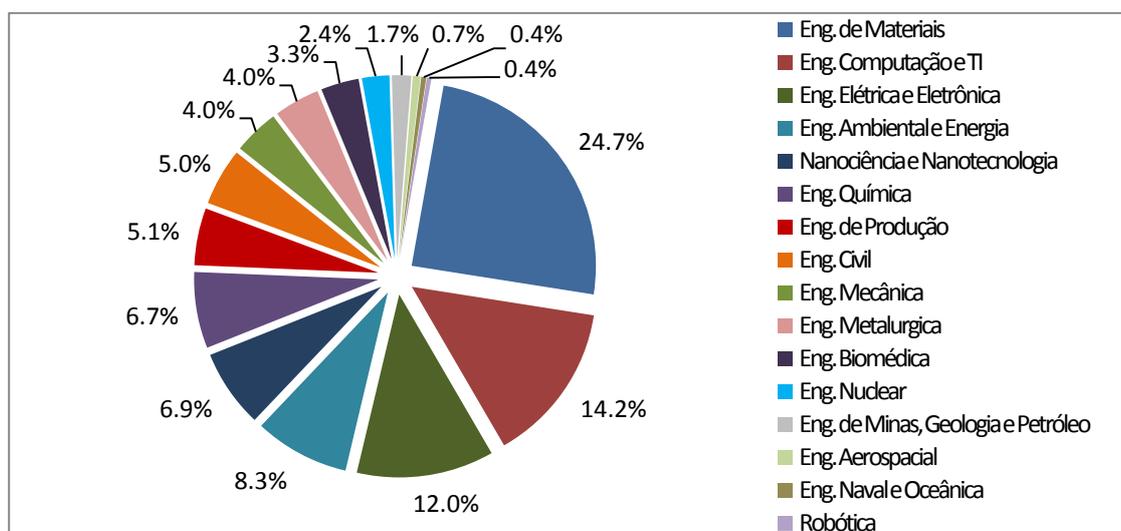


Figura 8. Distribuição mundial por área das publicações qualificadas em engenharia (2010 a 2014)
Fonte: Base de dados InCitesTM, Thomson Reuters - 2012

Interessante comparar, ainda, a produção brasileira nas diversas áreas da engenharia com a produção das mesmas áreas na Coreia e Holanda. Estas informações estão apresentadas na figura 9.

Similar ao Brasil, a área mais produtiva das engenharias na Coreia é materiais, mas as diferenças são cinco vezes em favor do país asiático. Assim como, nas áreas de química e eletrônica

a diferença para a produção brasileira é de quase o triplo. Contudo, a maior diferença em publicações está em na área da Nanociência e Nanotecnologia em que a Coréia produz oito vezes mais.

O perfil de participação na produção de conhecimentos científicos novos das áreas de engenharia na Coréia é próprio de países com altas taxas de desenvolvimento industrial onde a indústria de transformação e a alta tecnologia demandam uma engenharia avançada.

Em comparação à Holanda, a produção Brasileira é mais equilibrada. Contudo, a Holanda se destaca, sobretudo, nas áreas de computação e aeroespacial, enquanto o Brasil a supera em materiais, química, metalurgia e minas, geologia e petróleo. Logo, pode ser interessante uma reflexão a respeito do modelo adotado pela Holanda para transformar sua produção de conhecimento em uma maior geração de patentes quando comparado a países de produção similar em engenharia como o Brasil.

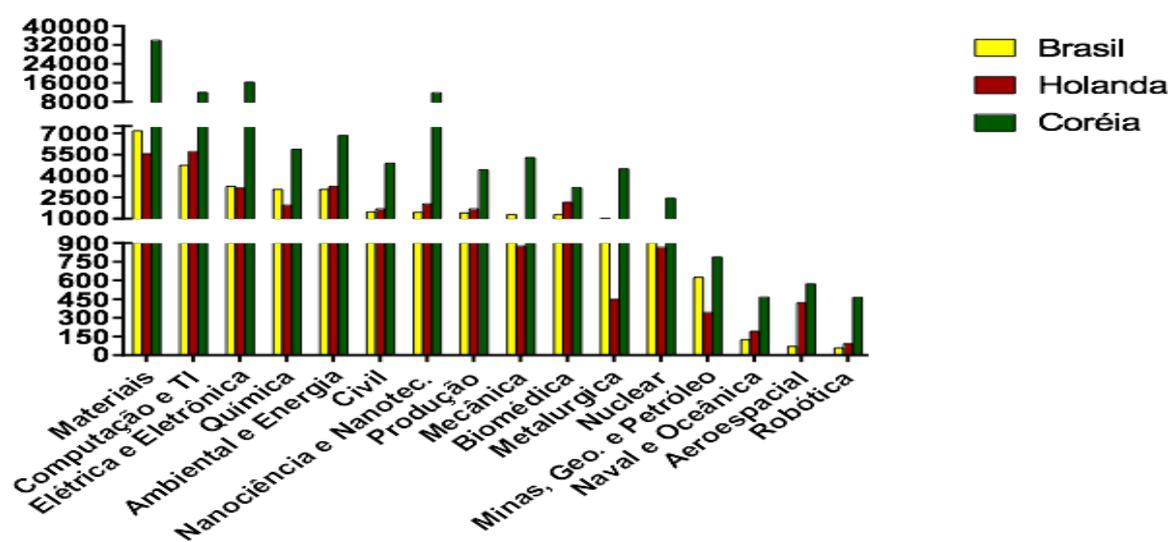


Figura 9. Comparação da produção qualificada nas diversas áreas da engenharia entre Brasil, Holanda e Coréia do Sul (2010 a 2014)

Fonte: Base de dados InCitesTM, Thomson Reuters – 2012

O Programa Ciência sem Fronteiras

Lançado em 26 de julho de 2011, o Programa Ciência sem Fronteiras (CsF) tornou-se instrumento estratégico do Governo Brasileiro para o investimento na formação qualificada de

profissionais das engenharias e demais áreas tecnológicas. O Programa visou a mobilidade de até 101 mil estudantes e pesquisadores brasileiros a Instituições de Ensino Superior e laboratórios estrangeiros, de reconhecida excelência no ensino e na pesquisa. Objetivou, ainda, atrair jovens e renomados pesquisadores para que desenvolvam projetos de pesquisa junto a grupos científicos e tecnológicos no Brasil.

Administrado e executado pela CAPES e CNPq, o Programa é financiado, principalmente, com recursos públicos (75.000 bolsas). Contudo, em função de seu caráter estratégico para o desenvolvimento do país, despertou interesse da iniciativa privada. Assim, empresas brasileiras (Petrobrás, Vale e Eletrobrás), estrangeiras (Boeing, Shell, BG Group, Statoil, Petrogal) e grupos diretamente interessados (FEBRABAN) ofereceram co-financiar 26 mil bolsas adicionais, totalizando a meta de 101 mil.

Com ênfase na qualificação acadêmica de engenheiros e no desenvolvimento de um perfil de pesquisador voltado para as demandas da iniciativa privada, o Programa inova ao complementar as atividades dos bolsistas por meio da realização de estágios profissionais no exterior com alto impacto em sua formação. Com este objetivo, foram assinados vários acordos de cooperação entre as agências financiadoras (CAPES e CNPq) e empresas parceiras do programa, as quais oferecem vagas de estágios em suas matrizes e filiais em diferentes países. Dentre as empresas participantes, pode-se destacar Boeing, Amgen, NASA, Hyundai, Samsung, Shell, Praxair, General Motors, Mitsui e Huawei. Ao oferecer os estágios no exterior, as companhias têm encontrado no programa CsF a oportunidade de identificar, ainda na universidade, jovens talentos altamente qualificados que podem ser aproveitados como força de trabalho em suas filiais ao retornar ao Brasil.

Conforme demonstra a Figura 10, até dezembro de 2014, as agências cumpriram a meta do Programa e concederam 101.446 bolsas, sendo 55.304 o número de estudantes beneficiados na área das engenharias e correlatas, o que constitui mais de 50% do total do Programa.

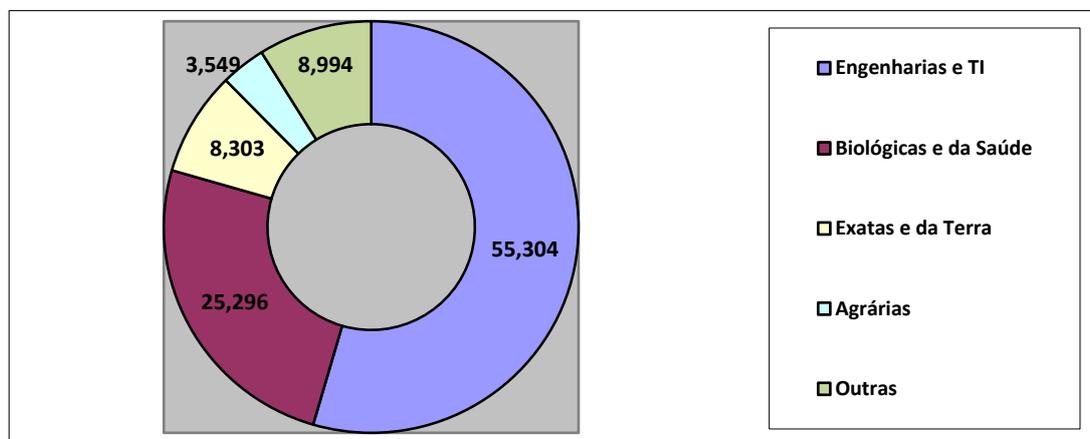


Figura 10. Bolsas Ciência sem Fronteiras – Grandes áreas contempladas (2011 a 2014)
 Fonte: Base de dados da CAPES/CNPq.

Espera-se que este contingente de alunos beneficiados retorne ao Brasil com perfil diferenciado, possuindo conhecimento técnico de algumas das melhores tecnologias disponíveis em suas áreas de atuação, como também a visão de como aplicar o estudo teórico para a resolução dos desafios globais enfrentados atualmente. Este é o perfil de engenheiro desejado, conforme descrito pelo Presidente do “Olin College of Engineering”, Richard K. Miller¹²:

“The role of the engineer we envision is that of “systems architect” of complex technical, social, economic, and political systems capable of addressing the global challenges we now face. Such engineers must be creative in conceiving, implementing, and managing the technologies that will shape our future. They must not only be applied scientists who are capable of predicting, creating, and developing the new science and technologies, but also organizational leaders and project managers capable of explaining complex socio-technical issues directly to the public, establishing trust through effective leadership, planning and implementation of integrated projects that deliver desired outcomes—not just products or devices—and do this on time and on budget. (...)

The educational implications of producing such engineers are substantial. Not only must these engineers continue to possess exceptional proficiency in STEM subjects, but they must also have substantial new abilities. In particular, they must have a broad awareness of complex global issues, a passion or strong motivation to make a positive difference in the world in the largest sense, and a “can-do” attitude that is characteristic of the best “social entrepreneurs” and political or organizational leaders. These new attitudes, behaviors, and motivations are essential to the preparation of the engineers needed for the Grand Challenges.”

¹²MILLER, Richard K. "From the Ground up" Rethinking Engineering Education in the 21st Century" Proceedings of 2010, Simpósio em Engenharia e Educação Liberal, junho de 2010. Disponível em: < http://www.olin.edu/about_olin/pdfs/Union%20College_From%20the%20Group%20Up.pdf >. Acesso em: 7 de fevereiro de 2013.

A visão de Richard Miller, têm sido implementada na prática tanto na Olin College em Massachussets como também no Brasil, no INSPER. Nela, o aluno preocupa-se em definir um problema de engenharia com base em uma necessidade humana passando pelo projeto do produto, sua fabricação até o desenvolvimento da Empresa/Negócio para sua exploração comercial. Todas as etapas da aprendizagem são repletas de atividades práticas, onde os alunos desvendam mistérios da tecnologia antes de se aprofundar nas teorias de apoio.

Um desafio para o Brasil é o de ampliar as experiências de Olin e Insper para suas principais escolas de engenharia para formar engenheiros mais motivados, criativos e inovadores.

No que diz respeito à atração de jovens talentos e pesquisadores renomados, o Programa CsF possibilitou a mobilidade e instalação no Brasil de 504 recém doutores e em missões de curta duração de 775 pesquisadores visitantes renomados. Neste sentido, Arvind Gupta, ex-Presidente da Universidade de British Columbia e criador do Mitacs, declara que cada aluno que decide ficar no país agrega instantaneamente um valor de US\$500 mil a economia local, além de impactos mensuráveis no PIB ao longo dos anos. Logo, o viés de atração de pesquisadores ao Brasil pode trazer imensos benefícios em um futuro próximo.

Cabe ressaltar que, antes do lançamento do Programa CsF, a CAPES já sinalizava aumento significativo na concessão de bolsas para alunos das engenharias, mas definitivamente este número teve um grande crescimento a partir de 2012, conforme pode ser observado na Figura 11.

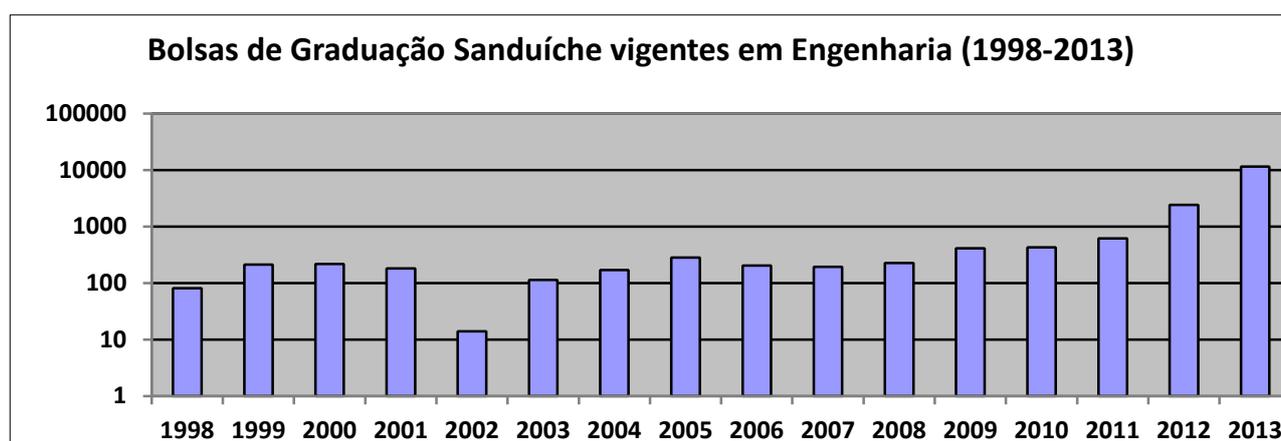


Figura 11. Bolsas de Graduação-Sanduíche vigentes em Engenharia (1998 a 2013). Escala logarítmica. (Base de dados da CAPES/CNPq).

Desafios e Perspectivas

A partir da análise apresentada, pode-se perceber que o desenvolvimento da Engenharia é um importante requisito para dar suporte ao sucesso empresarial e econômico no Brasil.

Há claramente a necessidade de se aumentar a proporção de doutores e titulados em engenharias com o objetivo de se ter uma maior quantidade de profissionais habilitados a operar o sistema empresarial e científico em engenharia. Destaca-se a demanda por profissionais aptos a realizar tarefas de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PDI) em empresas, fortalecendo esse elo fraco do sistema empresarial brasileiro.

A necessidade de aumento na formação de doutores em engenharia tem sido destacada nos Planos Nacionais de Pós Graduação – PNPG, sobretudo no último PNPG (2011-2020), no qual a ampliação da pós-graduação brasileira nas áreas tecnológicas e das engenharias foi definida como um dos maiores desafios para articulação entre a pesquisa acadêmica e o mundo empresarial, sendo vital para o desenvolvimento de setores estratégicos ao país.

Outro desafio que claramente se apresenta é o aumento da formalização dos conhecimentos gerados no país em engenharia por meio de publicações de qualidade.

O fortalecimento de algumas das áreas de engenharia, que são imprescindíveis para uma estratégia brasileira de desenvolvimento também deve ser planejado. O fortalecimento nas áreas de Engenharia Química e Elétrica, por exemplo, é uma necessidade para dar suporte à nossa indústria. Nota-se que a Engenharia Química corresponde a 10.2% de nossa produção bibliográfica, enquanto que essa fração no mundo está próxima a 12.4% de toda a engenharia. Esse tipo de análise, apesar de simplificada, representa um caminho para a busca de um equilíbrio entre as áreas de engenharia que se inter-relacionam, e nos ajuda a entender como o país se insere no cenário mundial. Ainda considerando a indústria química*, observe-se que os produtos químicos representam a quarta maior participação no PIB industrial e o faturamento líquido da indústria química brasileira ocupa a sexta posição em nível mundial. Não obstante, o déficit na nossa balança comercial de produtos químicos tem aumentado enormemente e passou de US\$ 1,5 bilhão em 1991 para US\$ 32,2 bilhões em 2013, indicando a necessidade de fortalecer a engenharia química nacional.

A análise dos papéis dos engenheiros nas empresas e na pesquisa deve ser também um guia para o estabelecimento de prioridades de desenvolvimento do setor. Destaca-se, ainda, que deve ser dada ênfase na integração entre as engenharias, sobretudo entre a Engenharia de Produção e as outras modalidades.

O domínio de tecnologias habilitadoras de inovação como, por exemplo, a nanotecnologia, mecatrônica, materiais inovadores tem provocado uma transformação quase sem limites no desenvolvimento de novos produtos ou na adição de funcionalidades em produtos existentes. O domínio de tais tecnologias em âmbito das Engenharias deve ser uma das prioridades na criação de novas áreas de concentração.

Outro desafio é a consolidação do paradigma do engenheiro pesquisador completo. O perfil deste profissional deve combinar as capacidades de pesquisar e inovar com o espírito empreendedor. Há uma grande oportunidade para o desenvolvimento empresarial brasileiro que depende muito desse profissional completo para atuar no setor de P,D&I empresarial. O pesquisador engenheiro não deve apenas publicar nos melhores periódicos de engenharia, mas também deve saber monitorar o setor empresarial para que suas contribuições sejam de interesse. Deve buscar formas de viabilizar a implantação de suas idéias em empresas públicas ou privadas. Assim, poderá manter um aprendizado contínuo sobre as demandas específicas e fortalecendo o círculo virtuoso da inovação, e produzindo impactos sociais necessários para o nosso País.

As oportunidades para os engenheiros são muitas e devem ser aproveitadas ao máximo. Sobretudo, em função do Programa Ciência sem Fronteiras, engenheiros podem se capacitar em algumas das melhores universidades do mundo, tanto na graduação quanto na pós-graduação (mestrado profissional, doutorado e pós-doutorado). Ademais, esta experiência pode ser complementada com a realização de estágios de pesquisa em empresas estrangeiras e multinacionais durante a mobilidade dos estudantes no exterior. Tal integração traz de volta, com os alunos formados, a experiência desses centros na colaboração entre universidades e empresas em engenharia. Destaca-se, ainda, a colaboração com empresas internacionais no Brasil, que trazem experiência e know-how para as empresas brasileiras, ou a colaboração com os grandes centros de engenharia no mundo, como na Europa, EUA e países asiáticos. Certamente não se deve perder a

oportunidade de estabelecer colaborações da academia em engenharia com as empresas brasileiras ou com os clusters de empresas brasileiras, que hoje necessitam muito de inovação para crescer mais rapidamente.

Em relação à estruturação do sistema da P,D&I e de formação de recursos humanos em engenharia, algumas metas gerais devem incluir:

- 1) O desenvolvimento de redes de colaboração, com o objetivo de apoiar pesquisas voltadas para temáticas referentes aos binômios setores-empresariais/tecnologias que incluam a pesquisa de novos modelos de negócios acoplados ao desenvolvimento dos sistemas de produção e das tecnologias de produtos;
- 2) A criação de programas de formação de recursos humanos que enfrentem os desafios descritos nesta análise de forma a estimular colaboração com o setor empresarial; e
- 3) O desenvolvimento de novas pequenas empresas, cujo conhecimento possa suprir as demandas de empreendimentos maiores. O mestrado profissional é muito adequado como mecanismo de aproximação com as empresas, esta modalidade passou a ser incluída como financiável pelo Programa Ciência sem Fronteiras.

Finalmente, uma perspectiva que não pode ser esquecida é a da sustentabilidade ambiental nas atividades de P,D&I em engenharia. Ela apresenta simultaneamente um desafio para a humanidade e uma grande oportunidade de inclusão nos mercados globais, que estão cada vez mais esclarecidos sobre os problemas da escassez de recursos naturais e do aquecimento global. Novos modelos de negócio que priorizam a venda do serviço de uso de um produto ao invés da comercialização do bem físico estão revolucionando o mercado, com é o exemplo da UBER e AIRBNB. Tais modelos de negócio são mais sustentáveis e demandam uma nova visão de engenharia de produtos e processos. O paradigma da sustentabilidade ambiental e as ferramentas de análise de ciclo de vida devem, portanto, estar presente em todas as atividades de P,D&I em Engenharia desde a concepção da necessidade humana do produto até sua produção e descarte.

Conclusões

A engenharia é um poderoso instrumento para promover o desenvolvimento social e econômico das nações. Seu fortalecimento é peça estratégica para acelerar o progresso brasileiro. A análise dos dados mostra que nações emergentes têm investido fortemente no crescimento de suas engenharias. Há a necessidade de se continuar investindo no desenvolvimento da engenharia brasileira por meio da manutenção de programas de mobilidade acadêmica, como o Ciência sem Fronteiras, como também implementando novas metodologias de ensino e integrando mundialmente, através do financiamento de projetos de pesquisa internacionais. A distribuição de tal investimento nas diversas áreas de engenharia deve ser equilibrada, tendo em vista as estratégias nacionais e as inter-relações tecnológicas entre as áreas analisadas neste artigo. O Brasil tem um forte potencial de desenvolvimento nas diversas áreas das engenharias e deve aproveitar essa oportunidade da forma mais eficiente e rápida.

Referências

Agopyan, V. , Oliveira, J. F. G., Mestrado Profissional em Engenharia: Uma Oportunidade para Incrementar a Inovação Colaborativa entre Universidades e os Setores de Produção no Brasil. RBPG. Revista Brasileira de Pós-Graduação, v. 2, p. 79-89, 2005.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. *Desigualdade, Heterogeneidade e Diversidade*. Revista Vozes da Classe Média - Caderno 2 (nov. 2012) - Brasília: SAE, 2012. Disponível em: <http://www.sae.gov.br/site/wp-content/ciclodopalestras/livro.php?id=121204180855-51e2317d73f748b48c1586288e1dd27c&name=Vozes%20da%20Classe%20Media%20Segundo%20Caderno>. Acesso em: 20 de setembro de 2014.

www.cgee.org.br/cncti3/, Cruz C. H. B., palestra 3ª CNCTI 2005.

Narim, F., Hamilton, K.S. and Olivastro, D. (1997). The increase linkage between U.S. technology and public science. *Research policy*, 26: 317-330.

De Meis L, Arruda AP, Guimarães J. The impact of science in Brazil. *IUBMB Life* 2007; 59: 227-34 doi: [10.1080/15216540701258140](https://doi.org/10.1080/15216540701258140) pmid: [17505957](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17505957/).

De NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. *Evolução Recente dos Indicadores de Produtividade no Brasil*. Radar: tecnologia, produção e comércio exterior/Instituto de Pesquisa

Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura. - n. 28 (ago. 2013) - Brasília: Ipea, 2013. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/130911_radar28.pdf. Acesso em: 20 de setembro de 2014.

MILLER, Richard K. "'From the Ground up" Rethinking Engineering Education in the 21st Century" *Proceedings of 2010, Simpósio em Engenharia e Educação Liberal*, junho de 2010. Disponível em: http://www.olin.edu/about_olin/pdfs/Union%20College_From%20the%20Group%20Up.pdf. Acesso em: 7 de fevereiro de 2014.

Science and Engineering Indicators: 2012 Digest. National Science Foundation. Jan, 2012.

Tseng, Michell M., Industry development perspectives: Global Distribution of World Market, CIRP 53rd General Assembly, Montreal, Canada, 2003.

UKON, Masao; BEZERRA, Julio; CHENG, Simon; AGUIAR, Marcos; XAVIER, André; LE CORRE, Jean. *Brazil: Confronting the Productivity Challenge*. The Boston Consulting Group. BCG, 2013. p. 9. Disponível em: https://www.bcgperspectives.com/Images/Brazil_Confronting_the_Productivity_Challenge_Jan_2013_tcm80-126015.pdf. Acesso em: 20 de setembro de 2014.

ARTIGO 2 – OS PROGRAMAS DE MOBILIDADE DE ESTUDANTES DE GRADUAÇÃO FINANCIADOS PELA CAPES¹³

FREIRE JUNIOR, J.C.; GROCHOCKI, L.F.M.; et al. A internacionalização do ensino de engenharia: modelos, problemas e possíveis soluções. In.: OLIVEIRA, Vanderli Fara de; TOZZI, Marcos José e ELARRAT, José Hélio Alvarez. (orgs). **Desafios da Educação em Engenharia: Formação em Engenharia, Internacionalização, Experiências Metodológicas e Proposições**. Brasília: ABENGE, 2013.

Os programas de mobilidade de estudantes de graduação financiados pela Capes

A mobilidade internacional é mecanismo importante para a formação de profissionais qualificados. Por meio dela, estudantes e pesquisadores são expostos a ambientes competitivos voltados à produção científica e tecnológica de alto nível. Desde sua criação, a CAPES utilizou a mobilidade internacional como meio de capacitar docentes e obter experiências para aperfeiçoar os programas de pós-graduação brasileiros. Diferente do cenário atual, nos primeiros anos em que foram concedidas bolsas de estudos pela CAPES, mais de 50% das bolsas financiadas eram para aperfeiçoamento no exterior. Contudo, em função da consolidação dos programas de pós-graduação no país, este mecanismo foi sendo adaptado para atender às necessidades da academia, migrando da concessão de bolsas plenas de mestrado e doutorado nas décadas de 1950 e 1960 para a concessão de bolsas de doutorado-sanduiche a partir da década de 1970.¹⁴

A década de 1990 foi marcada pela criação de nova modalidade de bolsa no exterior, a bolsa de graduação-sanduiche. A CAPES foi responsável pelo financiamento do primeiro programa de

¹³ Artigo publicado, enquanto aluno especial do PPG, como parte do capítulo “A internacionalização do ensino de engenharia: modelos, problemas e possíveis soluções” integrante do livro “Desafios da educação em engenharia: formação em engenharia, internacionalização e experiências metodológicas e proposições”.

¹⁴ “Seis Décadas de Evolução da Pós-graduação”, documento e site comemorativo do aniversário de 60 anos da CAPES, julho de 2011. Disponível em: < <http://capes60anos.capes.gov.br/images/stories/download/Revista-Capes-60-anos.pdf> >. Acesso em: 30 de janeiro de 2013.

mobilidade internacional de estudantes em nível de graduação do Governo Brasileiro. Esta modalidade de bolsa foi iniciada, formalmente, em 1997, por meio do Edital CAPES/DAAD, que oferecia até 100 bolsas de estudo, na Alemanha, para alunos de graduação nas áreas estratégicas de engenharia, agronomia e recursos florestais. Já em 1998, novas oportunidades de bolsas de graduação no exterior surgiram por meio do relançamento do Edital CAPES/DAAD e da inclusão de Editais para os Estados Unidos e França, aumentando significativamente o número total de bolsas nesta modalidade de 103 em 1998 para 344 em 1999.¹⁵

Parcerias Universitárias e Projetos Conjuntos de Pesquisa

A partir da experiência bem sucedida dos primeiros editais de candidatura individual na graduação-sanduíche, novos acordos de cooperação internacional foram assinados entre a CAPES e parceiros internacionais na Alemanha, França e Estados Unidos. Esses acordos resultaram, em 2001, na criação dos programas de parcerias universitárias. Esses programas, mais abrangentes que os Editais de candidatura individual, objetivam não apenas a mobilidade de graduandos brasileiros ao exterior, mas também o intercâmbio de estudantes estrangeiros ao Brasil, a realização de missões e encontros entre professores/pesquisadores brasileiros e estrangeiros e, por fim, o reconhecimento mútuo dos créditos e a aproximação das estruturas curriculares entre as Instituições de Ensino Superior (IES) e os cursos envolvidos. As parcerias universitárias resultariam, ainda, no estímulo às Universidades Brasileiras para a realização de acordos de cooperação internacional e nacional, fortalecendo e formalizando as redes de cooperação acadêmica.

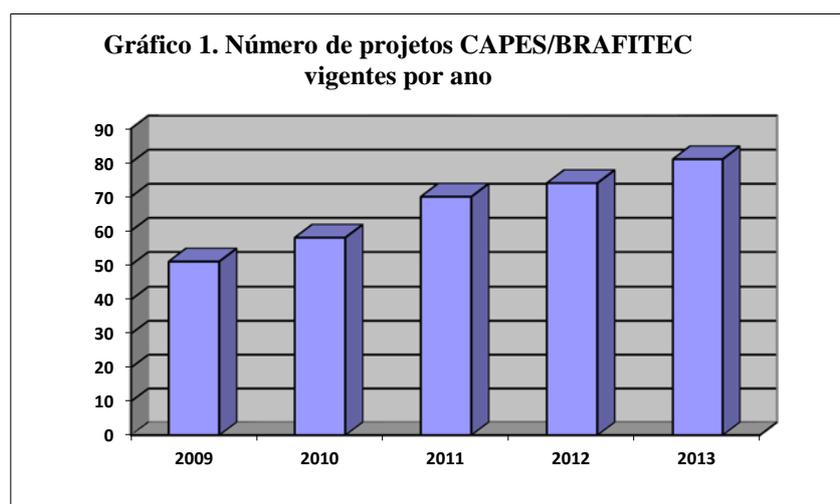
As engenharias têm destaque nos programas de parceria universitária da CAPES, em especial por meio do programa específico para esta área, o CAPES/BRAFITEC. Decorrente do convênio assinado entre a CAPES e a Confèrence des Directeurs d'Écoles et Formations d'Ingénieurs – CDEFI, em 25 de abril de 2002, o Programa tem como objetivo fomentar parcerias universitárias em todas as especialidades de engenharia, estimulando o intercâmbio de estudantes de

15 PINHEIRO, J., SCHREINER JÚNIOR, S., MELO, G. S., “Duas experiências de graduação-sanduíche na Alemanha, de alunos do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília”, XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE 99, Natal, setembro de 1999. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/1999/st/s/s056.PDF>>. Acesso em: 30 de janeiro de 2013.

graduação por períodos de 4 a 12 meses. Como consequência, o programa estimula a modernização mútua da formação de engenheiros, viabiliza o reconhecimento recíproco de créditos, incentiva a aprendizagem de novo idioma e gera oportunidades de prática profissional por meio de estágios em laboratórios e empresas no Brasil e na França.

Este é o programa mais consolidado de mobilidade de alunos de graduação, tendo beneficiado mais de 3.000 engenheiros brasileiros desde sua criação. Ademais, em 2012, mobilizou a vinda de 250 estudantes franceses pelo período de um a dois semestres, tornando-se o principal programa de atração de graduandos estrangeiros às universidades brasileiras. O BRAFITEC acarretou, ainda, o aperfeiçoamento da cooperação entre IES brasileiras e francesas por meio da assinatura de diversos acordos de outorga de duplo-diploma, favorecendo 556 engenheiros desde o ano de 2010.

Este programa possui editais anuais, lançados no início do segundo semestre, para seleção e renovação de projetos de até quatro anos. O investimento anual médio ultrapassa quarenta milhões de reais, distribuídos em bolsas de estudo e missões de trabalho. O número de projetos vigentes está em constante crescimento, assim como a quantidade de cursos e IES envolvidas, sobretudo em função do aumento da apresentação de projetos em rede, com até três universidades em cada país. O gráfico abaixo ilustra o crescimento nos últimos anos, atingindo o número recorde de 81 projetos vigentes em 2013.



Levantamento da Coordenação Geral de Programas/Diretoria de Relações Internacionais/CAPES.

Devido a esses indicadores, o BRAFITEC é um programa de destaque nas engenharias. Contudo, há outros programas de parcerias universitárias da CAPES em que as engenharias podem participar, como UNIBRAL¹⁶ (Alemanha/todas as áreas), FIPSE¹⁷ (Estados Unidos/todas as áreas), BRAFAGRI¹⁸ (França/Ciências agrárias, agroalimentícias e veterinárias) e BRANETEC¹⁹ (Holanda/áreas tecnológicas). Em função de sua participação nesses programas, as engenharias são a grande área com maior número de graduandos beneficiários de bolsas de estudos no exterior financiadas pelo Governo Brasileiro, tendo a França como principal país de destino.

Para além das parcerias universitárias, a CAPES também tem incentivado o envolvimento de estudantes de graduação em programas internacionais de projetos conjuntos de pesquisa. Iniciado em 1978, com a criação do CAPES/COFECUB, este tipo de programa objetiva a formação de recursos humanos de alto nível por meio do intercâmbio de doutorandos e pós-docs para integração a grupos de pesquisa no exterior. Contudo, paulatinamente, observou-se também a relevância do envolvimento de alunos de graduação com estes grupos, de modo a incentivar a formação de graduandos com experiência no desenvolvimento de pesquisa e inovação. Isso foi implementado, inicialmente, nos Programas BRAGECRIM e NOPA.

O programa BRAGECRIM tem como objetivo apoiar projetos conjuntos de pesquisa entre grupos brasileiros e alemães no âmbito da Iniciativa Brasil-Alemanha para Pesquisa Colaborativa

16 O Programa UNIBRAL é resultado do acordo de cooperação assinado entre a CAPES e o Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico – DAAD, em 31 de outubro de 2000. O processo seletivo é anual e conta, atualmente, com 18 projetos vigentes. Os editais são lançados no primeiro semestre de cada ano. Para mais informações, ver: <http://www.capes.gov.br/cooperacao-internacional/alemanha/unibras>.

17 O Programa de Consórcios em Educação Superior Brasil - Estados Unidos é fruto do acordo entre a CAPES e o Fund for the Improvement of Post Secondary Education (Fipse) do Departamento de Educação dos Estados Unidos. Para mais informações, ver: <http://www.capes.gov.br/cooperacao-internacional/estados-unidos/capesfipse>.

18 O Programa CAPES/BRAFAGRI de cooperação entre o Brasil e a França tem foco específico nas áreas de Ciências Agrárias, agroalimentícias e veterinárias. O primeiro edital foi lançado em 2006, em cooperação com o Ministério da Agricultura e Pesca (MAP) e o Ministério das Relações Exteriores (MAE) da França. O processo seletivo é bianual e conta, atualmente, com 18 projetos vigentes. O próximo edital tem previsão de lançamento para o segundo semestre de 2014. Para mais informações, ver: <http://www.capes.gov.br/cooperacao-internacional/franca/capesbrafragri>.

19 O Programa CAPES/BRANETEC decorre do acordo assinado entre a CAPES e a NUFFIC, em 12 de dezembro de 2008. O processo seletivo é bianual, possuindo 9 projetos vigentes. A previsão de lançamento da próxima seleção é no início do segundo semestre de 2014. Para mais informações, ver: <http://www.capes.gov.br/cooperacao-internacional/holanda/branetec>.

em Tecnologia de Manufatura. Criado em 2008, o programa é resultado da cooperação entre a CAPES e a Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), contando, ainda, a partir de 2009, com a participação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).²⁰

São previstas missões de trabalho e de estudos, com a mobilidade de estudantes em todos os níveis – graduação-sanduíche, estágio de pesquisa em mestrado, doutorado-sanduíche e pós-doutorado – o que o diferencia dos demais programas. Além dos recursos de custeio, o programa permite a concessão de recursos de capital, apoiando a aquisição de equipamentos de pequeno e médio portes.

O primeiro edital selecionou 16 projetos de pesquisa para início das atividades em 2009. Atualmente, o programa conta com 21 projetos vigentes e tem um orçamento estimado em sete milhões de reais, sendo quatro milhões destinados à aquisição de equipamentos. Até 2012, foram concedidas 107 novas bolsas de estudos, sendo 61 de graduação, 23 de mestrado, 17 de doutorado e 6 de pós-doutorado.

Este é um programa inovador ao permitir a participação de alunos de graduação em grupos de pesquisa altamente qualificados, promovendo sua interação com mestrandos, doutorandos e professores/pesquisadores renomados da área de tecnologia da manufatura. O aluno, portanto, não se limita à experiência de intercâmbio estudantil, mas participa diretamente do processo de geração de conhecimento e inovação. Além disso, a temática da tecnologia da manufatura incentivou o desenvolvimento de projetos focados na inovação de produtos e processos para o mercado.

Similar ao BRAGECRIM, o Programa Novas Parcerias (NOPA), resultado da cooperação com o Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico (DAAD) e com o Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), visa a apoiar o intercâmbio científico entre grupos de pesquisa brasileiros e alemães nas áreas focais da cooperação para o desenvolvimento sustentável, em consonância com a demanda apresentada por grupo de trabalho especial composto por especialistas dos setores público e privado.

²⁰ O primeiro edital contou com a participação e financiamento, parcial, da FINEP pelo período de 2 anos, conforme acordado entre as agências.

Este programa tem como metas incentivar a inovação tecnológica nos setores produtivos público e privado a partir de resultados de pesquisas desenvolvidas por instituições qualificadas dos dois países, além de formar recursos humanos de alto nível por meio da mobilidade de docentes e estudantes em níveis de graduação, doutorado e pós-doutorado. Publicado em 2011, o primeiro edital teve como foco a seleção de projetos nas temáticas de: i) proteção e gestão sustentável das florestas tropicais; e ii) energias renováveis e eficiência energética. Foram selecionados oito projetos, que tiveram início em 2012.

O Programa Ciência sem Fronteiras

Com o crescimento da economia brasileira, foi detectada deficiência de mão-de-obra qualificada em determinadas áreas estratégicas. Em junho de 2009, por exemplo, a FINEP alertava para a falta de engenheiros no Brasil. Enquanto o Brasil formava 26 mil engenheiros ao ano, países como a China e a Coreia do Sul graduavam 450 mil e 80 mil engenheiros ao ano, respectivamente.²¹

Ademais, a globalização tem demandado perfil diferenciado dos engenheiros. Ao mesmo tempo em que é primordial possuir conhecimento técnico das melhores tecnologias disponíveis em suas áreas de atuação, também é necessário ter percepção dos desafios globais enfrentados atualmente, de modo a gerar soluções²² que atendam às necessidades da sociedade. Este novo engenheiro é descrito no artigo do Presidente do “Olin College of Engineering”, Richard K. Miller:

“The role of the engineer we envision is that of “systems architect” of complex technical, social, economic, and political systems capable of addressing the global challenges we now face. Such engineers must be creative in conceiving, implementing, and managing the technologies that will shape our future. They must not only be applied scientists who are capable of predicting, creating, and developing the new science and technologies, but also organizational leaders and project managers capable of explaining complex socio-technical issues directly to the public, establishing trust through effective leadership,

21 TELLES, Marcia, “Brasil sofre com a falta de engenheiros: Área é considerada estratégica para o desenvolvimento do País”, Revista Inovação em Pauta, ed. 6, junho de 2009. Disponível em: < http://www.finep.gov.br/imprensa/revista/edicao6/inovacao_em_pauta_6_educacao.pdf >. Acesso em: 30 de janeiro de 2013.

22 Para Richard K. Miller, estas soluções seriam as inovações, termo que pode ser entendido como a intersecção do universo de coisas que são implementáveis, com aquelas que também são viáveis, e com aquelas que são simultaneamente socialmente desejáveis.

planning and implementation of integrated projects that deliver desired outcomes—not just products or devices—and do this on time and on budget. (...)

The educational implications of producing such engineers are substantial. Not only must these engineers continue to possess exceptional proficiency in STEM subjects, but they must also have substantial new abilities. In particular, they must have a broad awareness of complex global issues, a passion or strong motivation to make a positive difference in the world in the largest sense, and a “can-do” attitude that is characteristic of the best “social entrepreneurs” and political or organizational leaders. These new attitudes, behaviors, and motivations are essential to the preparation of the engineers needed for the Grand Challenges.”²³

Com o intuito de tornar a engenharia e outros cursos, com viés tecnológico, mais qualificados e atrativos, o Governo Brasileiro decidiu lançar, em 26 de julho de 2011, o Ciências sem Fronteiras (CsF). Este Programa visa ao financiamento da mobilidade de até 101 mil estudantes e pesquisadores brasileiros a universidades, instituições de educação profissional e centros de pesquisa estrangeiros, com excelência no desenvolvimento de conhecimento em áreas tecnológicas. Também é objetivo do Programa atrair jovens e renomados pesquisadores que tenham interesse em desenvolver pesquisa junto a grupos científicos no Brasil.

A CAPES e o CNPq foram designados como órgãos executores do CsF. A experiência da CAPES, sobretudo na graduação-sanduíche, foi essencial à garantia de bom funcionamento do Programa.²⁴

O Programa foi criado com financiamento exclusivo do Governo Brasileiro, com oferta de 75.000 bolsas até 2015, mas despertou grande interesse da iniciativa privada. Inicialmente, foram oferecidas 26.000 bolsas adicionais custeadas por empresas brasileiras (Petrobrás, Vale e Eletrobrás) e grupos diretamente interessados (FEBRABAN, ABDIB e CNI) em função dos setores da economia que representam.

Em um segundo momento, após a implementação do Programa, multinacionais com filiais no Brasil passaram a demonstrar grande interesse em integrar esta iniciativa. Afinal, o CsF objetiva

23 MILLER, Richard K. "From the Ground up" Rethinking Engineering Education in the 21st Century" *Proceedings of 2010, Simpósio em Engenharia e Educação Liberal*, junho de 2010. Disponível em: < http://www.olin.edu/about_olin/pdfs/Union%20College_From%20the%20Group%20Up.pdf >. Acesso em: 7 de fevereiro de 2013.

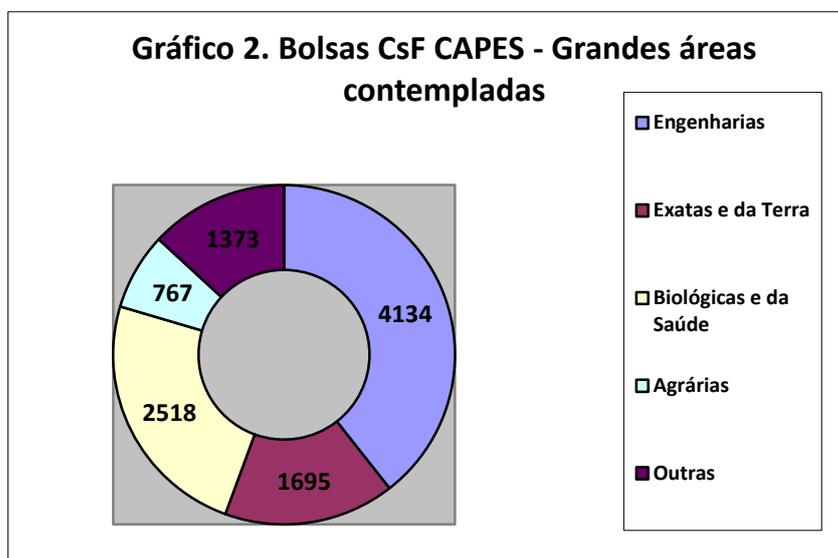
24 Cabe ressaltar que os programas de parcerias universitárias e projetos conjuntos de pesquisa, citados anteriormente, permitiram o rápido crescimento do número de bolsas de graduação-sanduíche nos primeiros meses do CsF, já que se tornaram aderentes ao Programa.

qualificar profissionais em áreas com alta demanda na iniciativa privada, por meio não somente da mobilidade acadêmica, como também de estágios em empresas ou em laboratórios, com forte viés em pesquisa e inovação. Deste modo, com um ano de vigência, a CAPES e o CNPq já haviam assinado acordos de cooperação com BG Group, Hyundai, SAAB, Boeing, Varian, Baxter, Motorola, dentre outras empresas. A cooperação contempla desde o co-financiamento de bolsas até a oferta de estágios em centros de P&D na matriz e em filiais no exterior.

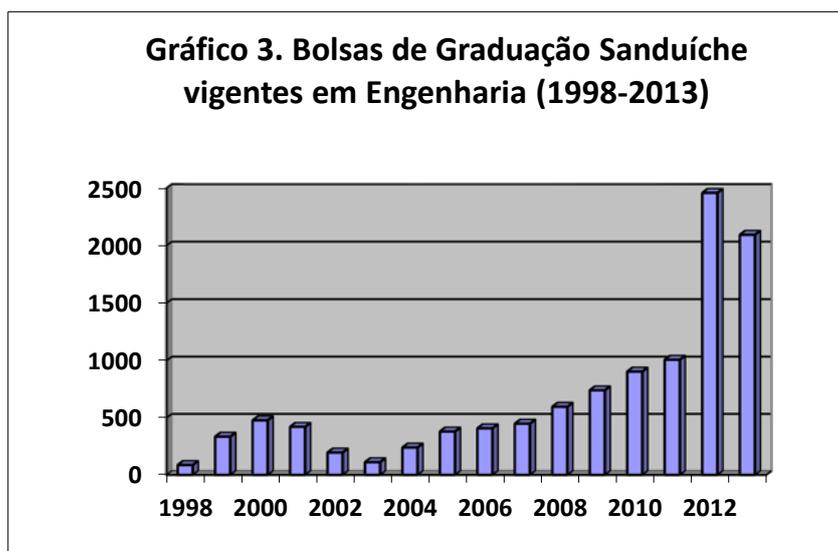
Um exemplo de sucesso dos estágios oferecidos em função do CsF é a presença de alunos brasileiros em projetos na NASA. Em 2002, oito bolsistas de graduação-sanduiche nos Estados Unidos tiveram a oportunidade de realizar estágio no Goddard Space Flight Center. Destes, seis são alunos de cursos das Engenharias: dois de Engenharia Mecânica, dois de Engenharia Elétrica e dois de Engenharia Mecatrônica. Os outros são de Engenharia da Computação e Matemática Computacional e Aplicada. Percebe-se a relevância das áreas de origem dos alunos e também o impacto positivo que o estágio proporcionou a estes alunos. Este é o objetivo do CsF: possibilitar a experiência de estudantes brasileiros em instituições de renome, complementadas por estágios profissionais com alto impacto em sua formação.

Outro efeito positivo é o aumento significativo do interesse de universidades de excelência estrangeiras em cooperar com IES brasileiras. Em 2012, o Brasil atraiu algumas das maiores delegações universitárias do mundo, como a Canadense (30 reitores), a Americana (mais de 60 universidades), a Holandesa (13 universidades) e a Chinesa (26 universidades), que realizaram feiras educacionais e visitaram IES para concretizar a assinatura de acordos de cooperação internacional. Merecem destaque, também, as visitas individuais de Harvard, Columbia, ETH Zurich, Cornell, Michigan, UT Austin, dentre outras.

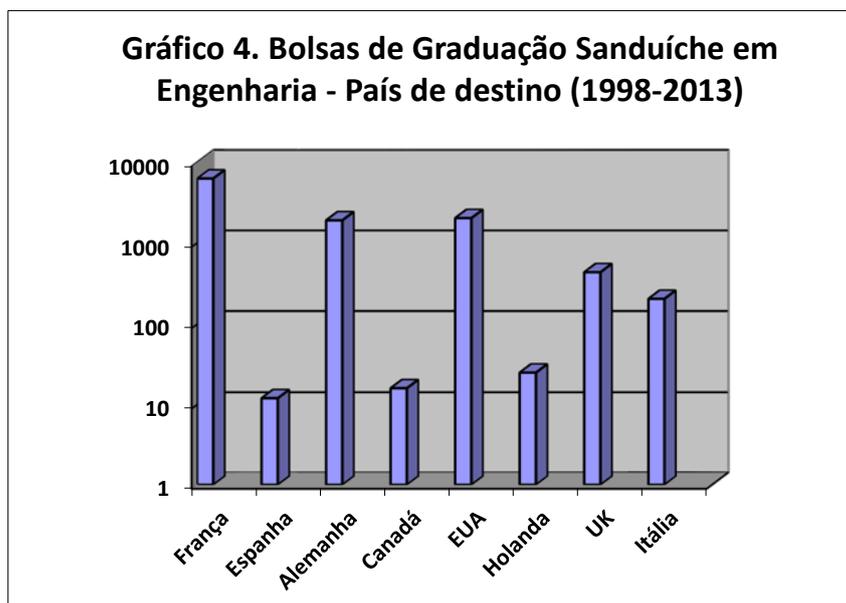
O CsF tem se destacado, ainda, pelo cumprimento das metas globais anuais. Até sete de janeiro de 2013, o Programa concedeu 22.474 bolsas (94% do total previsto para o período), sendo 10.574 financiadas pela CAPES, dentre as quais 4.134 na área de engenharias. Desde seu lançamento, foram publicados 35 editais de graduação para 15 países de destino, além de seis editais de pós-graduação (com três cronogramas de inscrição cada) e dois editais de atração de pesquisadores ao Brasil.



Dados extraídos do Sistema SICAPES



Dados extraídos do Sistema SICAPES



Dados extraídos do Sistema SICAPES. Escala logarítmica.

Dessa forma, fica clara a relação inversamente proporcional entre a idade do CsF e sua relevância para a internacionalização universitária, em especial para a graduação-sanduíche. A presença de brasileiros nos mais diversos países e universidades, em áreas estratégicas, capacita nossos estudantes e divulga a qualidade da ciência e tecnologia do país.

O futuro da cooperação internacional na área das Engenharias

Resta clara a relevância, para o Brasil, da inserção das engenharias nos programas de mobilidade internacional, em especial, em função de seu caráter estratégico para a ciência, tecnologia e inovação do país. Seja por meio de programas de candidatura individual ou parcerias universitárias/projetos de pesquisa, a engenharia tem avançado significativamente no processo de internacionalização de seus estudantes, sobretudo na graduação.

Programas de cooperação internacional consolidados, como Brafitec e COFECUB, e outros provenientes das novas parcerias, permitirão às universidades a continuidade desse processo, beneficiando as próximas gerações de engenheiros.

Ademais, o crescimento econômico e a consequente valorização da profissão de engenheiro, somados às diversas políticas governamentais voltadas a suprir a carência de mão de

obra nas áreas tecnológicas, como o Ciência sem Fronteiras e o Pronatec²⁵, têm atraído novos estudantes a estas áreas. Em 2012, por exemplo, a engenharia civil foi o curso mais concorrido no vestibular da Universidade de São Paulo (USP), e, segundo pesquisa do SEMESP²⁶, os cursos de engenharia civil e engenharia de produção foram aqueles com maior taxa de crescimento em comparação com o mesmo período de 2011 – 49,2% e 26,5%, respectivamente.²⁷

Este cenário demonstra que as engenharias continuarão sendo umas das áreas de maior destaque em programas de cooperação internacional nos próximos anos, tanto na graduação como na pós. Esta experiência internacional influenciará as universidades a repensar o ensino da engenharia, permitindo aos cursos melhorar continuamente seus currículos e a qualidade com que formarão os próximos engenheiros.

Referências

BRASIL. CAPES. “Seis Décadas de Evolução da Pós-graduação”, documento e site comemorativo do aniversário de 60 anos da CAPES, julho de 2011. Disponível em: < <http://capes60anos.capes.gov.br/images/stories/download/Revista-Capes-60-anos.pdf> >. Acesso em: 30 de janeiro de 2013.

MILLER, Richard K. “"From the Ground up" Rethinking Engineering Education in the 21st Century" *Proceedings of 2010, Simpósio em Engenharia e Educação Liberal*, junho de 2010. Disponível em: < http://www.olin.edu/about_olin/pdfs/Union%20College_From%20the%20Group%20Up.pdf >. Acesso em: 7 de fevereiro de 2013.

PINHEIRO, J., SCHREINER JÚNIOR, S., MELO, G. S., “Duas experiências de graduação-sanduíche na Alemanha, de alunos do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília”, XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE 99, Natal, setembro de 1999. Disponível em:

²⁵ Criado em 2011, o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego tem como objetivo ampliar a oferta de cursos de educação profissional e tecnológica. Para mais informações, ver: <http://pronatec.mec.gov.br/index.php>.

²⁶ Sindicato das Entidades Mantenedoras de Estabelecimentos Ensino Superior no Estado de São Paulo.

²⁷ “Mapa do Ensino Superior de São Paulo”, setembro de 2012. Disponível em: < http://www.semesp.org.br/portal/pdfs/publicacoes/mapa_do_ensino_superior_sp_2012.pdf >. Acesso em: 7 de fevereiro de 2013.

<<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/1999/st/s/s056.PDF> >. Acesso em: 30 de janeiro de 2013.

TELLES, Marcia, “Brasil sofre com a falta de engenheiros: Área é considerada estratégica para o desenvolvimento do País”, Revista Inovação em Pauta, ed. 6, junho de 2009. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/imprensa/revista/edicao6/inovacao_em_pauta_6_educacao.pdf >. Acesso em: 30 de janeiro de 2013.

ARTIGO 3 – A CONTRIBUIÇÃO DO PROGRAMA CAPES/BRAFITEC PARA A INTERNACIONALIZAÇÃO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA NO BRASIL²⁸

Luís Filipe de Miranda Grochocki e Jorge Almeida Guimarães

Introdução

Agências de fomento à pesquisa têm financiado a mobilidade internacional de discentes, docentes e pesquisadores com o objetivo de formar e capacitar continuamente profissionais qualificados para o mercado de trabalho e para a geração de conhecimento científico e tecnológico. No Brasil, CAPES e CNPq são as principais entidades nacionais financiadoras de programas de bolsas no exterior.

Criadas em 1951, durante duas décadas, estas agências fomentaram a formação plena de brasileiros no exterior nos níveis de mestrado e doutorado. Esta iniciativa objetivava formar quadro qualificado que permitisse o estabelecimento e consolidação dos programas de pós-graduação no país, como também, estimulasse o desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil.

Da década de 1970 até a atualidade, em função do estabelecimento e consolidação dos programas de pós-graduação no país, as bolsas de formação plena no exterior foram gradualmente substituídas pelas de formação parcial no exterior, também conhecidas por “sanduíche”, existindo atualmente um percentual muito menor de bolsas de formação plena no exterior.

Até a década de 1990, o financiamento da mobilidade internacional se limitou às bolsas em pós-graduação. Contudo, de modo similar ao ocorrido na Europa (ERASMUS Programme, por exemplo), o Governo Brasileiro decidiu promover também a mobilidade internacional de estudantes

²⁸ Artigo submetido e aceito na 28ª Conferência Anual da FAUBAI, em Fortaleza, assim como, seus resultados foram apresentados aos coordenadores brasileiros e franceses no 12º Fórum Brafitec, em Montpellier, França

de graduação. Em 1997, portanto, CAPES e DAAD lançaram o primeiro programa brasileiro de mobilidade individual em graduação-sanduíche. Foram selecionados 103 estudantes das áreas estratégicas de engenharia, agrônoma e recursos florestais para que realizassem parte de sua formação na Alemanha. O sucesso deste programa piloto permitiu o lançamento de três novas chamadas anuais para a Alemanha e a inclusão dos Estados Unidos e França como países de destino. Entre 1997 e 2001, estes programas viabilizaram a mobilidade de 710 estudantes de engenharia brasileiros, sendo 392 para a Alemanha, 265 para a França e 53 para os Estados Unidos.

A experiência bem-sucedida destas iniciativas permitiu o aperfeiçoamento da mobilidade internacional por meio da candidatura individual para a mobilidade via parcerias institucionais. Assim, a CAPES assinou acordos de cooperação internacional que permitiram a criação dos primeiros programas de parcerias universitárias Unibras/Alemanha (2000), Fipse/Estados Unidos (2001) e Brafitec/França (2002).

Os programas de parcerias universitárias viabilizariam às universidades brasileiras a assinatura e implementação de acordos internacionais que objetivassem: formação de redes de cooperação acadêmica; intercâmbio de estudantes brasileiros e estrangeiros; mobilidade de professores; reconhecimento mútuo de créditos; e aperfeiçoamento das estruturas curriculares de ensino.

O Brafitec (“Brasil-France Ingénieurs Technologie”) destaca-se dentre os programas de parcerias universitárias existentes. Em quatorze anos, foram concedidas 5.220 bolsas a graduandos brasileiros em engenharias na França, 2.273 bolsas a graduandos franceses no Brasil, além do financiamento de 204 projetos, envolvendo 53 universidades/institutos brasileiros e 54 universidades/institutos franceses. O programa permitiu, ainda, a outorga de mais de 600 duplo-diplomas a engenheiros brasileiros e franceses.

O sucesso alcançado nessas parcerias internacionais, voltadas para estudantes de graduação, permitiu à CAPES, de maneira pioneira e única no Brasil, acumular grande experiência nesta modalidade de apoio à formação de recursos humanos, o que foi de fundamental importância para a implantação do Programa Ciência Sem Fronteiras em 2011.

Este estudo objetiva analisar e avaliar os impactos do Programa Brafitec nas Instituições de Ensino Superior Brasileiras (IES), sobretudo no que diz respeito ao processo de internacionalização dos cursos de engenharias beneficiados, como também, no reconhecimento recíproco de créditos; e na geração de oportunidades de prática profissional por meio de estágios em laboratórios e empresas no Brasil e na França.

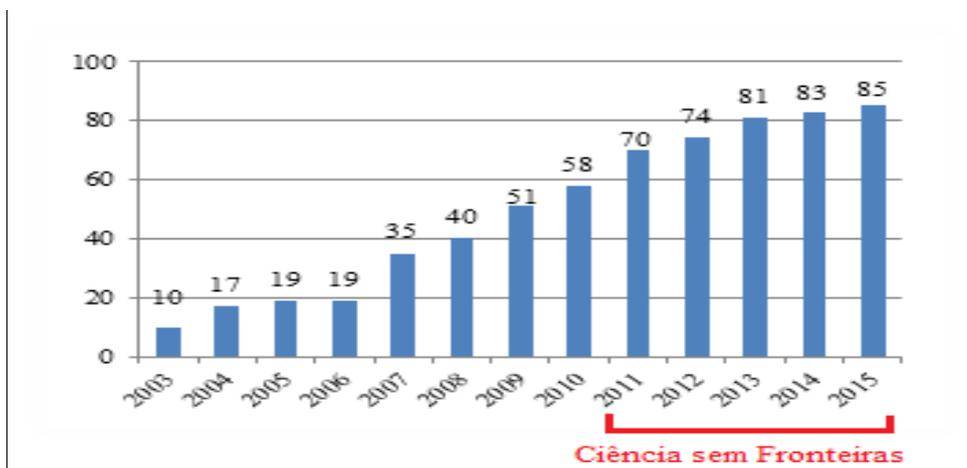
A análise foi realizada com base no levantamento de documentos e relatórios técnicos fornecidos pela CAPES e CDEFI (*Conférence des Directeurs d'Écoles et Formations d'Ingénieurs*) e na aplicação de questionário submetido aos coordenadores e ex-coordenadores de projetos Brafitec. O questionário foi respondido por 81 coordenadores principais responsáveis pela gestão de 94 projetos. Esta pesquisa obteve, portanto, a contribuição de 46% dos 204 projetos financiados até hoje, resultando em uma amostra de dados significativa da realidade do Programa Brafitec.

Brafitec

Em 25 de abril de 2002, CAPES e CDEFI assinaram o acordo internacional que resultou na criação do Programa Brafitec. O programa foi estabelecido com o objetivo principal de fomentar parcerias universitárias nas áreas das engenharias de modo a impulsionar os processos de modernização e internacionalização destes cursos no Brasil.

O processo seletivo de projetos é realizado por meio da publicação de editais anuais para a concessão de projetos de dois anos, renováveis por igual período, após apresentação e aprovação de relatório parcial de atividades, relatório de prestação de contas e plano de atividades para os próximos anos de projeto.

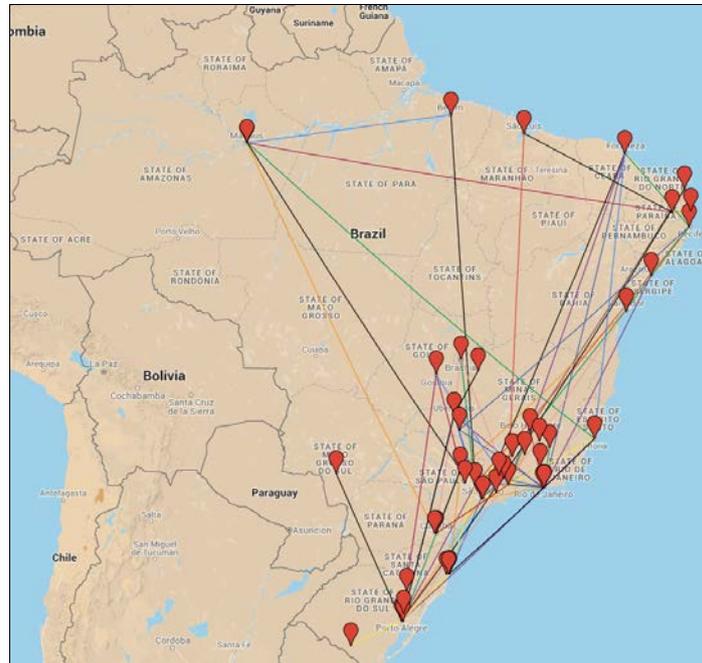
Gráf. 1. Número de projetos Brafitec vigentes ao ano



A partir do gráfico acima, é possível observar que o número de projetos aumentou anualmente, sobretudo a partir de 2011. Este crescimento significativo nos últimos cinco anos pode ser atribuído ao Programa Ciência sem Fronteiras, o qual ampliou a disponibilidade de recursos para este investimento e estimulou a mobilidade de estudantes nas áreas das engenharias. Segundo dados da CAPES, o Brafitec foi responsável pela concessão de 2.702 bolsas (49,9% das bolsas de graduação-sanduíche para a França) no âmbito do Programa CsF, equivalendo a 2,7% do total das bolsas concedidas (101.446 bolsas). Isto torna o Brafitec o programa aderente que mais contribuiu para a concessão de bolsas CsF na graduação-sanduíche.

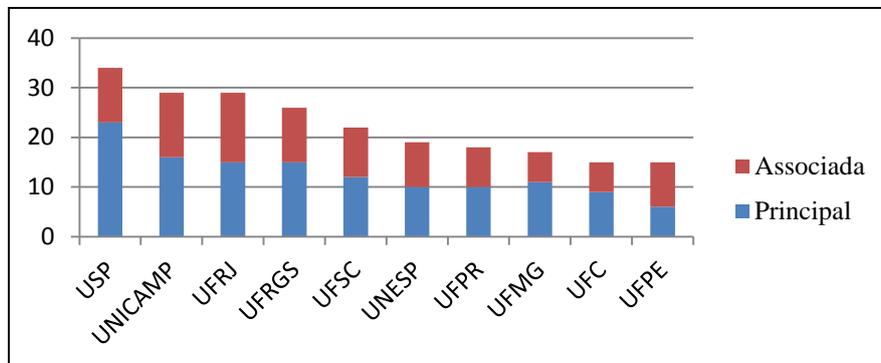
O Brafitec é estruturado de modo que cada curso universitário de engenharia possa apresentar uma proposta de projeto, estimulando que seja organizada em rede nacional e internacional. Logo, cada projeto deve conter de uma a três IES brasileiras e de uma a três IES francesas. O projeto requer o envolvimento de um coordenador principal e de, pelo menos, dois membros docentes doutores vinculados à IES de origem, além de um coordenador associado vinculado à IES que compõe a rede de cooperação. Cerca de 300 professores brasileiros e 250 professores franceses estiveram envolvidos nesta cooperação como coordenadores principais ou associados, o que demonstra a ampla extensão nacional e internacional desta cooperação.

Gráf. 2. Redes de Cooperação Brasileira



O programa Brafitec tem extensa participação de universidades e institutos de ensino brasileiros, contando com a participação de 53 IES. Em função do estímulo à formação de redes nacionais de cooperação em engenharias, muitas IES compõe diferentes projetos como instituições principais ou associadas. As IES brasileiras que participam do maior número de projetos estão mostradas no Gráfico 3:

Gráf. 3. Universidades com maior número de projetos (coordenação principal e associada)

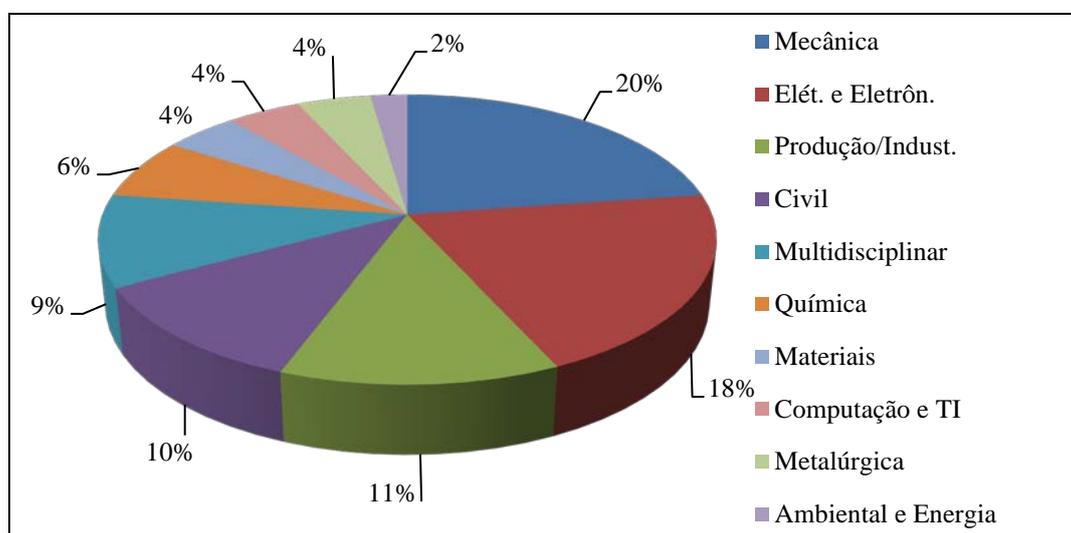


Apesar das 10 universidades com maior número de projetos serem de apenas três regiões do país (Sudeste, Sul e Nordeste), o programa conta com a participação de universidades de todo o Brasil. O Sudeste possui 22 IES participantes, em seguida o Sul conta com 16 IES, o Nordeste é representado por 8 IES, enquanto Norte e Centro-Oeste possuem 4 e 3 IES, respectivamente.

É interessante observar, ainda, que as 10 universidades com maior número de projetos Brafitec também são aquelas que têm ocupado as primeiras colocações como melhores escolas de engenharia no país, sobretudo no que diz respeito à qualidade do ensino, segundo o Ranking Universitário Folha – RUF.

O programa busca envolver todas as áreas das engenharias. Inicialmente, mesmo as engenharias agrônoma/agrícola, ambiental e de alimentos estavam incluídas, tendo sido retiradas após a criação do programa específico Brafagri (“Brasil-France Agriculture”), o qual passaram a integrar. Atualmente, podemos agrupar os cursos participantes em 17 áreas das engenharias, sendo as 10 principais:

Gráf. 4. Principais áreas das engenharias



Vemos uma relevante participação dos cursos de engenharia mecânica, elétrica, de produção e civil que somam quase 60% do universo de projetos implementados. É natural que ocupem estas posições em função de serem os quatro cursos mais ofertados no país, mas é interessante notar a

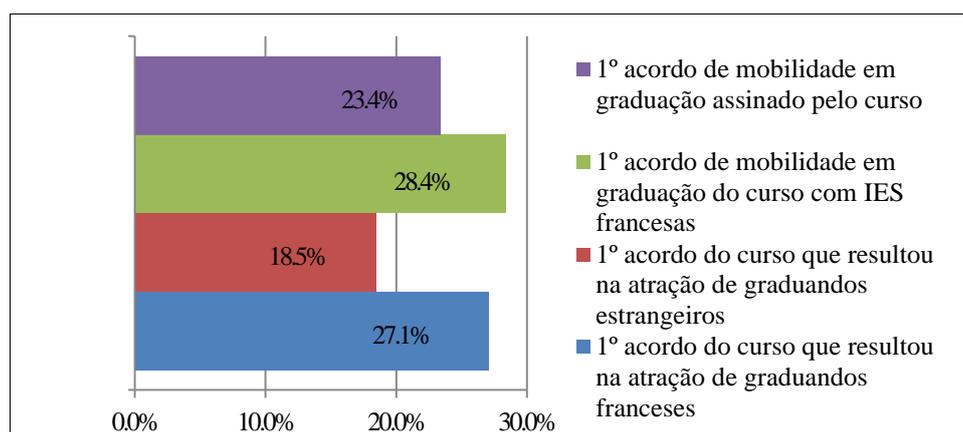
concentração de projetos em mecânica e elétrica em comparação com produção e civil, tendo em vista que estas últimas formam, anualmente, mais engenheiros no Brasil.

De acordo com as respostas ao questionário, este programa tem cumprido seu objetivo de estimular o processo de internacionalização dos cursos de engenharias. Ao serem perguntados se concordavam com a afirmação de que o Brafitec contribuiu significativamente para a internacionalização de seu curso, 71,6% concordaram totalmente, 24,7% concordaram parcialmente e somente 3,7% discordaram parcialmente.

O conceito de internacionalização adotado pelos sistemas de classificação das “universidades de Classe mundial”, como o de Shangai e Times Higher Education, medem a inserção internacional pela capacidade de atrair alunos e pesquisadores estrangeiros nos seus quadros, bem como as publicações nos melhores periódicos. Assim, o Brafitec tem demonstrado ser um dos principais programas de mobilidade em graduação no Brasil no atingimento dos índices de internacionalização observados pelos sistemas de classificação vigentes.

Conforme demonstrado no gráfico 5, no que diz respeito aos acordos assinados, o programa foi pioneiro em alguns cursos de engenharia tanto como primeira iniciativa de mobilidade em graduação, como também na atração de estudantes estrangeiros.

Gráf. 5. Pioneirismo dos acordos resultantes do Brafitec



Desta breve análise inicial, pode-se inferir que o Brafitec motivou a criação de amplas redes nacionais e internacionais de cooperação acadêmica em graduação nas engenharias. Ele integrou

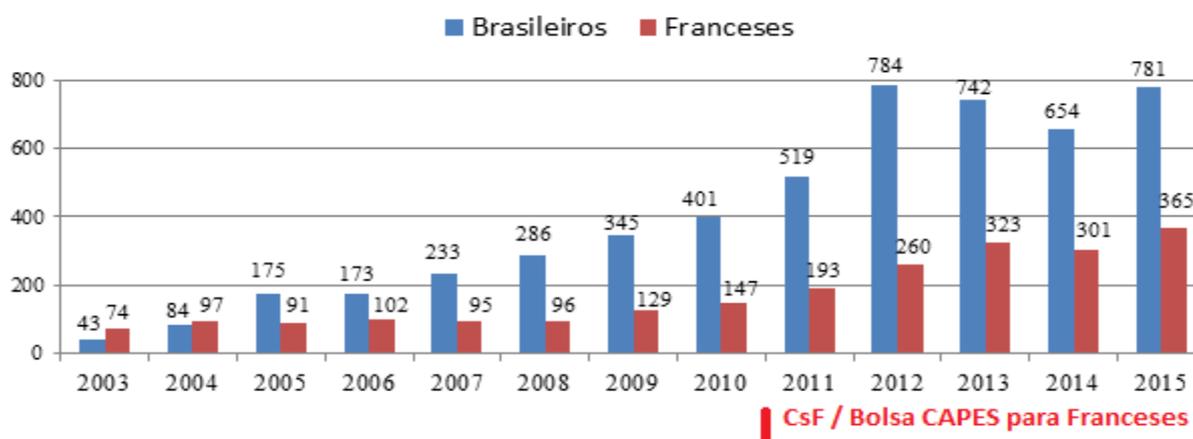
IES de quase todos os estados nas diferentes áreas das engenharias, contribuindo para a internacionalização dos cursos envolvidos.

Mobilidades discente e docente

Um dos instrumentos de internacionalização utilizado pelo Brafitec é a mobilidade discente e docente. Anualmente, coordenadores de projetos vigentes selecionam estudantes para realizar parte de seus estudos no exterior, com financiamento da CAPES e isenção de taxas pelas universidades parceiras francesas. A bolsa brasileira tem duração de quatro a doze meses, podendo se estender até dezoito meses em caso de realização do duplo-diploma. Aos estudantes são pagos os benefícios de mensalidade, auxílio-instalação, seguro-saúde, adicional localidade, auxílio material didático e auxílio-deslocamento. Além disso, alunos franceses também contam com apoio do governo francês para estudar nas universidades brasileiras.

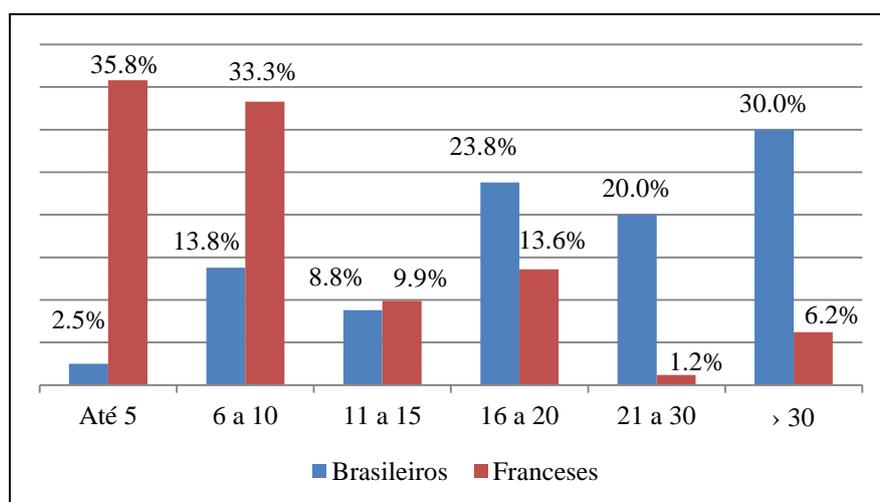
Neste ponto, cabe destacar que, a partir de 2011, a CAPES decidiu complementar a bolsa de estudantes franceses de modo a estimular a vinda de um maior número de discentes franceses. Como pode ser observado no gráfico 6, esta estratégia conseguiu rapidamente alavancar o número de estudantes franceses que estava praticamente estável desde 2003. Contudo, o Programa Ciência sem Fronteiras conseguiu ampliar ainda mais a diferença que já existia entre a mobilidade de estudantes brasileiros e franceses no Programa.

Gráf. 6. Número de Bolsas Brafitec implementadas



A realidade apresentada pelos dados da CAPES e CDEFI é corroborada pelas informações fornecidas pelos coordenadores de projetos de que o número de estudantes brasileiros em mobilidade é, em média, muito superior à de franceses:

Gráf. 7. Média de Bolsas Brafitec por projeto



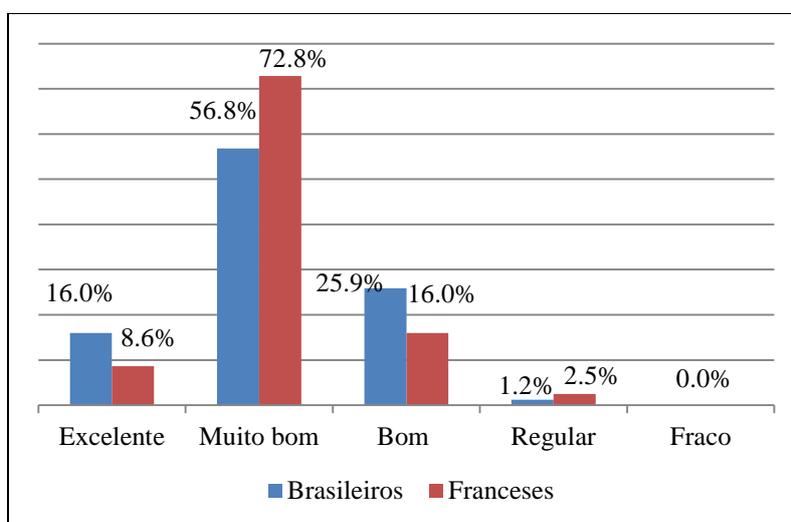
O alto número de discentes brasileiros decorre de que, do lado brasileiro, na primeira década do Brafitec, cada universidade em rede poderia enviar até 3 estudantes brasileiros ao ano com financiamento da CAPES. Logo, um projeto em rede com três IES poderia enviar até 36 estudantes ao longo dos quatro anos de projeto. Esta regra estimulou que as universidades apresentassem propostas em rede, pois projetos individuais só envolveriam até 12 estudantes. Além disso, durante os quatro anos do Programa CsF, a cota de bolsas de cada universidade em rede foi ampliada de 3 para 10 bolsas ao ano, permitindo um intenso crescimento da mobilidade de estudantes brasileiros naquele período.

Apesar do número de estudantes franceses em mobilidade ser inferior ao de brasileiros, a vinda destes discentes foi importante para a ampliação da quantidade de estrangeiros em universidades brasileiras. Cerca de 95% dos coordenadores de projetos indicaram que o Brafitec ampliou a presença de estudantes estrangeiros em seu curso. Isto contribuiu para que as

coordenações de cursos e assessorias de relações internacionais tivessem que providenciar cursos de língua portuguesa para estrangeiros, aulas lecionadas em línguas inglesa e/ou francesa e apoio logístico para atender às necessidades destes estudantes.

Cabe destacar, ainda, que os estudantes financiados pelo Brafitec apresentaram um ótimo desempenho a partir da avaliação dos coordenadores brasileiros (Gráfico 8):

Gráf. 8. Desempenho dos bolsistas nas disciplinas cursadas durante a mobilidade

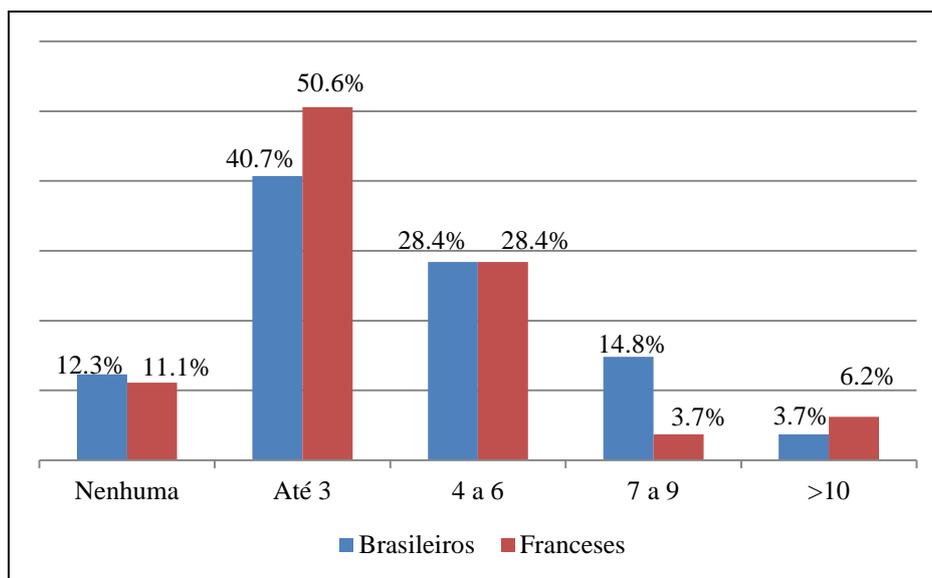


Um percentual significativo dos estudantes foi avaliado como tendo apresentado desempenhos excelente e muito bom, o que demonstra a qualidade do processo seletivo realizado pelos parceiros na definição dos discentes financiados e o compromisso dos alunos em manter uma ótima performance no cumprimento dos créditos na universidade estrangeira.

De modo a intensificar a cooperação docente, os projetos são contemplados, ainda, com missões de trabalho anuais. O recurso para missão inclui seguro-saúde, diárias e auxílio-deslocamento. Cada projeto conta com duas missões de sete a vinte dias que objetivam a realização de visitas aos coordenadores da rede parceira para, dentre outros objetivos, acompanhar e avaliar o desempenho dos estudantes brasileiros na França, realizar a seleção conjunta dos estudantes franceses, planejar ações em colaboração, propor e ministrar cursos e seminários internacionais.

Interessante notar que, diferentemente do que ocorre na mobilidade discente, as missões de trabalho apresentam maior simetria no intercâmbio dos docentes envolvidos (Gráfico 9).

Gráf. 9. Média de missões de trabalho por projeto



Além disso, anualmente, são realizados fóruns que reúnem os coordenadores brasileiros e franceses, a CAPES e o CDEFI para discutir o andamento dos projetos, realizar seminários em temas de interesse mútuo e propor melhorias ao programa. Os fóruns são organizados pelos próprios coordenadores e são co-financiados pela CAPES e CDEFI, devendo ocorrer, intercaladamente, no Brasil e na França. Este foro internacional é relevante para o fortalecimento das redes brasileiras e francesas e permitem que todas as partes envolvidas (discentes, docentes e agentes do Governo) possam discutir abertamente a cooperação.

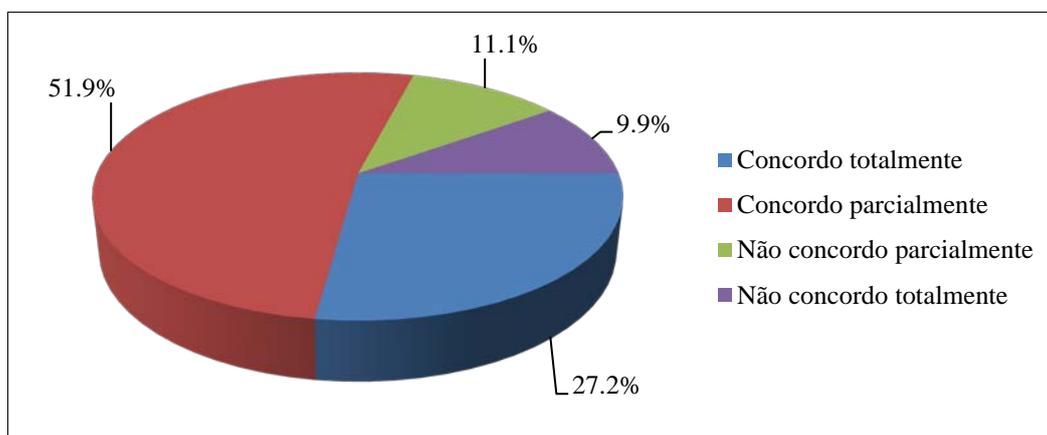
Pode-se concluir que o objetivo do Programa de estimular o intercâmbio de estudantes e professores tem sido atingido, necessitando de maiores estímulos e melhor infra-estrutura do lado brasileiro para que seja possível atingir uma mobilidade balanceada de estudantes.

Currículo, reconhecimento de créditos e duplo-diploma

Diferentemente de outros programas de mobilidade individual, o Brafitec não se limita a viabilizar somente o intercâmbio de estudantes. Para concorrer ao financiamento deste Programa, as IES devem apresentar em seu projeto inicial documentos que evidenciem a pré-existência de acordos entre os parceiros envolvidos para o atingimento da equivalência curricular e o reconhecimento automático de créditos.

Entende-se que estas duas condições obrigatórias estimularão as universidades brasileiras a criar condições para que a mobilidade acadêmica internacional seja plenamente reconhecida, tal como se o estudante tivesse realizado aqueles créditos em sua IES de origem. Além disso, a busca pela equivalência curricular permite que coordenadores de cursos de engenharias reflitam a respeito dos aperfeiçoamentos que podem ser realizados em seus cursos de origem a partir da análise das grades dos cursos franceses. Ao serem questionados a respeito da equivalência curricular, 79,1% dos coordenadores de projetos concordaram que este Programa serviu de estímulo à atualização curricular de seu curso de origem. Este é um benefício importante desta cooperação, pois permite que a universidade aperfeiçoe e internacionalize o currículo de seus cursos de engenharias.

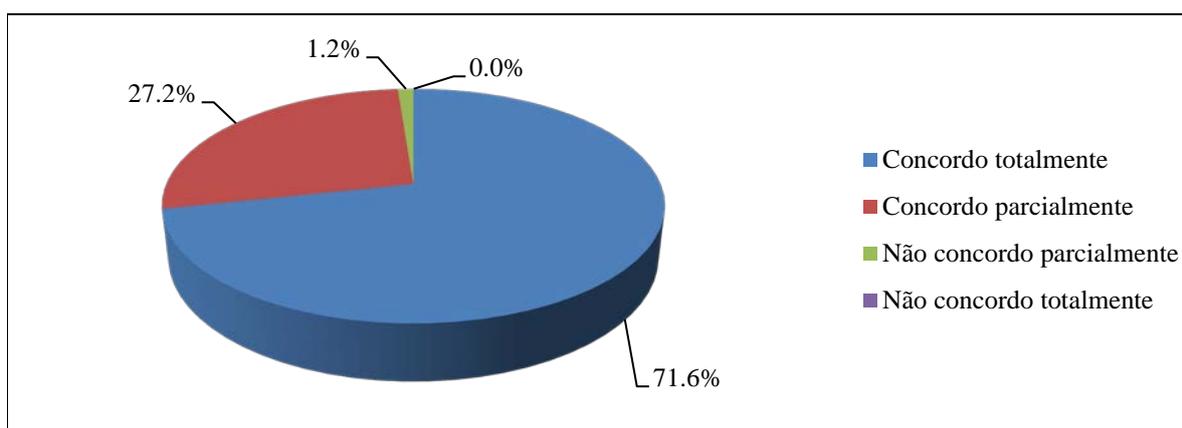
Gráf. 10. Brafitec estimulou a atualização curricular do curso



O compromisso das IES em realizar o reconhecimento mútuo de créditos também tem sido atendido com sucesso. Mais de 70% dos coordenadores dos projetos concordam totalmente que

houve reconhecimento recíproco dos créditos cursados pelos estudantes envolvidos, enquanto apenas 1,2% discordam parcialmente (Gráfico 11). Podemos avaliar estes números como muito positivos, ao considerarmos que os alunos estão tendo reconhecidos créditos de IES estrangeiras em equivalência aos créditos nacionais obrigatórios.

Gráf. 11. Houve reconhecimento recíproco de créditos cursados



O sucesso na equivalência curricular e no reconhecimento recíproco de créditos entre os parceiros brasileiros e franceses viabilizou que o Programa atingisse outros objetivos e que fosse gradualmente aperfeiçoado, permitindo às IES a assinatura de novos acordos que contemplassem a concessão de duplos-diplomas.

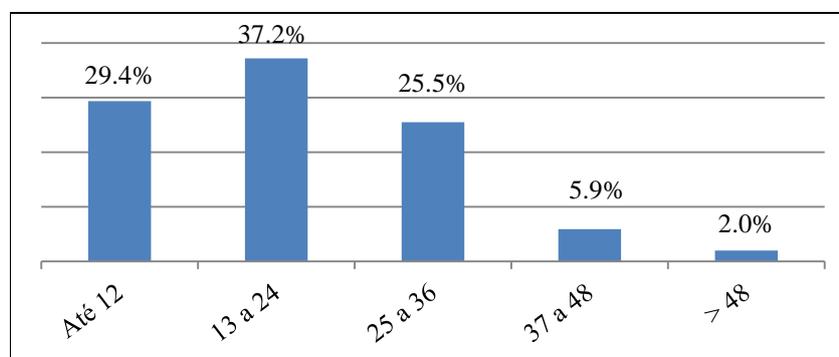
Este resultado foi consequência da iniciativa das universidades envolvidas que decidiram ampliar sua cooperação para este novo patamar, independentemente da garantia de recurso financeiro adicional pelas agências executoras. Logo, nos primeiros anos, apenas alguns projetos evoluíram para uma cooperação em duplo-diploma, cabendo à CAPES e ao CDEFI somente a autorização da permanência dos estudantes por um período de até 18 meses, sem custos adicionais. Contudo, a partir de 2011, com o aumento significativo do número de acordos de duplo-diploma, e de modo a permitir que todos os alunos que tivessem mérito pudessem realizar o duplo-diploma, a CAPES decidiu custear os meses adicionais necessários aos estudantes aprovados.

O universo destes acordos pode ser vislumbrado a partir dos dados fornecidos pelos coordenadores brasileiros, dos 81 projetos participantes da pesquisa, 57 assinaram acordos de

duplo-diploma com as IES francesas parceiras; 5 já haviam assinado este acordo antes do início do projeto; e somente 19 não assinaram. Portanto, o programa estimulou que 70,4% dos projetos evoluíssem das fases de equivalência curricular e de reconhecimento mútuo de créditos para a etapa de concessão de duplo-diploma. Este é um avanço significativo para a internacionalização de um curso de graduação, pois demanda a negociação de uma grade curricular conjunta e complementar em ambas universidades, incluindo a oferta de cursos técnicos em línguas estrangeiras no Brasil. Além disso, é um reconhecimento pelas universidades francesas da qualidade dos alunos e do ensino dos cursos das IES brasileiras parceiras.

A negociação destes acordos demanda que a coordenação do projeto coordene suas ações com a assessoria de relações internacionais de sua IES e com a coordenação acadêmica de seu curso. Dependendo da estrutura e dos regulamentos das IES envolvidas, o tempo médio de negociação até a concretização da assinatura do acordo pelos reitores costuma variar entre 12 e 36 meses, como pode ser observado no gráfico 12.

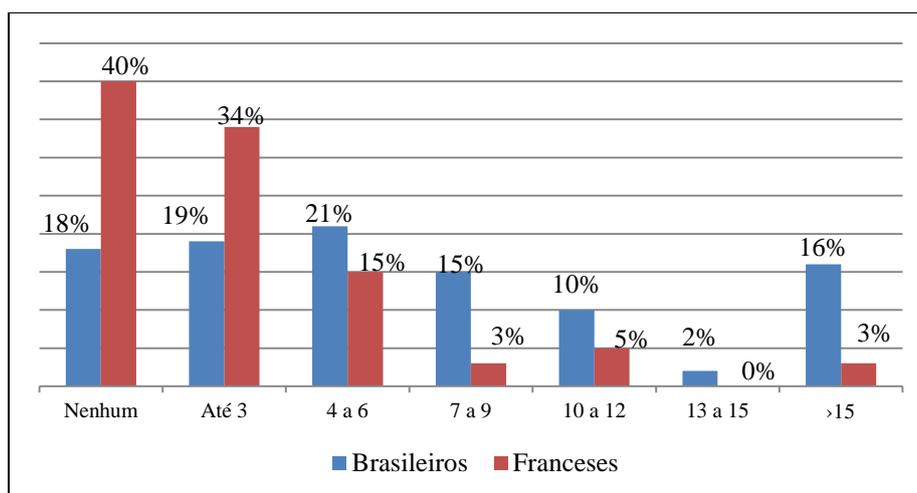
Gráf. 12. Tempo Médio para negociação e assinatura dos acordos de duplos-diplomas (meses)



Observa-se, no entanto, que estudantes brasileiros têm sido beneficiados com número superior de duplos-diplomas em comparação com discentes franceses. Segundo dados do questionário, 40% dos projetos de universidades francesas, com acordo de duplo-diploma assinado, não tiveram a emissão deste tipo de diploma a seus nacionais pelas IES parceiras brasileiras, enquanto somente 18% dos projetos brasileiros não tiveram beneficiados. Ademais, o número

médio de duplos-diplomas concedidos encontra-se majoritariamente na faixa de 1 a 6 alunos por projeto, média muito inferior à brasileira, como pode ser observado no Gráfico 12.

Gráf. 13. Número Médio de duplos-diplomas concedidos por projeto
(foram contabilizados somente os projetos com acordos de duplo-diploma assinados)



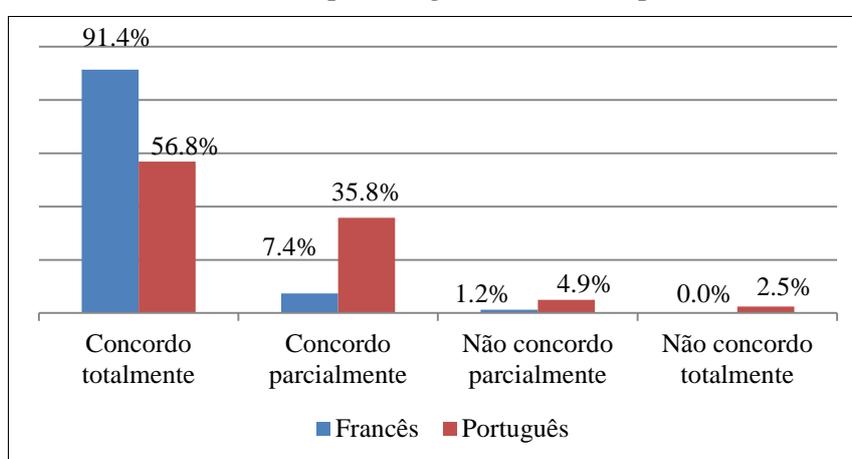
Os motivos que resultam nesta desigualdade podem variar, tais como: o menor número de estudantes franceses em mobilidade; o período mais curto de permanência de estudantes franceses no Brasil; a inexistência de bolsas a franceses para a realização do período adicional de duplo-diploma; a baixa oferta de cursos em língua francesa ou inglesa nas IES brasileiras; a menor proficiência da língua portuguesa dos alunos franceses; e a própria falta de interesse de estudantes franceses em obter titulação brasileira. É necessário, portanto, que coordenadores de projetos Brafitec avaliem o porquê da desigualdade na concessão de títulos de duplo-diploma em suas parcerias e busquem formas de estimular que estudantes franceses também sejam beneficiados com diplomas de universidades brasileiras.

Aperfeiçoamento de línguas, estágios e publicações

Universidades brasileiras e francesas, tradicionalmente, oferecem cursos técnicos em suas línguas nativas. Portanto, para que o aluno em mobilidade seja beneficiado com uma maior oferta

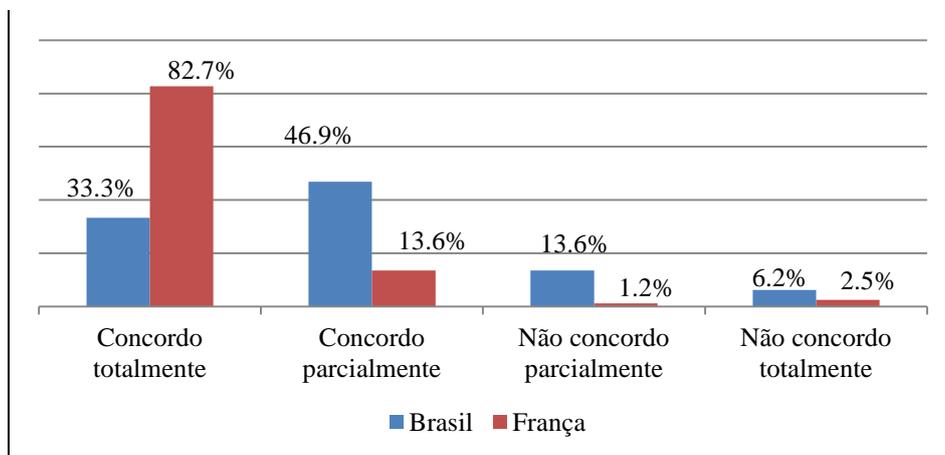
de cursos, é necessário que tenha conhecimento da língua oficial do país de destino. Como exemplificado anteriormente, é possível que o aluno realize curso intensivo de línguas na universidade de destino para aperfeiçoar seu conhecimento, contudo, observa-se que o Programa tem estimulado a aprendizagem do idioma antes do início da mobilidade discente. Segundo relato dos coordenadores, a possibilidade de concorrer para as bolsas do Brafitec é um estímulo aos estudantes de seu curso para o estudo prévio das línguas francesa, por brasileiros, e portuguesa, por franceses.

Gráf. 14. Estímulo à aprendizagem do idioma do país de destino



Observa-se no gráfico 14 que o estímulo é ainda maior para que brasileiros aprendam a língua francesa previamente. Esta tendência pode ser motivada pela exigência da comprovação de nível mínimo de proficiência para a aprovação no processo seletivo de candidatos brasileiros, enquanto franceses não são obrigados a apresentar teste de proficiência em língua portuguesa, bastando o aceite do coordenador brasileiro. Contudo, é generalizado o entendimento de que, independente do nível inicial do conhecimento da língua, os alunos em mobilidade empenham-se em aprender o idioma da universidade de destino.

Gráf. 15. Realização de estágio prático/profissional no país de destino



A mobilidade discente também prevê dentre suas principais atividades a realização de estágio prático/profissional, em sua área do conhecimento, em empresas e laboratórios localizados no país de destino. Esta atividade prática tem sido avaliada pelos estudantes como um dos maiores benefícios desta iniciativa, pois permite que o discente ganhe experiência e desenvolva habilidades relevantes para a atuação no mercado de trabalho nacional ao retornar ao país.

Pode-se observar que as IES francesas viabilizaram a realização de estágio à maioria dos estudantes brasileiros, pois esta atividade é parte integral do currículo dos cursos de engenharias, logo, as oportunidades são disponibilizadas tanto a estudantes regulares franceses quanto aos alunos estrangeiros. Entretanto, as IES brasileiras não tem apresentado o mesmo grau de sucesso na oferta de estágio aos estudantes franceses. A ausência da disponibilidade deste estágio pode desestimular a vinda de estudantes franceses ao Brasil, pois impedirá que o aluno obtenha a experiência profissional no mercado brasileiro e poderá atrasar a conclusão do curso na França, já que o estágio é atividade obrigatória em sua grade curricular. As universidades brasileiras têm a responsabilidade de encontrar soluções para ampliar a oferta de estágios profissionais, contudo, cabe destacar que o estágio prático tem sido oferecido, sobretudo, por meio da realização de projetos de iniciação científica que tem sido bem avaliados pelos coordenadores e estudantes franceses.

Neste sentido, apesar do Brafitec consistir em parceria universitária e não objetivar a realização de pesquisas conjuntas, foi observada a existência de publicações conjuntas entre

docentes e discentes participantes em mais de 40% dos projetos avaliados, o que pode ser considerado importante resultado complementar.

Desafios e aperfeiçoamentos

Mesmo apresentando excelentes resultados, é importante que o Programa Brafitec seja continuamente aperfeiçoado para enfrentar os desafios existentes, com o objetivo de que esta cooperação obtenha ainda mais êxito.

Primeiramente, a partir deste estudo, foi possível identificar que não há uniformização do banco de dados das agências de fomento, logo, cada uma possui formato próprio de contagem das bolsas e projetos que resultam, por vezes, em dados conflitantes. Além disso, não há avaliação conjunta dos resultados pelas agências financiadoras, o que dificulta a identificação ágil de falhas e o aperfeiçoamento eficaz desta política pública. Seria relevante, portanto, que CAPES e CDEFI reunissem os dados do Brafitec de forma a uniformizar as informações disponíveis. Ademais, é essencial que estes dados sejam tornados públicos para que a população possa ter acesso aos resultados deste investimento educacional.

Outro desafio enfrentado pelo Programa, que demanda ações concretas das agências e IES envolvidas, é a expansão desta iniciativa para universidades nas regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil. Estas regiões precisam ser estimuladas a integrar esta rede de cooperação de modo que seus cursos de engenharias também possam ser beneficiados. Uma das ações possíveis para mitigação deste problema seria a priorização pela CAPES de propostas de novos projetos em rede que incluíssem cursos destas regiões, isto estimularia, inicialmente, os coordenadores de projetos ativos a incluir coordenadores associados de IES do Norte e Centro-Oeste. Em um segundo momento, após adquirirem experiência e acordos de cooperação bilateral, estes cursos recém incluídos nas redes poderiam apresentar seus próprios projetos como coordenadores principais.

Deve ser buscado, ainda, maior equilíbrio na mobilidade discente. Pode-se observar que o número de estudantes brasileiros em intercâmbio na França é muito superior ao de franceses no Brasil. É preciso que as IES brasileiras identifiquem os principais fatores que vêm dificultando o aumento da presença dos estudantes estrangeiros no Brasil. Alguns dos principais problemas

identificados: falta de infraestrutura de moradia estudantil para estrangeiros, baixa oferta de cursos em inglês e francês, ausência de oportunidades de estágios profissionais e desconhecimento das oportunidades de estudo nas IES brasileiras. Com exceção à oferta de infraestrutura para hospedagem, os demais problemas poderiam ser enfrentados pelas IES com soluções internas e de baixo custo.

Outras melhorias possíveis de serem adotadas para o aperfeiçoamento do Brafitec seriam a oferta de estágios de pesquisa de curta duração (como cursos de inverno/verão) e a inclusão de bolsas de mestrado-sanduíche de curta duração para a produção das dissertações em cotutela. Este formato já é adotado, e tem apresentado resultados positivos, no BRAGECRIM (Iniciativa Brasil-Alemanha para Pesquisa Colaborativa em Tecnologia de Manufatura), outro programa de cooperação financiado pela CAPES, em parceria com a DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft/Sociedade Alemã de Amparo à Pesquisa) e o CNPq.

Com o aperfeiçoamento destes mecanismos, o Brafitec poderia contribuir ainda mais para a internacionalização da engenharia brasileira.

Conclusão

A partir da análise dos dados disponibilizados pela CAPES e CDEFI e das respostas fornecidas pelos coordenadores, foi possível apontar algumas das principais contribuições do Programa Brafitec para a internacionalização dos cursos de graduação em engenharia no Brasil.

Uma das mais relevantes contribuições do Programa foi a mobilidade de estudantes franceses às IES brasileiras. Apesar do número de brasileiros em mobilidade ser superior ao de franceses, o Brafitec conseguiu atingir uma cooperação relativamente balanceada em que as instituições envolvidas puderam enviar e receber estudantes de graduação. Como relatado anteriormente, isto permitiu que as IES brasileiras enfrentassem o desafio de viabilizar o acolhimento de estudantes estrangeiros, encontrando soluções tanto em termos de oferta de hospedagem estudantil quanto de cursos técnicos em línguas francesa, inglesa ou portuguesa (acompanhados de curso intensivo de português para estrangeiros). Além disso, foi gerada

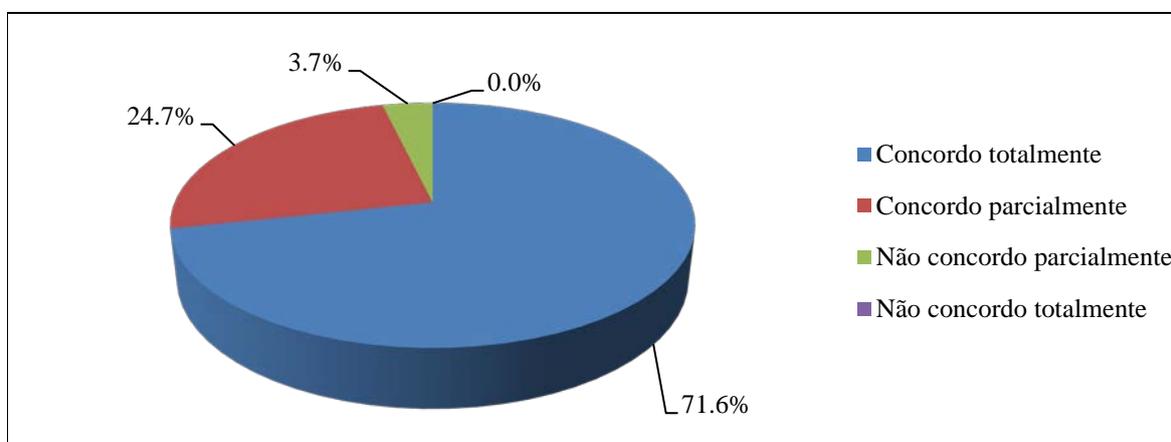
mobilidade docente equilibrada que permitiu aos professores vivenciar um sistema educacional de ensino superior em engenharia diverso.

O Programa acarretou, ainda, discussões internas nos cursos participantes a respeito da atualização e equivalência curriculares a partir da análise das grades dos cursos franceses, permitindo em curto prazo o reconhecimento mútuo de créditos aos alunos brasileiros e franceses. Esta aproximação dos currículos permitiu, no médio prazo, a realização de programas de duplo-diploma entre IES brasileiras e francesas.

Além disso, esta cooperação contribuiu para a criação e o fortalecimento de redes nacionais e internacionais de cursos de engenharias, resultando, também, na produção de publicações acadêmicas em co-autoria.

Por fim, cabe destacar que a avaliação de mais de 70% dos coordenadores envolvidos é de que o programa contribuiu significativamente para a internacionalização de seus cursos, sendo que outros 24% concordaram parcialmente com esta afirmação.

Gráf. 16. O Programa contribuiu significativamente para a internacionalização dos cursos



A manifestação dos coordenadores corrobora que, em pouco mais de uma década, o Brafitec conseguiu contribuir para a internacionalização dos cursos brasileiros envolvidos. Portanto, a continuidade e o aperfeiçoamento deste Programa devem ser estimulados para que produza mais benefícios de médio e longo prazos às universidades, docentes e discentes envolvidos. Além disso,

outros programas similares deveriam ser criados e financiados para permitir experiências de colaboração internacional com outros países e universidades, priorizando as parcerias universitárias para além da mobilidade individual de estudantes.

Referências

BRANDENBURG, Uwe; et al. “The Erasmus Impact Study: Effects of mobility on the skills and employability of students and the internationalization of higher education institutions”. European Commission: Education and Culture, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014.

BRASIL. CAPES. “Seis Décadas de Evolução da Pós-graduação”, documento e site comemorativo do aniversário de 60 anos da CAPES, julho de 2011. Disponível em: <<http://capes60anos.capes.gov.br/images/stories/download/Revista-Capes-60-anos.pdf>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2016.

CARVALHO, Joaquim; MAIA, Rita. “Repensar o papel da mobilidade na cooperação internacional na Europa e no Brasil”. ALISIOS (Academic Links and Strategies for the Internationalization of the HE Sector, 2015.

FONSECA, Fernando Josepetti. “1.000 Duplos-Diplomas (2001-2014)”, Escola Politécnica da USP, 2015.

FRANÇA. CDEFI. “Coopération Franco-Bresilienne dans le domaine de la formation des ingénieurs. Programme Brafitec. État des projets en cours au 1er janvier 2015”, dezembro de 2014.

FREIRE JUNIOR, J.C.; GROCHOCKI, L.F.M.; et al. “A Internacionalização do Ensino de Engenharia: Modelos, Problemas e Possíveis Soluções”. In: Desafios da Educação em Engenharia: Formação em Engenharia, Internacionalização, Experiências Metodológicas e Proposições”, 1ed., Brasília: ABENGE, 2013, p. 5-48.

MILLER, Richard K. “‘From the Ground up’ Rethinking Engineering Education in the 21st Century” *Proceedings of 2010, Simpósio em Engenharia e Educação Liberal*, junho de 2010. Disponível em: <http://www.olin.edu/about_olin/pdfs/Union%20College_From%20the%20Group%20Up.pdf>. Acesso em: 7 de fevereiro de 2016.

PINHEIRO, J., SCHREINER JÚNIOR, S., MELO, G. S. “Duas experiências de graduação sanduíche na Alemanha, de alunos do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília”, XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE 99,

Natal, setembro de 1999, p. 220-225. Disponível em: <
<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/1999/st/s/s056.PDF> >. Acesso em: 29 de março de 2016.

SPINELLI, Giancarlo. “Adde Salem: a double degree in Europe. South American Leadership and Employability”. Politecnico di Milano, 1 ed., Milano, 2014.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou demonstrar a relevância da produção acadêmica e científica em engenharias para a promoção do desenvolvimento social e econômico das nações. É essencial que o Brasil invista fortemente na qualificação e na melhoria da formação de seus engenheiros por meio da mobilidade e da internacionalização dos cursos das universidades brasileiras. Engenheiros brasileiros precisam dominar o conhecimento técnico, como também, desenvolver a visão prática de como aplicar a teoria na resolução dos desafios globais enfrentados pela sociedade moderna.

Em função desta necessidade estratégica de estimular e formar um maior número de engenheiros brasileiros, altamente qualificados, a CAPES tem priorizado, nos últimos anos, o financiamento de programas de mobilidade internacional nas áreas das engenharias. No âmbito da graduação, este apoio tem sido fornecido por meio do financiamento de acordos de cooperação em parcerias universitárias e da mobilidade individual de estudantes através do Programa Ciência sem Fronteiras. Estudantes brasileiros têm sido enviados para as principais potências na produção do conhecimento acadêmico e científico e da inovação, com o objetivo de desenvolverem habilidades relevantes, sobretudo, ao mercado de trabalho nacional. Além disso, busca-se nas parcerias universitárias a intensificação do processo de internacionalização dos cursos envolvidos.

A partir da análise do CAPES/Brafitec foi possível identificar as principais contribuições, no curto e médio prazos, deste programa para a internacionalização dos cursos de graduação em engenharia no Brasil.

Dentre as contribuições, podemos destacar a ampla formação de redes nacionais e internacionais de cursos de engenharias; o sucesso na equivalência curricular e no aproveitamento de créditos dos estudantes em função da cooperação entre as universidades; a atualização curricular de cursos brasileiros com base na experiência internacional; a

concretização de acordos de duplo-diploma em curto prazo; o intenso intercâmbio de docentes e discentes entre universidades brasileiras e francesas; o estímulo ao aprendizado das línguas francesa e portuguesa em função da mobilidade estudantil; a oferta de estágios profissionais e de pesquisa supervisionados; e o estímulo à publicação em co-autoria internacional.

Estas contribuições permitiram que os cursos beneficiados pudessem vivenciar um intenso processo de internacionalização e resultou em ganhos significativos aos docentes e discentes envolvidos.

Espera-se que os resultados desta pesquisa possam embasar decisões administrativas das agências de fomento, dos coordenadores de projetos e dos cursos beneficiados para a continuidade e o aperfeiçoamento desta política pública. Além disso, os benefícios institucionais das parcerias universitárias devem estimular as agências de fomento a ampliar e fortalecer este tipo de iniciativa com universidades e países estratégicos para o desenvolvimento das engenharias no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOPYAN, V. , OLIVEIRA, J. F. G., Mestrado Profissional em Engenharia: Uma Oportunidade para Incrementar a Inovação Colaborativa entre Universidades e os Setores de Produção no Brasil. RBPG. Revista Brasileira de Pós-Graduação, v. 2, p. 79-89, 2005.

BRANDENBURG, Uwe; et al. “The Erasmus Impact Study: Effects of mobility on the skills and employability of students and the internationalization of higher education institutions”. European Commission: Education and Culture, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014.

BRASIL. CAPES. “Seis Décadas de Evolução da Pós-graduação”, documento e site comemorativo do aniversário de 60 anos da CAPES, julho de 2011. Disponível em: < <http://capes60anos.capes.gov.br/images/stories/download/Revista-Capes-60-anos.pdf> >. Acesso em: 28 de janeiro de 2016.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. *Desigualdade, Heterogeneidade e Diversidade*. Revista Vozes da Classe Média - Caderno 2 (nov. 2012) - Brasília: SAE, 2012. Disponível em: <http://www.sae.gov.br/site/wp-content/ciclodopalestras/livro.php?id=121204180855-51e2317d73f748b48c1586288e1dd27c&name=Vozes%20da%20Classe%20Media%20Segundo%20Caderno>. Acesso em: 20 de setembro de 2014.

CARVALHO, Joaquim; MAIA, Rita. “Repensar o papel da mobilidade na cooperação internacional na Europa e no Brasil”. ALISIOS (Academic Links and Strategies for the Internationalization of the HE Sector, 2015.

De MEIS L, ARRUDA AP, GUIMARÃES J. The impact of science in Brazil. *IUBMB Life* 2007; 59: 227-34 doi: [10.1080/15216540701258140](https://doi.org/10.1080/15216540701258140) pmid: [17505957](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17505957/).

De NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. *Evolução Recente dos Indicadores de Produtividade no Brasil*. Radar: tecnologia, produção e comércio exterior/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura. - n. 28 (ago. 2013) - Brasília: Ipea, 2013. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/130911_radar28.pdf. Acesso em: 20 de setembro de 2014.

FONSECA, Fernando Josepetti. “1.000 Duplos-Diplomas (2001-2014)”, Escola Politécnica da USP, 2015.

FRANÇA. CDEFI. “Cooperação Franco-Bresilienne dans le domaine de la formation des ingénieurs. Programme Brafittec. État des projets en cours au 1er janvier 2015”, dezembro de 2014.

FREIRE JUNIOR, J.C.; GROCHOCKI, L.F.M.; et al. “A Internacionalização do Ensino de Engenharia: Modelos, Problemas e Possíveis Soluções”. In: Desafios da Educação em Engenharia: Formação em Engenharia, Internacionalização, Experiências Metodológicas e Proposições”, 1ed., Brasília: ABENGE, 2013, p. 5-48.

MILLER, Richard K. “‘From the Ground up’ Rethinking Engineering Education in the 21st Century” *Proceedings of 2010, Simpósio em Engenharia e Educação Liberal*, junho de 2010. Disponível em: <http://www.olin.edu/about_olin/pdfs/Union%20College_From%20the%20Group%20Up.pdf>. Acesso em: 7 de fevereiro de 2016.

NARIM, F., Hamilton, K.S. and OLIVASTRO, D. (1997). The increase linkage between U.S. technology and public science. *Research policy*, 26: 317-330.

PINHEIRO, J., SCHREINER JÚNIOR, S., MELO, G. S. “Duas experiências de graduação-sanduíche na Alemanha, de alunos do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília”, XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE 99, Natal, setembro de 1999, p. 220-225. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/1999/st/s/s056.PDF>>. Acesso em: 29 de março de 2016.

SPINELLI, Giancarlo. “Adde Salem: a double degree in Europe. South American Leadership and Employability”. Politecnico di Milano, 1 ed., Milano, 2014.

TELLES, Marcia, “Brasil sofre com a falta de engenheiros: Área é considerada estratégica para o desenvolvimento do País”, *Revista Inovação em Pauta*, ed. 6, junho de 2009. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/imprensa/revista/edicao6/inovacao_em_pauta_6_educacao.pdf>. Acesso em: 30 de janeiro de 2013.

TSENG, Michell M., *Industry development perspectives: Global Distribution of World Market*, CIRP 53rd General Assembly, Montreal, Canada, 2003.

UKON, Masao; BEZERRA, Julio; CHENG, Simon; AGUIAR, Marcos; XAVIER, André; LE CORRE, Jean. *Brazil: Confronting the Productivity Challenge*. The Boston Consulting Group. BCG, 2013. p. 9. Disponível em: https://www.bcgperspectives.com/Images/Brazil_Confronting_the_Productivity_Challenge_Jan_2013_tcm80-126015.pdf. Acesso em: 20 de setembro de 2014.

ANEXO

Formulário de Avaliação: Programa CAPES/BRAFITEC (prazo prorrogado até 10 de março)

Prezado(a) Professor(a):

Este formulário tem por objetivo a realização de avaliação qualitativa do Programa Brafithec. Tal avaliação é parte integrante da dissertação de mestrado "Engenharias e o Desenvolvimento do Brasil: Desafios e Perspectivas", do PPG Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob orientação do Prof. Jorge Almeida Guimarães.

A avaliação de políticas públicas é imprescindível para o aperfeiçoamento da utilização de recursos públicos e, conseqüentemente, para a efetividade das políticas de desenvolvimento educacional, científico e tecnológico do país. Criado em 2002, o Programa Brafithec visa a intensificar a internacionalização e o aperfeiçoamento dos cursos de graduação em engenharia das universidades brasileiras.

Neste sentido, como coordenador de projeto BRAFITEC, sua experiência é muito valiosa para a avaliação deste programa. Assim, gostaria de contar com sua contribuição no preenchimento deste questionário, que foi enviado a todos os coordenadores e ex-coordenadores do BRAFITEC.

Caso tenha sido o coordenador principal de mais de um projeto, peço a gentileza de preencher este questionário individualmente para cada proposta.

Agradeço antecipadamente por sua disponibilidade em participar e esclareço que os resultados desta pesquisa serão divulgados a todos que contribuíram.

Em caso de dúvidas ou outras contribuições, disponibilizo os e-mails:

luis.grochocki@capes.gov.br e grochocki@gmail.com; assim como o número (61) 8140-1441.

Muito obrigado.

Atenciosamente,

Luis Filipe de Miranda Grochocki
Mestrando do PPG Educação em Ciências - UFRGS
Analista em Ciência e Tecnologia/CAPES

* Required

1. Número do Projeto:

.....

2. Título do Projeto:

.....

.....

.....

.....

.....

3. Curso: *

4. Nome e/ou sigla das Instituições Brasileiras participantes: *

5. Nome e/ou sigla das Instituições Francesas participantes:

6. Nome do Coordenador Brasileiro principal e associados, se houver: *

7. Nomes dos Coordenadores Franceses participantes:

8. 1) O projeto resultou em produções científicas conjuntas entre docentes e/ou discentes envolvidos? *

Mark only one oval.

Sim

Não

9. 2) As publicações podem ser listadas abaixo, caso tenha interesse em registrá-las:

Artigos e capítulos em elaboração podem ser relacionados desde que se destaque “em produção” logo após a citação.

10. 3) O acordo assinado entre sua universidade brasileira e a universidade francesa no âmbito do Brafitec: *

Marque uma ou mais opções.

Check all that apply.

- Foi o primeiro acordo de mobilidade em graduação assinado por este curso;
- Foi o primeiro acordo de mobilidade em graduação assinado por este curso com universidades francesas;
- Foi o primeiro acordo que resultou na mobilidade de graduandos estrangeiros a este curso;
- Foi o primeiro acordo que resultou na mobilidade de graduandos franceses a este curso;
- Todas as opções acima;
- Nenhuma das opções acima.

11. 4) O Brafitec estimulou a alteração/atualização do currículo deste curso em sua universidade, auxiliando na modernização da formação de engenheiros. *

Mark only one oval.

- Concordo totalmente;
- Concordo parcialmente;
- Não concordo parcialmente;
- Não concordo totalmente.

12. 5) O Programa ampliou a presença de estudantes estrangeiros neste curso de engenharia em sua universidade. *

Mark only one oval.

- Concordo totalmente;
- Concordo parcialmente;
- Não concordo parcialmente;
- Não concordo totalmente.

13. **6) Houve o reconhecimento recíproco de créditos cursados pelos discentes deste curso participantes do Programa Brafithec. ***

Mark only one oval.

- Concordo totalmente;
 Concordo parcialmente;
 Não concordo parcialmente;
 Não concordo totalmente.

14. **7) A possibilidade de concorrer ao Programa Brafithec incentivou a aprendizagem do idioma francês entre os discentes do seu curso. ***

Mark only one oval.

- Concordo totalmente;
 Concordo parcialmente;
 Não concordo parcialmente;
 Não concordo totalmente.

15. **8) A participação no Programa Brafithec incentivou os bolsistas franceses a aprenderem o idioma português. ***

Mark only one oval.

- Concordo totalmente;
 Concordo parcialmente;
 Não concordo parcialmente;
 Não concordo totalmente.

16. **9) Por meio de seu projeto, os bolsistas brasileiros do Programa Brafithec realizaram estágio prático/profissional na França. ***

Mark only one oval.

- Concordo totalmente;
 Concordo parcialmente;
 Não concordo parcialmente;
 Não concordo totalmente.

17. **10) Por meio de seu projeto, os bolsistas franceses do Programa realizaram estágio prático/profissional no Brasil. ***

Mark only one oval.

- Concordo totalmente;
 Concordo parcialmente;
 Não concordo parcialmente;
 Não concordo totalmente.

18. **11) O Programa Brafithec resultou na assinatura de acordo de duplo-diploma. ***

Mark only one oval.

- Sim
 Não

19. 12) Qual foi o tempo médio para negociação e assinatura do acordo de duplo-diploma?

*

Mark only one oval.

- Até 12 meses do início do Projeto;
- De 13 a 24 meses do início do Projeto;
- De 25 a 36 meses do início do Projeto;
- De 37 a 48 meses do início do Projeto;
- Acima de 48 meses, ou seja, após a conclusão do Projeto;
- O acordo havia sido assinado antes do início do Projeto;
- Não houve a assinatura de acordo de duplo-diploma.

20. 13) Por meio de seu projeto, quantos estudantes brasileiros receberam o duplo-diploma? *

Caso o projeto tenha sido desenvolvido em rede com outras universidades brasileiras, favor incluir os estudantes das demais instituições.

Mark only one oval.

- Nenhum;
- Até 3;
- De 4 a 6;
- De 7 a 9;
- De 10 a 12;
- De 13 a 15;
- Mais de 15.

21. 14) Por meio de seu projeto, quantos estudantes franceses receberam o duplo-diploma? *

Caso o projeto tenha sido desenvolvido em rede com outras universidades brasileiras, favor incluir os estudantes das demais instituições.

Mark only one oval.

- Nenhum;
- Até 3;
- De 4 a 6;
- De 7 a 9;
- De 10 a 12;
- De 13 a 15;
- Mais de 15.

22. **15) O projeto permitiu a mobilidade de quantos discentes brasileiros durante sua vigência? ***

Caso o projeto tenha sido desenvolvido em rede com outras universidades brasileiras, favor incluir os estudantes das demais instituições.

Mark only one oval.

- Até 5 estudantes;
- De 6 a 10 estudantes;
- De 11 a 15 estudantes;
- De 16 a 20 estudantes;
- De 21 a 30 estudantes;
- Mais de 30 estudantes.

23. **16) O projeto permitiu a mobilidade de quantos discentes franceses durante sua vigência? ***

Caso o projeto tenha sido desenvolvido em rede com outras universidades brasileiras, favor incluir os estudantes das demais instituições.

Mark only one oval.

- Até 5 estudantes;
- De 6 a 10 estudantes;
- De 11 a 15 estudantes;
- De 16 a 20 estudantes;
- De 21 a 30 estudantes;
- Mais de 30 estudantes.

24. **17) Como você avalia o desempenho dos bolsistas brasileiros durante a estada na França? ***

Mark only one oval.

- Excelente;
- Muito bom;
- Bom;
- Regular;
- Fraco.

25. **18) Como você avalia o desempenho dos bolsistas franceses durante a estada no Brasil? ***

Mark only one oval.

- Excelente;
- Muito bom;
- Bom;
- Regular;
- Fraco.

26. **19) Quantas visitas de docentes brasileiros foram realizadas aos parceiros franceses (Universidades na França) durante a vigência do projeto? ***

Caso o projeto tenha sido desenvolvido em rede com outras universidades brasileiras/francesas, favor incluir os docentes das demais instituições.

Mark only one oval.

- Nenhuma;
- Até 3;
- De 4 a 6;
- De 7 a 9;
- De 10 a 12;
- De 13 a 15;
- Mais de 15.

27. **20) Quantas visitas de docentes franceses foram realizadas aos parceiros brasileiros (Universidades no Brasil) durante a vigência do projeto? ***

Caso o projeto tenha sido desenvolvido em rede com outras universidades brasileiras/francesas, favor incluir os docentes das demais instituições.

Mark only one oval.

- Nenhuma;
- Até 3;
- De 4 a 6;
- De 7 a 9;
- De 10 a 12;
- De 13 a 15;
- Mais de 15.

28. **21) O Programa Brafitec contribuiu significativamente para a internacionalização do seu curso. ***

Mark only one oval.

- Concordo totalmente;
- Concordo parcialmente;
- Não concordo parcialmente;
- Não concordo totalmente.

29. **22) No seu ponto de vista, quais foram as principais contribuições do Brafitec para a internacionalização de seu curso.**

30. 23) No seu ponto de vista, quais mudanças sugeriria para o aperfeiçoamento deste Programa.

