



Ministério da Educação (MEC)  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)  
Diretoria de Avaliação (DAV)  
**12.eng2@capes.gov.br**

## Documento de Área

---

**Área 12:**

**ENGENHARIAS II**

**Coordenador(a) da Área:** Reinaldo Giudici  
**Coordenador(a) Adjunto(a) de Programas Acadêmicos:** Luiz Antonio Pessan  
**Coordenador(a) de Programas Profissionais:** Diana Cristina Silva de Azevedo

2019



## SUMÁRIO

<b>1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DA ÁREA .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Tendências, apreciações, orientações.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Diagnóstico da área (incluindo a distribuição dos PPGs por região, nota e modalidade).....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. A interdisciplinaridade na área.....</b>	<b>10</b>
<b>2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O FUTURO DA ÁREA.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. Inovações, transformações e propostas.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2. Planejamento dos PPGs da área no contexto das instituições de ensino superior.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3. Adoção da autoavaliação como parte da avaliação dos PPGs.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4. Perspectivas de impacto dos PPGs da área na sociedade.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5. Perspectivas do processo de internacionalização dos PPGs.....</b>	<b>17</b>
<b>2.6. Perspectivas de redução de assimetrias regionais e intrarregionais.....</b>	<b>18</b>
<b>2.7. Visão da área sobre fusão, fragmentação e migração de PPGs.....</b>	<b>19</b>
<b>2.8. Visão da área sobre a modalidade à distância.....</b>	<b>20</b>
<b>2.9. Visão da área sobre a modalidade profissional (especialmente o nível de doutorado).....</b>	<b>21</b>
<b>2.10. Medidas de indução de interação com a educação básica ou outros setores da sociedade.....</b>	<b>22</b>
<b>2.11. Visão da área sobre formas associativas.....</b>	<b>23</b>
<b>2.12. Visão da área sobre mecanismos de solidariedade (Minter/Dinter e Turma Fora de Sede).....</b>	<b>23</b>

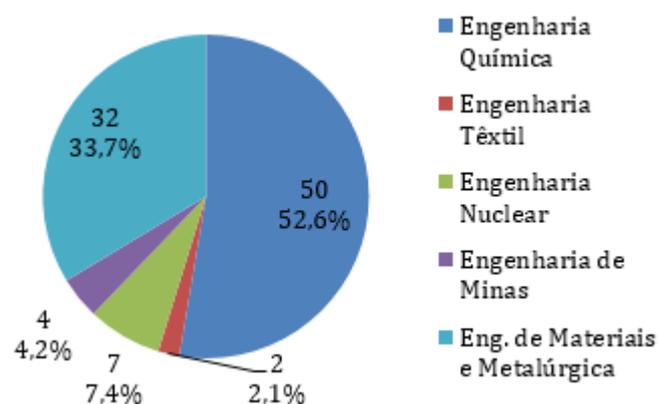
## 1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DA ÁREA

O presente Documento de Área apresenta as diretrizes para a avaliação dos programas de pós-graduação da área de Engenharias II no atual quadriênio, período compreendido entre os anos 2017 e 2020. O documento contém uma apreciação sobre o estado atual e os rumos propostos para a evolução da pós-graduação na área.

### 1.1. Tendências, apreciações, orientações.

A Área de Engenharias II, pertencente à Grande Área das Engenharias e ao Colégio de Ciências Exatas, Tecnológicas e Multidisciplinar, é composta basicamente por Programas de Pós-Graduação das seguintes Subáreas: Engenharia Química, Engenharia de Materiais, Engenharia Metalúrgica, Engenharia Nuclear e Engenharia de Minas. No atual quadriênio foram aprovados pela área dois novos cursos em Engenharia Têxtil, que passa então a fazer parte do rol de Subáreas.

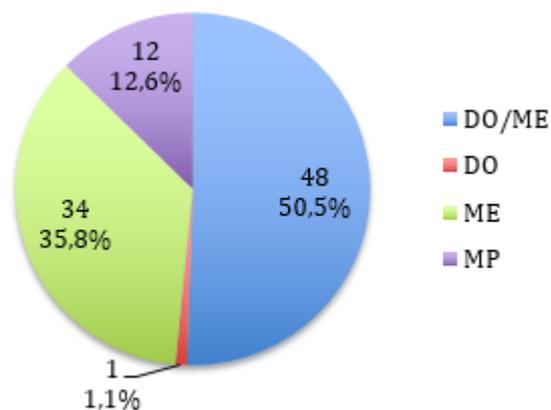
A área tem um total de 83 programas acadêmicos (dados de junho/2019), que estão assim distribuídos pelas Subáreas: 46 Programas de Engenharia Química, 2 Programas de Engenharia de Minas, 7 Programas de Engenharia Nuclear, 27 Programas de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, e 2 Programas de Engenharia Têxtil. Além destes, existem 12 Programas de Mestrado Profissional em funcionamento (sendo 5 em Eng. Química, 5 em Eng. Metal. e de Materiais, e 2 de Eng. de Minas), completando assim, um total de 95 Programas na área. A figura ilustra a distribuição.



**Figura 1.** Distribuição dos 95 programas da Área Engenharias II pela natureza das subáreas.

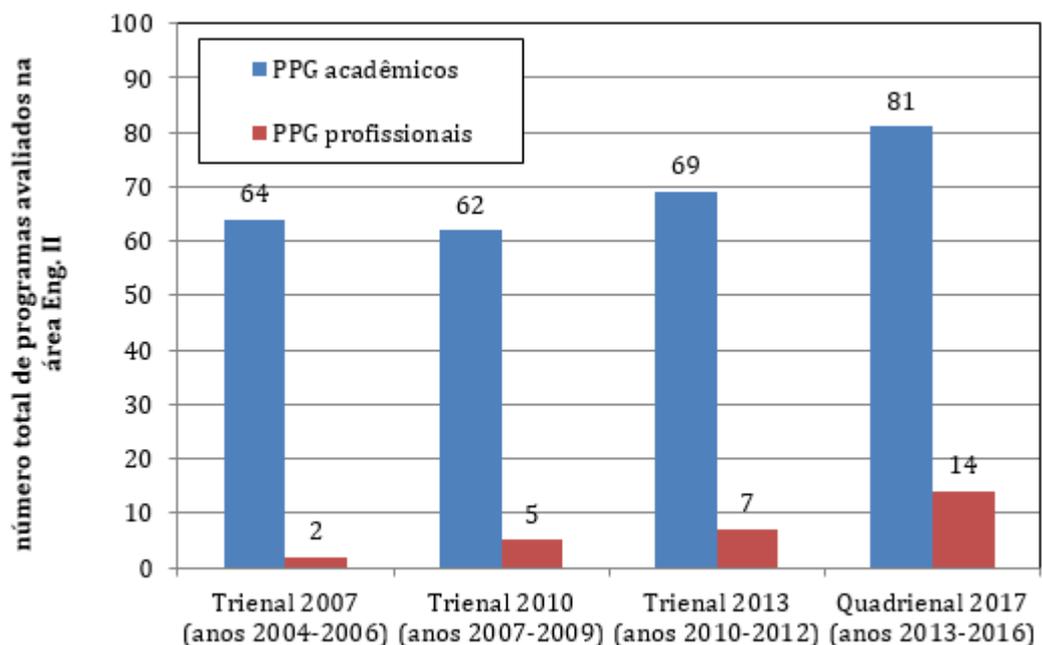
A Figura 2 ilustra a distribuição dos programas da área em termos de nível (mestrado, doutorado, e mestrado e doutorado) e modalidade (acadêmico e profissional). Praticamente metade dos programas da área são programas acadêmicos de mestrado e doutorado acadêmicos, e pouco mais de um terço são programas que

ainda só tem seu funcionamento no nível de mestrado acadêmico. Apenas um curso acadêmico funciona apenas no nível de doutorado. Há 12 programas de mestrado profissional em funcionamento. O percentual relativamente pequeno de programas profissionais possivelmente reflete o fato de que muitos dos programas acadêmicos, pela natureza das temáticas de Engenharias trabalhadas, já atendem parte de demanda específica de formação de recursos humanos dos setores profissionais (industrial, governamental, etc.). A maioria dos cursos da área de Engenharias II atua em temáticas bastante relacionadas com a solução de problemas de interesse da indústria e em projetos de pesquisa em colaboração com empresas do setor, o que pode colaborar para uma demanda específica relativamente pequena de cursos na modalidade profissional.



**Figura 2.** Distribuição dos programas da área Engenharias II por modalidade e nível (DO=doutorado acadêmico, ME=mestrado acadêmico, MP=mestrado profissional)

A Figura 3 mostra o aumento do número total de Programas Acadêmicos e do número de Programas de Mestrado Profissional da Área, ao longo dos últimos quatro períodos da avaliação (Trienais 2007, 2010, 2013 e Quadrienal 2017). Na Avaliação Trienal 2010, a área Engenharias II avaliou 62 Programas acadêmicos e 5 Profissionais. Na Avaliação Trienal 2013 estes números passaram a 69 programas acadêmicos e 7 Profissionais. Na Avaliação Quadrienal 2017, foram avaliados 81 Programas Acadêmicos e 12 Programas Profissionais. Observa-se, portanto, que a área Engenharias II vem apresentando um crescimento do número de Programas, o qual se mostrou mais acelerado nos últimos anos. As taxas de crescimento mostraram-se crescentes, sendo que o aumento mais expressivo ocorreu no último período, com a aprovação de 7 novos Programas de Mestrado Profissional e 12 novos Programas de Mestrado Acadêmico.



**Figura 3.** Evolução do número de Programas da Área Engenharias II nas últimas avaliações.

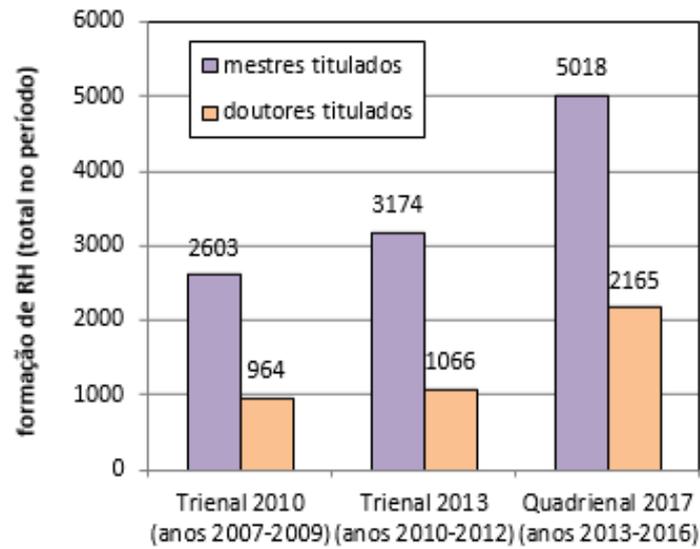
A evolução dos principais dados comparativos nos três últimos períodos de avaliação está mostrada na Tabela 1. Ao comparar os números desta Tabela, deve-se atentar para o fato de que os valores totais para cada período de avaliação não são diretamente comparáveis, pois as Avaliações Trienais 2010 e 2013 referem-se obviamente a 3 anos, enquanto que a Avaliação Quadrienal refere-se a 4 anos. Os índices calculados por ano (em **negrito**, valor anual) são diretamente comparáveis.

Pode-se observar que a tendência de aumento nas publicações em periódicos, ao mesmo tempo em que ocorreu uma redução na quantidade de publicações em congressos. Esta é uma tendência geral da área, possivelmente induzida pela avaliação, uma vez que os critérios passaram a valorizar principalmente a produção em artigos em periódicos. No entanto, a participação em congressos é importante para que o aluno tenha oportunidade de discutir seus resultados com membros da comunidade acadêmica externa ao ambiente de seu próprio programa e, com isso, receber e incorporar críticas e sugestões para melhorar seu trabalho, visando uma publicação futura em periódico, onde o trabalho poderá ter uma maior visibilidade e passar por critérios avaliativos mais restritivos usualmente mais restritivos.

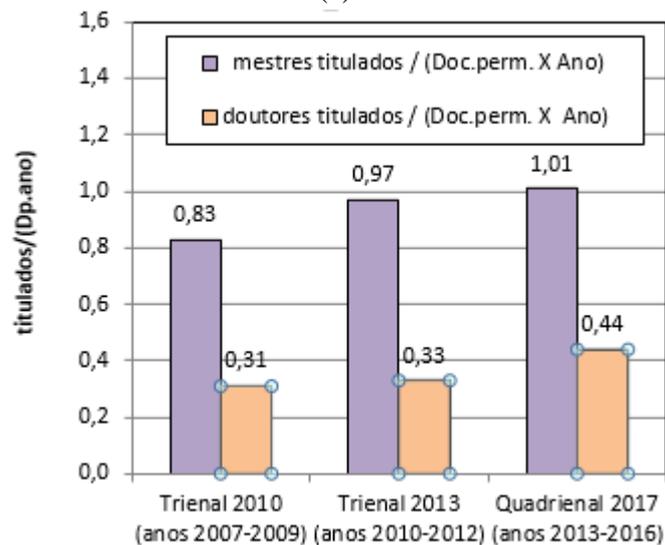
**Tabela 1.** Comparativo da evolução de alguns indicadores da área Engenharias II nos últimos três períodos de avaliação.

	Avaliação Trienal 2010 (Período 2007-2009)		Avaliação Trienal 2013 (Período 2010-2012)		Avaliação Quadrienal 2017 (Período 2013-2016)	
	Total	Anual	Total	Anual	Total	Anual
Total de Publicações em Periódicos	6.390	2.130	8.382	2.794	14.045	3.511
Total de Publicações em Congressos	11.902	3.967	11.804	3.935	13.357	3.339
Total de Publicações	18.292	6.097	20.185	6.728	27.402	6.850
Total de Mestres Titulados	2.603	868	3.174	1.058	5.018	1.254
Total de Doutores Titulados	964	321	1066	355	2.165	541
Total de Docentes Permanentes (D.P.)		1.051		1.089		1256
Publicações em Periódicos A1 por D.P.	1,82	<b>0,61</b>	2,40	<b>0,80</b>	3,56	<b>0,89</b>
Publicações em Periódicos A2 por D.P.	0,66	<b>0,22</b>	1,00	<b>0,33</b>	1,98	<b>0,49</b>
Publicações em Periódicos A por D.P.	2,47	<b>0,82</b>	3,40	<b>1,13</b>	5,53	<b>1,38</b>
Publicações em Periódicos B1 por D.P.	1,19	<b>0,40</b>	0,75	<b>0,25</b>	1,54	<b>0,38</b>
Publicações em Periódicos por D.P.	6,08	<b>2,03</b>	7,70	<b>2,57</b>	11,29	<b>2,82</b>
Publicações em Congressos por D.P.	11,32	<b>3,77</b>	10,84	<b>3,61</b>	10,74	<b>2,69</b>
Publicações Totais por D.P.	17,4	<b>5,8</b>	18,54	<b>6,18</b>	22,03	<b>5,51</b>
Mestres Titulados por D.P.	2,48	<b>0,83</b>	2,92	<b>0,97</b>	4,04	<b>1,01</b>
Doutores Titulados por D.P.	0,92	<b>0,31</b>	0,98	<b>0,33</b>	1,74	<b>0,44</b>

Observa-se também um aumento sistemático na quantidade de mestres e doutores formados pela área, e um aumento do total de docentes permanentes atuando nos programas da área, reflexo do aumento do número de cursos que também vem ocorrendo ao longo do tempo. Mas também se observa um crescimento nos índices específicos de formação de mestres e doutores por docente permanente por ano (média anuais para todos os programas da área), conforme ilustrado na Figura 4 que mostra o crescimento da Área em termos de formação de recursos humanos (mestres e doutores titulados pelos programas da Área). A formação de doutores teve crescimento porcentual e específico maiores, comparada com a formação de mestres, reflexo do aumento do número de cursos de doutorado no período.



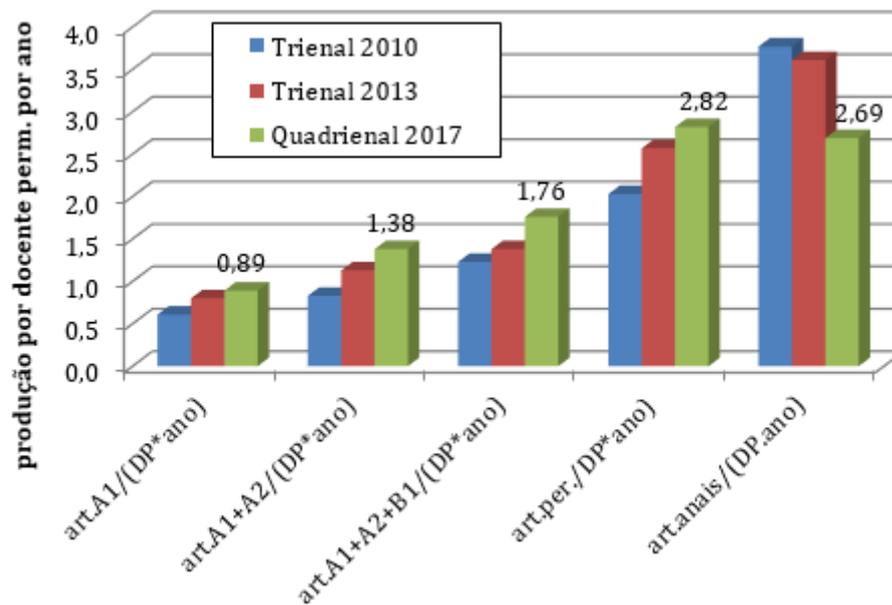
(a)



(b)

**Figura 4.** Evolução da quantidade de mestres e doutores formados pela área Engenharia II: (a) número absoluto de mestres e doutores titulados, em cada período da avaliação; (b) número de mestres e doutores titulados por docente permanente (DP) e por ano.

Na Figura 5 apresenta-se a evolução dos índices de produção científica da Área em termos do número de publicações por docente permanente por ano, para os artigos em periódicos segundo a classificação Qualis usada nas últimas avaliações. Conforme já comentado, a evolução da produção científica qualificada nos estratos superiores foi expressiva e apresenta tendência crescente no conjunto de programas da área.

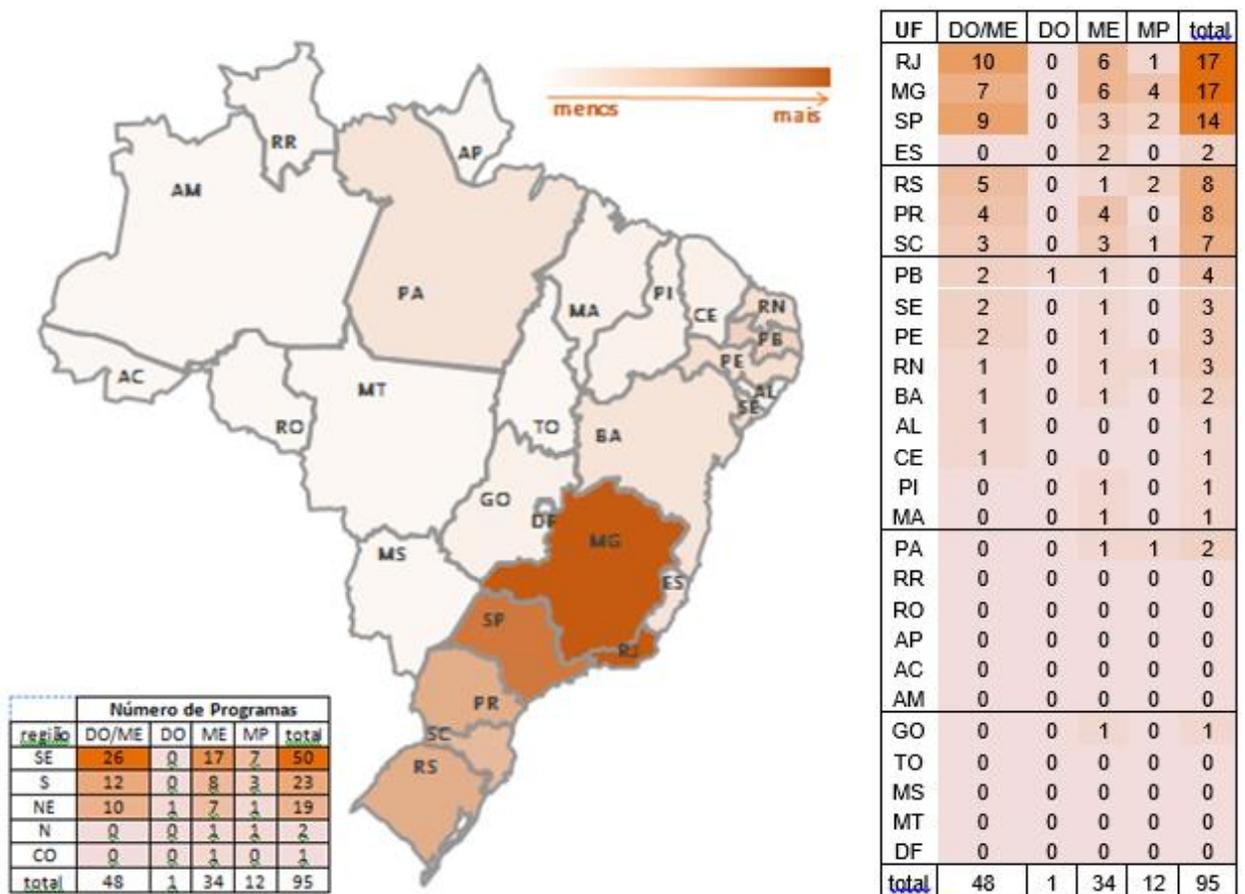


**Figura 5.** Evolução dos índices de produção científica por docente permanente por ano da área Engenharias II nos últimos três períodos de avaliação.

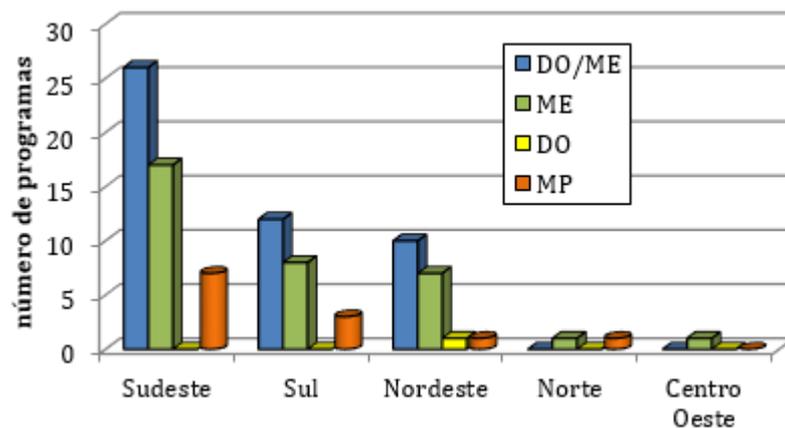
## 1.2. Diagnóstico da área (incluindo a distribuição dos PPGs por região, nota e modalidade).

A distribuição dos Programas da área nas regiões geográficas do país não é uniforme. A Figura 6 apresenta tal distribuição pelas unidades da federação (estados e Distrito Federal) e a Figura 7 apresenta os dados quantificados por região geográfica. Pode-se observar que a região Sudeste concentra 51,6% dos Programas, seguida pela região Sul (25,3%) e Nordeste (20,0%), enquanto as regiões Norte (2,1%, 2 programas) e Centro-Oeste (1,1%, apenas 1 programa) apresentam poucos Programas da Área estabelecidos. Na região Norte, não há programas da área nos estados do Amazonas, Rondônia, Roraima, Amapá e Acre. Na região Centro-Oeste, não há programas da área nos estados de Tocantins, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e no Distrito Federal.

Esta distribuição parece refletir a distribuição da população e também o desenvolvimento de atividades industriais relacionadas com as temáticas dos programas da área. Este panorama indica que esforços devem ser dirigidos para aumentar a oferta de bons Programas nas regiões Norte e Centro-Oeste, buscando reduzir as diferenças existentes.

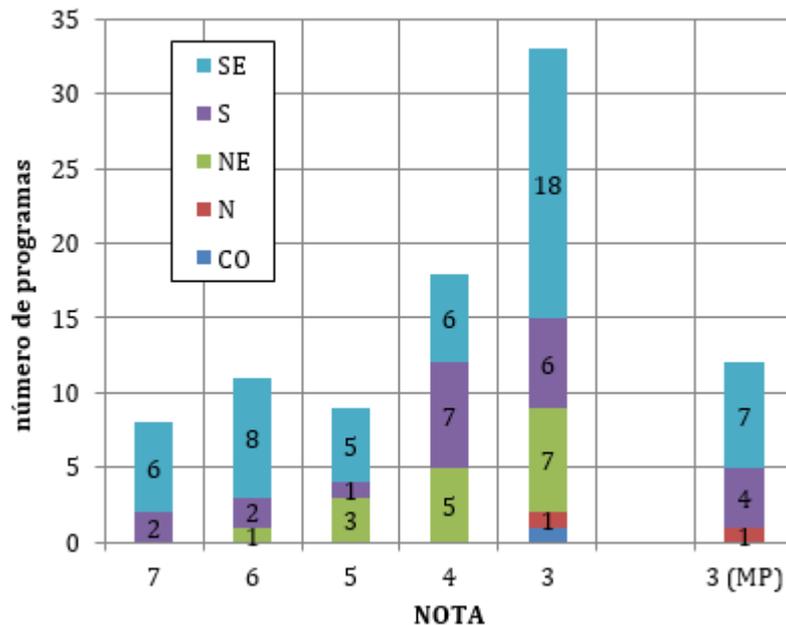


**Figura 6.** Distribuição dos programas de pós-graduação da área Engenharias II pelas unidades da federação (ME = mestrado acadêmico, DO = doutorado acadêmico, MP = mestrado profissional).



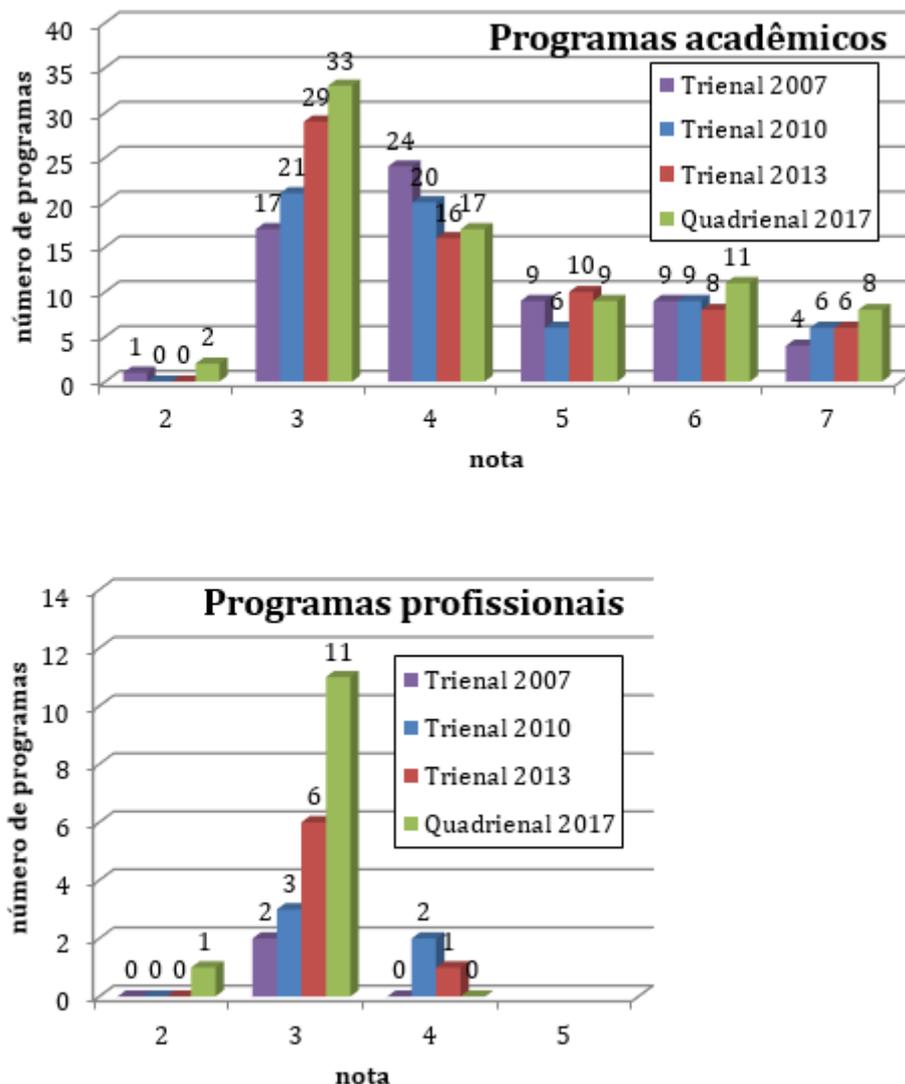
**Figura 7.** Distribuição dos Programas da Área Engenharias II pelas regiões geográficas do Brasil, por modalidade e nível (DO=doutorado acadêmico, ME=mestrado acadêmico, MP=mestrado profissional).

A distribuição das notas dos programas acadêmicos e profissionais da área, pelas diferentes regiões geográficas, está apresentada na Figura 8, da mesma forma também refletindo as assimetrias regionais.



**Figura 8.** Distribuição das notas dos programas da área Engenharias II, por região geográfica (MP=programas de mestrado profissional, os demais são programas acadêmicos).

A distribuição das notas dos Programas na Área de Engenharias II atribuídas nas últimas quatro avaliações está apresentada na Figura 9. Observa-se que a distribuição das notas é assimétrica e de formato similar ao longo dos períodos de avaliação. A partir do triênio 2007-2009 passou a ter o máximo da distribuição na faixa de nota 3, tendência que se manteve nas últimas avaliações. O maior aumento que pode ser observado na faixa de nota 3 decorre principalmente da entrada de novos programas no sistema, uma vez que muito usualmente a nota 3 era atribuída aos programas recém aprovados para iniciar funcionamento.



**Figura 9.** Distribuição das notas atribuídas aos Programas nas três últimas avaliações. (Obs.: os cursos que receberam nota 2 estão desativados ou em processo de desativação).

### 1.3. A interdisciplinaridade na área.

Entende-se por multidisciplinar o estudo que agrega diferentes áreas do conhecimento em torno de um ou mais temas, no qual cada área ainda preserva sua metodologia e independência. A interdisciplinaridade é entendida como a convergência de duas ou mais áreas de conhecimento, não pertencentes à mesma classe, que contribua para o avanço da fronteira da ciência e tecnologia, transfira métodos e conteúdos de uma área para outra, gerando novos conhecimentos ou disciplinas e faça surgir um novo profissional com um perfil distinto dos existentes, com formação sólida e integradora.



De uma maneira geral, pode-se dizer que as Engenharias como um todo apresentam um forte caráter multidisciplinar e interdisciplinar, no que se refere a pesquisas científicas, formação de recursos humanos e novas tecnologias, devido basicamente ao envolvimento com áreas correlatas para os desenvolvimentos científicos e tecnológicos. Isto ocorre não apenas nas atividades de pesquisa em temas de fronteira com outras áreas do conhecimento, onde a intersecção com as outras áreas é óbvia, mas também em muitos temas tradicionais da área, uma vez que, na sua gênese, na sua essência, a Engenharia usa os fundamentos de áreas básicas para desenvolver soluções úteis para as necessidades da humanidade. As ciências básicas que servem de pilares já tradicionais das Engenharias são, na verdade, conhecimentos fundamentais oriundos ou compartilhados com outras áreas de ciências básicas e aplicadas.

No que tange à Área Engenharias II da CAPES, que abriga os Programas de Pós-Graduação em Engenharia Química, Nuclear, Materiais, Minas e Metalúrgica (e mais recentemente Têxtil), ressalta-se a forte tendência de que muitas subáreas atuem de maneira associada, entre si e com outras áreas de conhecimento. Como exemplo, pode-se mencionar que o desenvolvimento de um novo processo químico passa necessariamente pelo estudo de novos materiais, do uso dos fundamentos da química e física dos processos envolvidos, da matemática e das ferramentas computacionais usadas nos modelos de simulação e projeto, do estudo dos impactos ambientais, etc. Quando a rota do processo é biotecnológica, surgem naturalmente o uso e desenvolvimento de conhecimentos de biotecnologia, com toda a interface com os conhecimentos básicos das ciências biológicas. O desenvolvimento de novos materiais pode envolver a nanotecnologia. Dependendo da aplicação, o desenvolvimento de materiais requer a interação efetiva com outras áreas mais próximas da aplicação, tais como as áreas médica e odontológica. Os estudos da área de Engenharia Nuclear envolvem fundamentos da física e as aplicações têm interfaces naturais com diferentes áreas do conhecimento, como as áreas médicas, a preservação de alimentos, etc. Mesmo em subáreas que aparentemente são clássicas e tradicionais, como é o caso da lavra de minas, existe a necessidade de conhecimentos sobre novos materiais, estatística, hidráulica, escoramento, mecânica de rochas. Estes e outros exemplos reforçam a lógica naturalmente interdisciplinar e multidisciplinar das Engenharias II.

Assim, as características de Interdisciplinaridade e Multidisciplinaridade nas Engenharias II já se encontram inseridas no dia a dia de praticamente todos os Programas de Pós-Graduação. Basta verificar as disciplinas, linhas de pesquisa e os currículos dos pesquisadores e orientadores atuantes na área. Cada vez mais, pesquisadores de diferentes áreas se encontram inseridos nos programas da área. Da mesma forma, cada vez mais ocorrem trabalhos conjuntos desenvolvidos com membros de outras áreas, tais como Medicina, Odontologia, Microbiologia, Biologia Molecular, Ecologia, etc.. Além de parte das disciplinas oferecidas pelos Programas de Pós-Graduação ter caráter Interdisciplinar/Multidisciplinar, existe forte tendência de



que o desenvolvimento das Teses e Dissertações ocorra de forma associada a áreas de conhecimento diversas daquelas contempladas pelas Engenharias II.

Os veículos das pesquisas científicas também refletem este caráter multidisciplinar e apresentam temas interdisciplinares. Dessa forma, pode-se dizer que a Área de Engenharias II, como as demais áreas de Engenharia em geral, é, na sua essência, Interdisciplinar e Multidisciplinar, em termos de formação de pessoal e de desenvolvimento científico-tecnológico. Esta é uma tendência cada vez mais intensa, na medida em que os desafios científicos e tecnológicos que são objeto das pesquisas na área tornam-se mais complexos. Uma base de conhecimentos mais ampla, que extrapola cada uma das subáreas, se mostra necessária.

## **2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O FUTURO DA ÁREA**

### **2.1. Inovações, transformações e propostas.**

Dentro dos objetivos delineados pelo Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) em curso e pelos planos anteriores, o sistema nacional de pós-graduação vem alcançando níveis expressivos de crescimento quantitativo e qualitativo (número de cursos e programas, número de mestres e doutores formados, produção intelectual, níveis de internacionalização, etc.).

O sistema de avaliação da pós-graduação praticado pela CAPES cumpre um papel não apenas de verificação e de medição destes progressos, mas também tem efetivamente um papel de indução do sistema, indicando direções a serem seguidas e metas a serem atingidas.

O sistema de avaliação é um processo dinâmico e recebe constantes aperfeiçoamentos e revisões para sua evolução gradativa e contínua, para o melhor atendimento de suas finalidades. De acordo com a Proposta de Aprimoramento do Modelo de Avaliação da PG - Documento Final da Comissão Nacional de Acompanhamento do PNPG 2011-2020, CAPES, 2018 ([https://www.capes.gov.br/images/novo\\_portal/documentos/PNPG/2018\\_PNPG\\_CS\\_Avaliacao\\_Final\\_10\\_10\\_18\\_CS\\_FINAL\\_17\\_55.pdf](https://www.capes.gov.br/images/novo_portal/documentos/PNPG/2018_PNPG_CS_Avaliacao_Final_10_10_18_CS_FINAL_17_55.pdf)), o sistema de avaliação dos programas de pós-graduação que vem sendo utilizado atingiu um ponto de esgotamento e o modelo de avaliação com seus procedimentos e critérios precisa ser atualizado frente às novas demandas e desafios da comunidade acadêmica, científica, tecnológica e de inovação. Indícios claros de tal esgotamento, e a conseqüente necessidade de alterações de âmbito além do incremental, já vinham sendo detectados desde o relatório da Avaliação Trienal 2013, e agora são claramente reforçados pelo documento acima mencionado. De acordo com aquele documento,



*“O principal objetivo dos cursos de pós-graduação deve ser formar mestres e doutores capazes de enfrentar novos desafios científicos com independência intelectual, contribuindo para o progresso científico, tecnológico, econômico e social do Brasil como nação independente, imersa em um mundo globalizado em rápida evolução. A pós-graduação deve ser estabelecida em um ambiente onde se estimule o avanço e desbravamento das fronteiras do conhecimento científico e tecnológico, sem imposição de barreiras disciplinares, com atenção às demandas atuais da sociedade e onde se promova o diálogo entre pares em nível nacional e internacional. ”*

O novo sistema de avaliação que está sendo adotado a partir da avaliação do quadriênio corrente (2017-2010) dedicará maior atenção na melhoria da qualidade dos recursos humanos formados, no maior envolvimento dos discentes (incluindo os egressos) e docentes nos produtos do programa, e do impacto destes produtos. A característica mais quantitativa das últimas avaliações deverá ser equilibrada com uma atenção maior e crescente na avaliação da qualidade dos mestres e doutores formados e nos produtos gerados pelos programas. As atuais diretrizes da avaliação da pós-graduação pela CAPES tem o foco voltado aos seguintes aspectos:

- (a) Foco na qualidade da formação dos Doutores e Mestres e da produção intelectual desenvolvida pelo programa, com os pós-graduandos e egressos como protagonistas principais da produção do conhecimento;
- (b) Avaliação baseada prioritariamente em indicadores de resultado, mais do que em indicadores de processo;
- (c) Avaliação dos impactos acadêmicos, econômicos e sociais da produção intelectual associada à formação dos Doutores e Mestres;
- (d) Redução do número de itens e indicadores na Ficha de Avaliação (aprovada pelo CTC-ES em dezembro de 2018);
- (e) Avaliação mais focada da qualidade dos melhores produtos indicados pelo programa, com menor ênfase na avaliação centrada em indicadores de quantidade;
- (f) Avaliação das ações de planejamento decorrentes da autoavaliação feita pelo programa;
- (g) Avaliação da integração e articulação do programa com os setores não acadêmicos (industrial, de serviços, governamental, etc.)

Tais diretrizes estão alinhadas com a nova Ficha de Avaliação para o atual quadriênio 2017-2020, aprovada, para todas as áreas, na reunião do CTC-ES de dezembro de 2018.

É importante ressaltar que a metodologia de avaliação do quadriênio corrente é uma etapa de transição para um modelo de avaliação multidimensional a ser aplicado no quadriênio seguinte (2021-2024), no qual uma nota será atribuída a cada um dos eixos



da avaliação, permitindo reconhecer as qualidades do programa em cada uma das dimensões da avaliação (qualidade da formação dos mestres e doutores, internacionalização, impacto acadêmico, impacto econômico e social, e inovação e transferência do conhecimento).

Além das transformações do sistema de avaliação descritas no item anterior, válidas para todas as áreas da CAPES, a área de Engenharias II reconhece a realidade da renovação do corpo docente dos programas de pós-graduação e a importância de criar um ambiente favorável para a natural incorporação de novos docentes ao corpo docente do programa. Tal inserção precisa estar bem estruturada pelos programas e, por outro lado, os critérios da área devem ser adequados para que esta inserção não penalize a avaliação do programa.

## **2.2. Planejamento dos PPGs da área no contexto das instituições de ensino superior.**

Os programas de pós-graduação devem realizar seu planejamento estratégico que contemple o estabelecimento e a atualização das suas estratégias para o desenvolvimento de suas atividades de curto, médio e longo prazo, em consonância com a vocação do programa. O planejamento será avaliado como um item da Ficha de Avaliação (item 1.3 da Ficha).

O planejamento do programa deve incluir uma avaliação dos seus pontos fortes e fracos, estabelecendo suas metas e definindo as ações necessárias para alcançá-las, bem como os indicadores de acompanhamento da efetividade destas ações. O planejamento deve contemplar com clareza também as dificuldades contextuais e as ações visando sua superação.

O conjunto das ações da coordenação e do corpo docente deve demonstrar coerência com as metas e com o planejamento geral do programa. Tal conjunto pode contemplar, entre outros aspectos, a divulgação de sua oferta de vagas, a atualização do corpo docente e das linhas de pesquisa ou atuação, a revisão periódica de sua estrutura curricular, a busca por financiamentos para a pesquisa e para melhoria e atualização da infraestrutura, o estabelecimento de parcerias e iniciativas de solidariedade, a expansão das ações de internacionalização, divulgação da produção discente, divulgação das teses e dissertações, manutenção de canais de visibilidade do programa para a sociedade, inserção do programa nas atividades de graduação (iniciação científica e tecnológica) e, quando for o caso, atividades extensivas ao ensino médio.

Tal planejamento deve estar em consonância e articulado com o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e refletir as necessidades, metas e objetivos definidos no contexto institucional. A consolidação e o adequado funcionamento da pós-graduação necessitam de suporte institucional tais como espaço físico e instalações



adequadas, pessoal administrativo e de apoio, mobilidade docente e discente. A articulação com o PDI é também importante para as políticas de contratação e renovação do quadro docente, seja para expansão de atividades seja para substituições decorrentes de aposentadorias ou exonerações.

O planejamento estratégico deve ser periodicamente reavaliado e atualizado pelo programa.

### **2.3. Adoção da autoavaliação como parte da avaliação dos PPGs.**

O planejamento estratégico do programa está intimamente ligado ao processo de autoavaliação e o complementa. Um bom planejamento requer uma reflexão séria e um diagnóstico consequente sobre os pontos fortes e fracos do programa e a proposição de ações para melhorar a qualidade do PPG e de metas e indicadores a serem usados para avaliar a efetividade das ações. Tal reflexão e diagnóstico é também elemento importante do processo de autoavaliação. Os processos de verificação dos acertos e erros do programa, do atendimento ou não das metas a que se propôs é parte efetiva da autoavaliação e que serve também para realimentar a revisão periódica do planejamento estratégico.

A autoavaliação consiste de um mecanismo sistemático e contínuo de monitoramento da qualidade do programa e de suas ações, que complementa o processo de avaliação externa. De acordo com a nova ficha de avaliação, a autoavaliação passará a ser um item importante (item 1.4 da Ficha) e formalmente pontuado do processo de avaliação do programa.

A autoavaliação deve ser realizada pelo programa de pós-graduação, descrevendo os sucessos e insucessos dos processos e procedimentos previamente definidos pelo programa em seu planejamento, no contexto das cinco dimensões consideradas no processo de avaliação (qualidade da formação dos mestres e doutores, internacionalização, impacto acadêmico, impacto econômico e social, e inovação e transferência do conhecimento). A cada ano, os programas de pós-graduação deverão registrar, no contexto da autoavaliação, as metas alcançadas e as atualizações sobre as ações que estão em curso.

### **2.4. Perspectivas de impacto dos PPGs da área na sociedade.**

O impacto de um programa de pós-graduação é um conceito que exprime a utilidade e benefícios decorrentes de seus produtos para a sociedade. A avaliação de impactos



econômicos e sociais é importante ferramenta para aferir o retorno da pós-graduação para a sociedade e entidades de fomento e para subsidiar a distribuição de recursos de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Para fins de contextualização, é importante compreender que os impactos não são, via de regra, os próprios produtos. Produtos são os resultados diretos da pesquisa, enquanto impactos são os efeitos dos produtos na economia ou na sociedade. Para que haja impacto é necessário que haja mecanismos de transferência de conhecimento da academia para a sociedade.

Os produtos de um programa de pós-graduação (que incluem, entre outros, os recursos humanos qualificados formados, os novos conhecimentos, e as soluções inovadoras para problemas da sociedade) geram impactos em diversas escalas de tempo, muitas vezes além do período da avaliação quadrienal e, portanto, é conveniente que os indicadores de impacto cubram períodos de tempo além do quadriênio avaliado. Para cada um dos produtos do programa, há diferentes indicadores de impacto:

No caso dos recursos humanos titulados pelo programa, a qualidade de formação pode ser relacionada, por exemplo, com a colocação do egresso no mercado de trabalho: sua atuação profissional está relacionada com sua área de formação? Em que setor da sociedade o egresso está atuando? Qual foi o impacto de sua formação na sua condição econômico-social? Qual a contribuição que este profissional está produzindo no seu setor de atuação? No caso de egressos atuantes na academia, um possível indicador de impacto na formação do Doutor ou Mestre é seu índice h.

A produção intelectual publicada nos periódicos indexados dispõe, em geral, do número de citações como indicador de impacto universalmente conhecido pela comunidade científica. Por meio da citação, registra-se que o conhecimento contido em um trabalho contribuiu para a construção do novo conhecimento comunicado pelo artigo que o cita. Apesar das críticas e defeitos deste indicador (autocitações, trabalhos de revisão, etc.), alguns aspectos que o torna interessante incluem sua publicidade – nas bases indexadoras – e o fato de serem auditáveis. Por outro lado, a comparação entre produções intelectuais baseada no número absoluto de citações pode gerar distorções graves: artigos científicos com conteúdo teórico fortemente inovador, por exemplo, podem ser de difícil compreensão pela comunidade científica e, assim, receberem poucas citações nos primeiros anos subsequentes às suas publicações. Outros indicadores de qualidade do conhecimento gerado no ambiente do programa de pós-graduação devem ser amadurecidos e, eventualmente, agregados ao processo de avaliação.

As soluções inovadoras para problemas da sociedade apresentam-se na forma de produtos ou processos inovadores resultantes do trabalho final de uma tese ou de uma dissertação. O impacto destas soluções é representado pelas mudanças que a produção



tecnológica causa no ambiente em que a mesma está inserida. A avaliação do impacto destas soluções representa um grande desafio para o SNPG como um todo. Neste contexto, um Grupo de Trabalho designado pela CAPES foi encarregado de definir, entre outros aspectos, quais são as produções técnicas associadas à formação dos Doutores e Mestres e como qualificá-los em termos de seus impactos na sociedade. A área irá considerar os resultados deste Grupo de Trabalho na definição dos indicadores de impacto para as produções técnicas.

Dada a diversidade de situações e de formas de medir impacto dos diferentes produtos, recomenda-se que os programas da área de Engenharias II procurem expressar em seus relatórios os impactos produzidos por seus produtos, tanto aqueles ligados a indicadores quantitativos como aqueles caracterizados por uma qualificação específica (p.ex., estudo de casos), sempre buscando ancorar as descrições de seus impactos em elementos rastreáveis e documentados.

## **2.5. Perspectivas do processo de internacionalização dos PPGs.**

Os conceitos de internacionalização e de visibilidade do programa são amplos, envolvendo estratégias variadas para a sua obtenção e também um elevado número de atividades que os caracterizam. No contexto da área das Engenharias II, há diversos indicadores que têm sido empregados para analisar os programas candidatos às notas 6 e 7, no que se refere à internacionalização e à visibilidade. Tais indicadores estão abaixo listados e serão utilizados, a partir do quadriênio corrente, para avaliação de todos os programas da área:

- (a) Colaborações com centros de excelência na produção do conhecimento no exterior, com foco e envolvimento efetivo do corpo discente no desenvolvimento das linhas de pesquisa do programa;
- (b) Financiamento da pesquisa desenvolvida no âmbito do programa por agências ou empresas do exterior (número de projetos e valores totais captados);
- (c) Produção intelectual em parceria com pesquisadores de instituições estrangeiras e envolvendo alunos e/ou egressos do programa;
- (d) Visibilidade e prestígio técnico-científico no exterior, caracterizada pela mobilidade de estudantes – evidenciada pela quantidade de estudantes estrangeiros desenvolvendo parte de suas pesquisas no programa e pela quantidade de estudantes brasileiros estagiando em laboratórios do exterior – para o desenvolvimento de pesquisas de interesse mútuo;
- (e) Visibilidade da produção científica do programa, avaliada por indicadores como o índice  $h2$  do programa (definido como o número  $h2$  de docentes permanentes do programa com índice  $h$  maior ou igual a  $h2$ );



- (f) Orientações em co-tutela com instituições estrangeiras de excelência; convênios/acordos de co-tutela e dupla titulação com instituições estrangeiras;
- (g) Quantidade de alunos estrangeiros matriculados e titulados no programa;
- (h) Mobilidade de pesquisadores do exterior, caracterizadas por permanências de curto e médio prazo no Brasil, como visitantes ou em atividades de pós-doutorado; participação de pesquisadores visitantes internacionais nas atividades presenciais do programa, incluindo oferta de disciplinas em outro idioma;
- (i) Missões no exterior para capacitação continuada de docentes;
- (j) Participação destacada de docentes (diretorias/comitês) em sociedades científicas internacionais e em corpos editoriais de periódicos científicos de impacto elevado para a área
- (k) Recepção de eventos internacionais ou participação de membros do corpo docente em comissões organizadoras de eventos internacionais;
- (l) Impacto da produção científica desenvolvida no programa em relação à média mundial, considerando-se publicações da mesma área do conhecimento;
- (m) Patentes internacionais licenciadas;
- (n) Prêmios/distinções internacionais de docentes e discentes;
- (o) Teses premiadas em eventos/sociedades internacionais;
- (p) Colocação dos egressos no cenário internacional.

## **2.6. Perspectivas de redução de assimetrias regionais e intrarregionais.**

O Brasil apresenta diferenças regionais marcantes, não somente pela vastidão de seu território e isolamento geográfico de algumas áreas, mas também por diferenças culturais e de desenvolvimento econômico. Tais assimetrias também se refletem na distribuição dos cursos de pós-graduação da área Engenharias II pelas regiões do Brasil, conforme apresentado no Diagnóstico da Área (item 1.2 deste documento). As Figuras 5 e 6 mostram que mais de 52 dos PPG da área estão concentrados da região Sudeste (principalmente nos estados de RJ, MG e SP), seguido pela região Sul (24%) e Nordeste (20%). A região Norte tem apenas 1 programa de mestrado acadêmico e 1 profissional (ambos no estado do PA) e a região Centro-Oeste apenas 1 PPG de mestrado acadêmico (em GO). Portanto, ainda que se relativizem estes resultados pelo nível de desenvolvimento econômico e de atividades industriais relacionadas à área de Engenharias II presentes em cada região do país, observa-se que a assimetria ainda assim existe e é significativa.

A disparidade regional da distribuição dos PPG é uma questão de difícil solução em curto prazo, pois envolve também estratégias de desenvolvimento tecnológico, econômico e social. No âmbito da pós-graduação, a criação de programas vocacionados para a solução de problemas regionais pode ser um caminho. Existe na região Centro



Oeste uma intensa atividade agroindustrial, bem como de mineração e processamento mineral, apenas para citar duas de maior vulto, que poderiam se beneficiar com a atuação de programas da área. Da mesma forma, na região Norte há intensa atividade mineradora e há potencial incremento de atividades de processamento e industrialização de produtos naturais (fármacos, alimentos, etc.).

Portanto, os maiores desafios de redução de assimetrias concentram-se nas regiões Norte e Centro Oeste, como também detectado pelas demais áreas das Engenharias, além de outras áreas de avaliação, e onde ações de indução poderiam ser incentivadas, através dos programas de colaboração e solidariedade (MINTER, DINTER), turmas fora de sede, e formação de cursos em associação.

## **2.7. Visão da área sobre fusão, fragmentação e migração de PPGs.**

A área avalia solicitações de fusões, desmembramentos e migrações à luz da legislação vigente, considerando os benefícios da proposta às entidades sociais e institucionais envolvidas, à consolidação da área de Engenharias II e à modernização do Sistema Nacional de Pós-Graduação.

No caso de propostas de fragmentação, a criação de programas com reduzido número de docentes e com elevado grau de sobreposição ou superposição de áreas de concentração e linhas de pesquisa deve ser evitada, da mesma forma que não é incentivada a criação de cursos novos em locais onde já existam cursos similares. Eventuais propostas de fragmentação somente serão recomendadas pela área das Engenharias II em casos excepcionais, onde se caracterize forte consolidação acadêmica dos programas desmembrados, além de benefícios inequívocos para as partes envolvidas – sobretudo para os discentes e para o SNPG.

Em contraposição, iniciativas de fusão para a formação de programas mais fortes e robustos que reduzam sobreposições e superposições existentes são incentivadas, evidentemente dentro de critérios de excelência e quando se demonstre que o programa resultante da fusão exibe potencial de produção e indicadores de qualidade superiores aos dos programas de origem. Processos de fusão também podem ser interessantes para a criação de ambientes de pesquisa com maior multidisciplinaridade.

As migrações constituem-se em situação de menor frequência e serão analisadas de acordo com as especificidades da demanda, considerando-se os critérios de mérito acadêmico e preservação da qualidade da formação dos pós-graduandos envolvidos.

Em qualquer dos casos (desmembramento, fusão ou migração), as solicitações devem conter sólido embasamento e clara e convincente justificativa, com base na melhoria da qualidade dos programas de pós-graduação, sua consolidação e



fortalecimento de suas atividades de pesquisa e formação de recursos humanos, inovação e criação de oportunidades para o desenvolvimento da área.

## **2.8. Visão da área sobre a modalidade à distância.**

A área reconhece que as diversas tecnologias de ensino à distância podem contribuir para o processo de ensino/aprendizagem e também para auxiliar o funcionamento de programas de pós-graduação operando em associação ou em rede, para atividades específicas. Por outro lado, a área entende que a implementação com qualidade de programas de pós-graduação *stricto sensu* na modalidade à distância na área de Engenharias II (na forma definida pela legislação vigente) envolve grandes desafios. De um lado, observa-se que as instituições que têm programas de pós-graduação *stricto sensu* em funcionamento na área de Engenharias II apresentam pouca ou nenhuma experiência em atividades de ensino à distância, mesmo em seus cursos de graduação. Além disso, apenas uma parte da formação em nível de pós-graduação *stricto sensu*, a que corresponde à etapa de disciplinas, tem similaridade com a formação de graduação. Já as atividades de pesquisa, cerne da pós-graduação, envolvem necessariamente a geração de novos conhecimentos, o que se dá principalmente em ambientes de atividades presenciais intensas e de longo termo para os pós-graduandos, em laboratórios de pesquisa experimental ou computacional, em ambientes permeados de grande intensidade de colaboração e interação com pares, e de constante discussão com colegas e com os professores orientadores. Tais condições inerentes ao trabalho de pesquisa em nível de mestrado e doutorado na área de Engenharias II exigem o acompanhamento presencial e, por isso, são difíceis de reproduzir ou mesmo aproximar pela via do ensino à distância.

Dessa forma, a oferta de cursos na modalidade EAD nas Engenharias II deve ser reservada a programas que apresentam consolidação e desempenho em seus cursos presenciais e maturidade do corpo docente. Além do atendimento aos critérios de qualidade recomendados para a modalidade presencial, deve-se observar, adicionalmente, os seguintes critérios:

- (a) As propostas devem demonstrar que a instituição proponente apresenta experiência consolidada na oferta de curso de graduação à distância na área básica da proposta, exibindo Conceito Preliminar de Curso (CPC) mais recente na área básica da proposta igual ou superior a quatro. Igualmente, é importante que a instituição tenha experiência consolidada no oferecimento de cursos de pós-graduação presenciais.
- (b) No caso de proposta de Doutorado à distância, a instituição proponente deve ter experiência consolidada de oferta de curso de Mestrado *stricto sensu* à distância



- na área básica da proposta, exibindo nota igual ou superior a quatro em sua avaliação quadrienal mais recente.
- (c) Os docentes que comporão o corpo permanente do programa proposto também já devem ter atuado em programas a distância pelo menos em nível de graduação para as propostas de Mestrado, e pelo menos em nível de Mestrado para as propostas de Doutorado.
  - (d) A instituição deve dispor de infraestrutura laboratorial e de comunicação remota comprovada e adequada para as atividades de investigação científica e docência nas linhas de pesquisa propostas, tanto na instituição sede como também nos polos remotos, em nível de qualidade comparável ao de cursos presenciais.
  - (e) As atividades de desenvolvimento de investigação científica em laboratórios ou de pesquisa em campo devem ser realizadas de maneira presencial em níveis de carga horária e de qualidade comparáveis aos de cursos presenciais.
  - (f) Na etapa de desenvolvimento da investigação científica, os discentes devem ter acesso presencial contínuo a seu orientador, tanto na instituição sede como nos polos remotos.

## **2.9. Visão da área sobre a modalidade profissional (especialmente o nível de doutorado).**

Na área de Engenharias II, cerca de apenas 12% dos programas em funcionamento são da modalidade profissional. Como já comentado, este percentual relativamente pequeno de programas profissionais possivelmente reflete o fato de que muitos dos programas acadêmicos da área, pela natureza das temáticas de Engenharias neles trabalhadas, já atendem parte de demanda específica de formação de recursos humanos dos setores profissionais (industrial, governamental, etc.). De uma forma geral, os programas da área de Engenharias II já apresentam uma atuação em temas bastante relacionados à solução de problemas de interesse da indústria e em projetos de pesquisa e de inovação tecnológica em colaboração com empresas do setor, apresentando, portanto, uma forte componente profissional. Situação similar ocorre também nas outras áreas das Engenharias. Por isso, os próprios cursos acadêmicos já atendem, de certa forma, as demandas de formação de recursos humanos para a indústria e demais setores da sociedade, além da academia.

Assim, entende-se que um curso na modalidade profissional na área deve ter um foco mais bem delimitado voltado ao atendimento de demanda existente da sociedade (indústria, órgãos governamentais, etc.). Os cursos profissionais devem apresentar características que os diferenciem nitidamente em relação aos cursos acadêmicos, especialmente quanto ao perfil do egresso e das características do trabalho final do curso. Devem também, como já mencionado, caracterizar claramente a existência de demanda de setores da sociedade (indústria, órgãos governamentais, etc.) para a formação de recursos humanos na temática do programa, bem como a existência de



experiência do corpo docente na atuação em trabalhos técnicos junto aos setores demandantes do curso.

Quanto aos programas de Doutorado Profissional, a área considera absolutamente necessária que sua implantação ocorra em instituições que já tenham um Mestrado Profissional bem estabelecido e consolidado na área, que tenha recebido nota igual ou superior a 4 na última avaliação.

### **2.10. Medidas de indução de interação com a educação básica ou outros setores da sociedade.**

Os Programas da área têm realizado experiências e iniciativas de inserção de alunos do ensino médio (especialmente os do ensino técnico) em Programas de pesquisa, com a participação destes alunos em projetos de pesquisa, participação na execução da parte experimental de dissertação de mestrado e teses de doutorado. São exemplos deste tipo de atividade as chamadas de bolsas de treinamento, aperfeiçoamento, ou estágio técnico, oferecidas pelas Fundações de Amparo à Pesquisa (FAP) com o objetivo de treinar e aperfeiçoar técnicos e alunos de cursos técnicos de nível médio que realizam seu estágio de formação técnica participando de atividades de apoio a projetos de pesquisa vigentes em instituições de ensino ou pesquisa. Tal tipo de interação traz vantagens para ambas as partes: os alunos do ensino médio técnico têm assim os primeiros contatos com pesquisa científica e aplicada e a oportunidade de completar sua formação recebendo treinamento no uso de equipamentos analíticos usados nas pesquisas, e os Programas de Pós-Graduação recebem e treinam mão-de-obra especializada em diversas técnicas úteis para a engenharia (técnicos em química, em informática, em mecânica, etc.).

Outras iniciativas desenvolvidas em alguns Programas envolvem a programação sistemática de palestras, minicursos, visitas, e atividades para divulgação das pesquisas realizadas nos Programas. Estas atividades de divulgação são voltadas para o público em geral e mais especialmente para alunos do ensino médio em geral e do ensino fundamental, buscando fomentar nos estudantes a vocação para a ciência e engenharia. Exemplos destas formas de interação são as atividades do tipo “cientista por um dia” para alunos do ensino fundamental; o oferecimento de atividades de iniciação científica para estudantes ensino médio (pré-IC), a manutenção de espaços de exposição e museus de ciência e tecnologia, organização de feiras periódicas de ciência e engenharia para alunos do ensino médio e fundamental, etc.).

### **2.11. Visão da área sobre formas associativas.**



Ministério da Educação (MEC)  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)  
Diretoria de Avaliação (DAV)  
**12.eng2@capes.gov.br**

A área entende que a formação de ações associativas entre instituições localizadas numa mesma região, ou entre instituições territorialmente distantes, mas com interesses comuns e mecanismos de deslocamento estabelecido, e ainda entre diferentes campi de uma mesma IES, pode promover o desenvolvimento de programas aproveitando a sinergia de competências e a otimização de recursos e de esforços.

A área entende que as formas associativas constituem uma opção efetiva para a redução de assimetrias regionais, viabilizando cursos que não apresentem, individualmente e em um determinado momento, os requisitos necessários para sua recomendação pela área. Neste sentido, as propostas de associação envolvendo instituições das regiões Norte e Centro Oeste podem contribuir para a redução de assimetrias regionais e são incentivadas. O envolvimento de Programas consolidados nestas associações é desejável.

#### **2.12. Visão da área sobre mecanismos de solidariedade (Minter/Dinter e Turma Fora de Sede)**

A área incentiva iniciativas de solidariedade, especialmente as que contribuam com a redução de assimetrias regionais e intrarregionais. Para os programas já consolidados, a solidariedade é considerada aspecto essencial em sua avaliação. Tais ações podem ocorrer periodicamente ou em resposta a demandas específicas. Os mecanismos existentes para tal ação de solidariedade são diversos, envolvendo, p.ex., propostas MINTER/DINTER, associações em projetos de colaboração conjunta e intercâmbio do tipo “Casadinho”, PROCAD, e turmas fora de sede.