



Ministério da Educação (MEC)  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)  
Diretoria de Avaliação (DAV)  
**14.eng4@capes.gov.br**

## Documento de Área

---

**Área 14:**

**Engenharias IV**

**Coordenador da Área:** Hypolito José Kalinowski  
**Coordenadora Adjunta de Programas Acadêmicos:** Lucia Valéria Ramos de Arruda  
**Coordenador de Programas Profissionais:** Charles Casimiro Cavalcante

2019



## Sumário

1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DA ÁREA	1
1.1. <i>Tendências, apreciações, orientações</i>	1
1.2. <i>Diagnóstico da área (incluindo a distribuição dos PPGs por região, nota e modalidade)</i>	2
1.3. <i>A interdisciplinaridade na área</i>	8
2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O FUTURO DA ÁREA	9
2.1. <i>Inovações, transformações e propostas</i>	9
2.2. <i>Planejamento dos PPGs da área no contexto das instituições de ensino superior</i>	10
2.3. <i>Adoção da autoavaliação como parte da avaliação dos PPGs</i>	11
2.4. <i>Perspectivas de impacto dos PPGs da área na sociedade</i>	12
2.5. <i>Perspectivas do processo de internacionalização dos PPGs</i>	13
2.6. <i>Perspectivas de redução de assimetrias regionais e intrarregionais</i>	14
2.7. <i>Visão da área sobre fusão, fragmentação e migração de PPGs.</i>	14
2.8. <i>Visão da área sobre a modalidade à distância</i>	15
2.9. <i>Visão da área sobre a modalidade profissional (especialmente o nível de doutorado)</i>	16
2.10. <i>Medidas de indução de interação com a educação básica ou outros setores da sociedade.</i>	18
2.11. <i>Visão da área sobre formas associativas</i>	18
2.12. <i>Visão da área sobre mecanismos de solidariedade (Minter/Dinter e Turma Fora de Sede)</i>	19



## 1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DA ÁREA

### 1.1. Tendências, apreciações, orientações.

A Área de Avaliação de Engenharias IV engloba os Cursos e Programas de Pós-Graduação (PPGs) das subáreas Engenharia Elétrica (EE) e Engenharia Biomédica (EB). No caso dos PPGs da subárea de Engenharia Elétrica, esta é a denominação mais comum. Entretanto, vários PPGs apresentam foco principal em alguma temática específica da subárea de EE. Por esta razão, registram-se, também, PPGs com denominações tais como: Engenharia Eletrônica e Automação, Engenharia da Informação, Engenharia de Computação, Engenharia de Teleinformática, Engenharia Eletrônica, Microeletrônica, Telecomunicações, entre outras. Da mesma forma, para subárea de Engenharia Biomédica, verificam-se denominações alternativas como Bioengenharia e Neuroengenharia.

Como as demais engenharias e algumas ciências, a Engenharia Elétrica visa produtos e serviços em uma faixa de grande abrangência, que chegam a atingir o consumidor final, como é o caso das comunicações, aparelhos eletroeletrônicos, fornecimento de energia, biomedicina, etc. O impacto na geração de novos conhecimentos tem como objetivo final a oferta de produtos e serviços de melhor qualidade à sociedade. Os profissionais formados nos cursos de pós-graduação da área devem estar sintonizados com essa realidade e a respectiva produção acadêmica, tanto bibliográfica quanto técnica, deve refletir a contribuição na área.

No âmbito acadêmico, dados comparativos entre os anos de 2012 e 2016 mostram, em termos globais, o incremento das publicações na área de Engenharia Elétrica, porém também apontam para dois fatores restritivos: (1) a diminuição na taxa de aceitação dos artigos e (2) o aumento na rejeição de artigos **antes** da revisão por pares, esse último fator diretamente ligado à submissão de manuscritos com baixa qualidade para o processo de revisão, incluindo aqueles fora do escopo do periódico<sup>1</sup>.

Pesquisadores de instituições brasileiras atuando em Engenharia Elétrica<sup>2</sup> publicaram, nos anos de 2017 e 2018, respectivamente, um total de 1122 e 1294 artigos em periódicos indexados pelo *WebOfScience*; nos mesmos anos o volume de citações recebidas pelo total de publicações brasileiras naquela área atingiu, respectivamente, 5594 e 8297 citações. O volume de publicações nesse biênio, encontra-se numa faixa de ~6-20% superior àquele observado em 2015 (1058), porém o impacto pode ser atestado pelo significativo incremento nas citações recebidas, que em 2015 foi de apenas 521. Obviamente, o crescimento pode não ter sido tão significativo por ter sido afetado pela inclusão de novos

<sup>1</sup> I. Potter, Connecting the dots: from submission to decision, the fate of scholarly papers. Clarivate Analytics, Oct. 2017. Disponível em [http://www.sibi.usp.br/wp-content/uploads/2018/06/Clarivate\\_2017-FBF-Hotspot-Connecting-the-dots-1.pdf](http://www.sibi.usp.br/wp-content/uploads/2018/06/Clarivate_2017-FBF-Hotspot-Connecting-the-dots-1.pdf)

<sup>2</sup> Inclui pessoal não ligado a PPGs da área e de instituições não acadêmicas.



periódicos (incluindo a respectiva extensa base temporal) naquele serviço de indexação. Mesmo impondo um fator redutor drástico de 50%, o número de citações ainda é sensivelmente superior, demonstrando melhor disseminação internacional dos resultados obtidos no Brasil.

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

Os quatro primeiros cursos de mestrado em Engenharia Elétrica foram criados em 1961, 1963, 1966, 1968, todos na região Sudeste. O primeiro curso de doutorado em Engenharia Elétrica data de 1969 e o primeiro curso de mestrado fora da região Sudeste foi criado na região Nordeste em 1970. O primeiro curso de mestrado e o primeiro curso de doutorado em Engenharia Biomédica surgem em 1971 e em 1982, respectivamente, ambos na região Sudeste.

Historicamente, a área de Engenharias IV tem um crescimento linear e monotônico em termos do número de programas de pós-graduação. A taxa situa-se aproximadamente em 3 novos programas por ano, com pequenas oscilações. Esse crescimento é consolidado e não sofreu impactos com o surgimento de programas multidisciplinares ou de mestrados profissionais, como pode ser observado na Figura 1.

De acordo com os dados na GTI/CAPES, o crescimento da área, em termos do número de programas, entre 1999 e 2017, chegou a 200%. No quadriênio 2009-2012 a taxa atingiu ~6 programas/ano mas retornou ao valor histórico no último período (2013-2017). Na avaliação de cursos novos 2017-2018 foram aprovados 4 novos cursos de doutorado (de programas de mestrado já existentes) e um de mestrado. Nessa discussão deve-se alertar a área, especialmente novos candidatos, para o baixo índice de aprovação nos APCN. Aqueles programas aprovados representam apenas ~30% das propostas submetidas (o valor é semelhante para o universo de propostas submetidas à CAPES), o que indica necessidade de um melhor planejamento, melhor organização técnico-científica e melhor inserção, tanto institucional como regional e nacional nas propostas a serem submetidas. **Consolidar as atividades de P&D deve ser um objetivo institucional preliminar à organização de uma proposta de curso de mestrado ou doutorado, presente nos Planos de Desenvolvimento Institucional.**

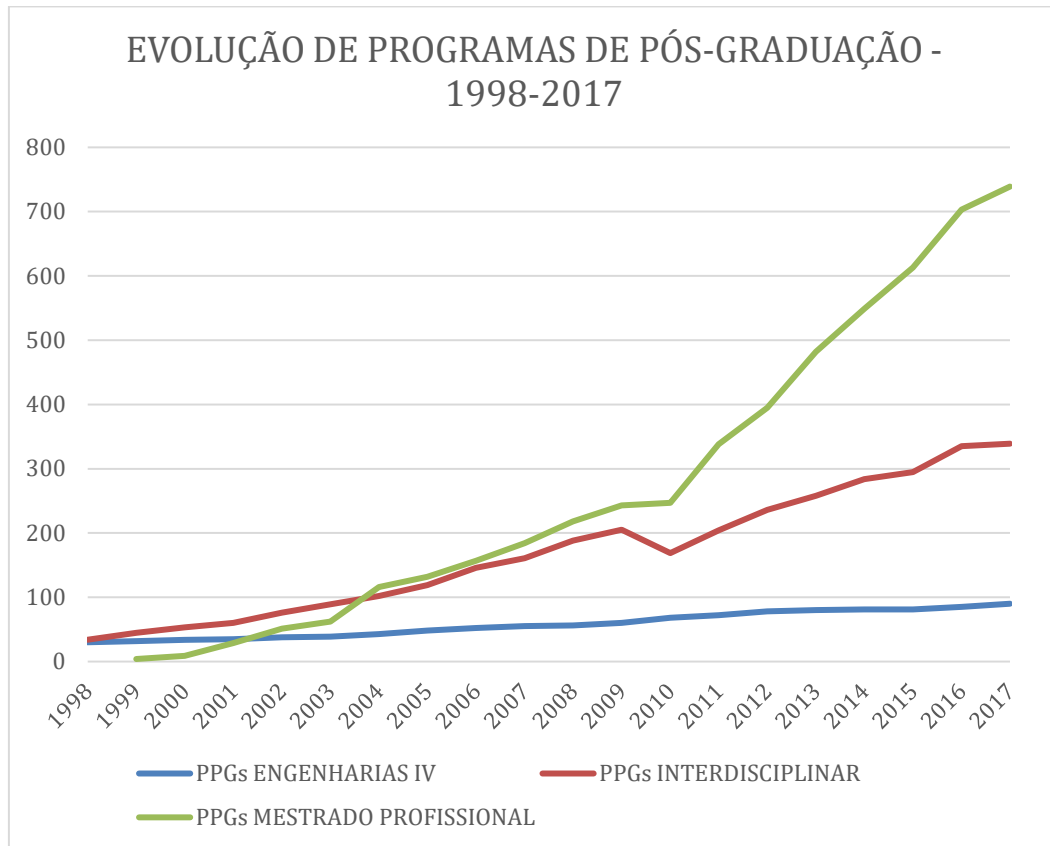


Figura 1: Comparativo da evolução do número de programas de pós-graduação nas áreas de avaliação de Engenharias IV e Interdisciplinar, e dos programas de mestrado profissional em todas as áreas de avaliação CAPES.

Em fevereiro de 2019, a área contava com 92 PPGs em funcionamento, sendo 13 PPGs de mestrado profissional. No total, existem 137 cursos de pós-graduação na área, sendo 13 mestrados profissionais, 77 mestrados acadêmicos e 47 doutorados acadêmicos. A distribuição regional dos cursos e programas da área não é uniforme e está ilustrada na figura 2, enquanto que em termos de modalidade ainda há predominância dos programas acadêmicos (vide figura 3). O baixo número de programas profissionais na área pode ser parcialmente explicado pela natureza profissional da grande área de Engenharias, relegando aos programas profissionais atuação em situações pontuais.

No caso específico da subárea de Engenharia Biomédica, que conta com 12 PPGs, há predominância da região Sudeste, embora haja um curso na região Centro-Oeste (DF), dois outros na região Nordeste (PE e RN) e um na região Sul (PR). No caso da subárea de Engenharia Elétrica há programas em todas as regiões do país. Ainda assim, no momento, não há cursos da Área de Engenharias IV em funcionamento nos estados do Acre, Alagoas, Amapá, Rondônia, Roraima, Mato Grosso e Tocantins. A criação de PPGs nestes estados da federação e o incremento da presença da subárea de Engenharia Biomédica para além da região Sudeste seguem sendo desafios relevantes para a área de Engenharias IV.

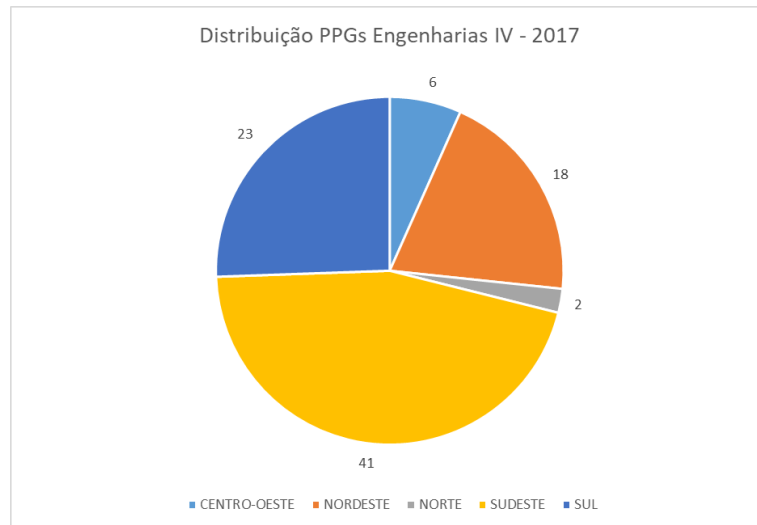


Figura 2: Distribuição regional dos PPGs de Engenharias IV

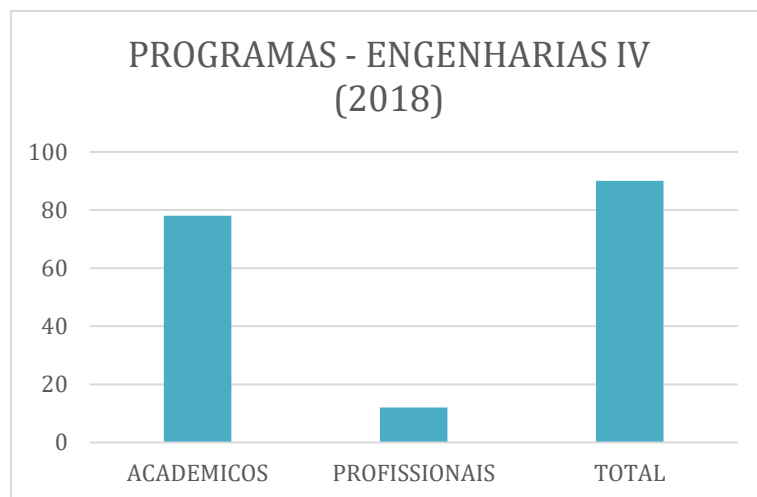


Figura 3: Distribuição de Programas por Modalidade

Em termos da última avaliação (Quadrienal 2017), a distribuição das notas atribuídas aos programas da área reflete a evolução dos programas para além do nível de entrada (até então 3 para o mestrado), particularmente para os programas acadêmicos (que, em geral, se beneficiam da maior longevidade dentro da área), com apenas 33% no patamar de ingresso. A mesma evolução não atingiu ainda a modalidade profissional, em parte devido à menor idade dos programas; entretanto, esses programas devem atentar para o atendimento de necessidades da área profissional não acadêmica em termos de sua produção intelectual, que deve ter um forte componente técnico ligado a demandas dos setores industrial, governamental ou de serviços trans-academia.

Tabela 1: Distribuição de notas por modalidade de programa de pós-graduação na Avaliação Quadrienal 2017 – Engenharias IV

Notas	3	4	5	6	7
Acadêmicos	24	25	10	10	3
Profissionais	12				
Total	36	25	10	10	3

Em contraponto, observa-se ainda um número elevado de programas estacionados no nível de entrada, 3 para o mestrado e 4 para o doutorado. De fato, dos 28 programas com nota 3 na avaliação anterior, apenas 9 progrediram para a nota 4 na avaliação quadrienal 2017. Dos 18 programas com conceito 4 na avaliação anterior, apenas 4 progrediram para o conceito 5. Essa elevada fração de cursos que não conseguiram incrementar seus indicadores para o nível seguinte deve dedicar atenção especial às ações de autoavaliação ainda no final do atual período de avaliação, de maneira a garantir que sua situação não permaneça estacionária. Tais ações devem receber amplo respaldo institucional, desde o nível departamental até aquele da respectiva Pró-Reitoria, e deverão se estender a todo período de avaliação subsequente.

A figura 4 mostra a distribuição de notas dos Programas da área de Engenharias IV para cada uma das regiões, considerando tanto os programas acadêmicos quanto os profissionais. Nota-se que a assimetria observada para o número de programas também se observa na questão das notas. Ainda, é notório que todas regiões mostram parcela relevante de cursos com nota 3, ainda que todas as regiões apresentem cursos de pós-graduação na área.

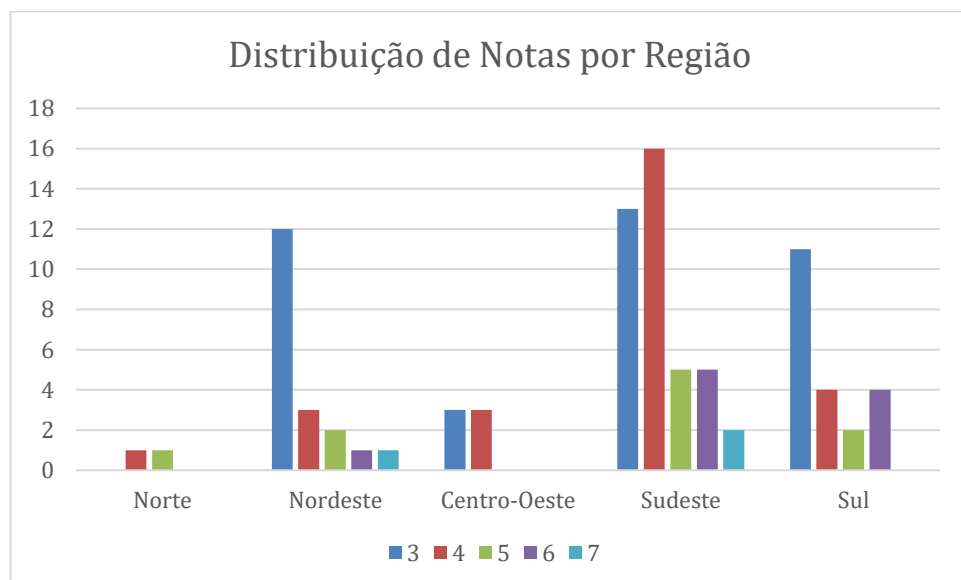


Figura 4: Distribuição das Notas por Região Geográfica

A presença da área de Engenharias IV no território nacional é já expressiva e apresenta crescente maturidade do ponto de vista de produção intelectual e formação de recursos humanos de alto nível. De fato, até 31/12/2017, o conjunto de programas na área de Engenharias IV haviam formado 18.472 mestres e 5.453 doutores. Especificamente no quadriênio coberto pela última avaliação, 2013-2016, verificou-se a formação de 4.907 mestres (incluindo a modalidade profissional) e 1.846 doutores, o que se traduz na significativa taxa de, aproximadamente, 3,4 dissertações de mestrado e 1,3 teses de doutorado concluídas para cada dia do quadriênio.

No ano subsequente, 2017, registraram-se 1.512 dissertações de mestrado (acadêmico/profissional) concluídas. Quando comparado com o número médio para o quadriênio anterior (1.227 dissertações/ano) revela-se um crescimento de 23%, que pode ser influenciado pela consolidação da titulação dos cursos de mestrado abertos ao longo do quadriênio anterior. Se essa taxa se mantiver para os anos finais deste quadriênio, indicará uma saudável maturidade na formação de recursos humanos neste nível, incluindo a formação na modalidade profissional.

Nos cursos de doutorado, a tendência é ainda de expressivo crescimento no número de estudantes titulados. De fato, em 2017 registraram-se 505 teses de doutorado concluídas. Em comparação com o número médio para o quadriênio anterior (462 teses/ano), revela-se uma expansão da ordem de 10% ao ano, embora essa taxa seja inferior àquela do biênio inicial do período de avaliação anterior. Na modalidade profissional, a graduação de mestres em 2017 (123) foi também superior à média do quadriênio de avaliação (82/ano) embora mais próxima do número médio no biênio final daquela avaliação (114/ano).

No tocante à assimetria de gênero, a área ainda é predominantemente masculina; a participação feminina no corpo docente dos programas mantém-se num patamar ligeiramente inferior a 15% ao longo do último período de avaliação e início do atual, como mostra o gráfico na figura 5. No ano de 2017, o número de docentes permanentes nos diversos programas da área foi de 1514, dos quais 212 eram mulheres.

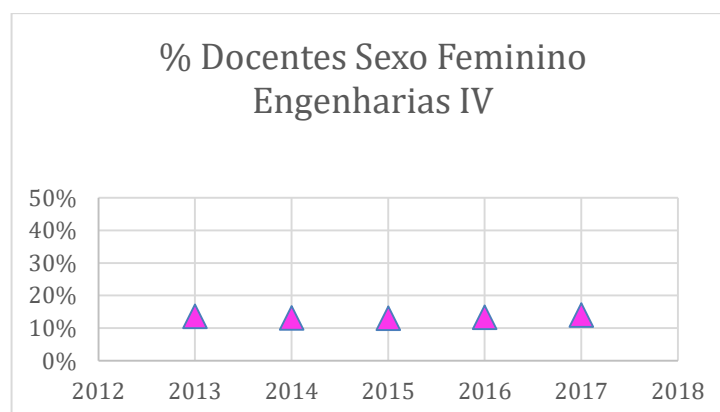




Figura 5: Evolução do corpo docente feminino – Engenharias IV

Esta situação também se reflete no corpo discente, em que a titulação feminina situa-se, nesse mesmo período, em aproximadamente 20% dos totais da área, tanto para mestrado quanto para doutorado. É interessante observar que, para a modalidade profissional (apenas mestrados), a titulação feminina teve maior participação no início do período da avaliação quadrienal anterior (2013-2016), onde representava 47% dos titulados em 2013 e 32% deles em 2014. Porém, a partir de 2015 essa fração situou-se dentro da faixa comum aos programas acadêmicos. Em termos numéricos, em 2017, foram 505 doutores titulados, dos quais 88 mulheres; 1389 mestres formados em programas acadêmicos, com a fração de 309 mulheres e ainda 123 mestres nos programas profissionais, em que a participação feminina atingiu 32 graus conferidos (vide figura 6).

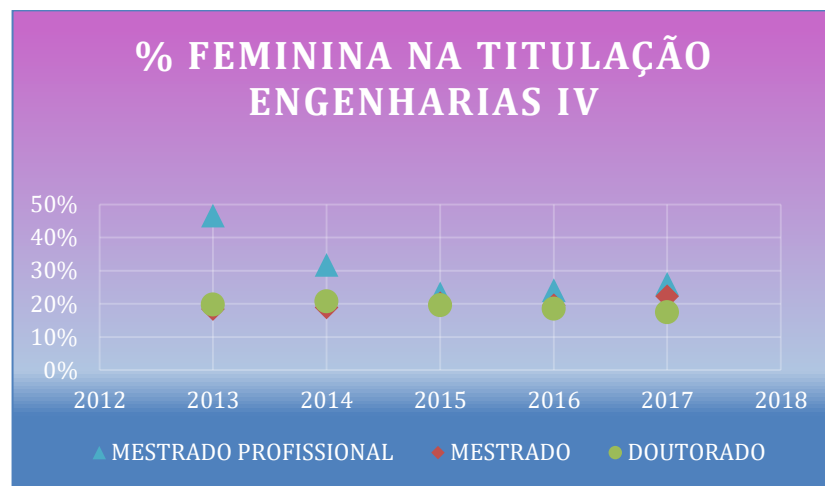


Figura 6: Titulação (M/MP/D) por gênero

As informações acima sugerem que os programas de pós-graduação na área devem implantar ações afirmativas para atingir uma maior parcela da população feminina, evitar a evasão de mulheres ao longo dos cursos e, a médio e longo prazo, aumentar também a participação de outras minorias. A questão da evasão discente, em especial da parcela feminina, deve ser objeto imediato de estudo e acompanhamento nos programas, visando identificar e evitar as razões para o desligamento ou abandono, incluindo tais ações na sua respectiva autoavaliação.

No que tange à produção intelectual, em 2017 os programas de pós-graduação da área listaram 1977 artigos em periódicos relevantes<sup>3</sup> (faixas A1-B1 do Qualis), o que representa um pequeno incremento (~4%) em relação ao último ano da avaliação Quadrienal 2013-2016. Naquele ano, a área de Engenharias IV apresentou a média de 1,3 artigo relevante/docente e, restringindo-se ao estrato Qualis A1 (821 artigos), obtém-se 0,54 artigo/docente. Os dois valores são significativamente melhores que aqueles médios observados na avaliação Quadrienal (0,62 artigos relevantes/docente/ano e 0,22 artigos

<sup>3</sup>Sem verificação de títulos inseridos múltiplas vezes, em diferentes programas ou fora do escopo da área.



A1/docente/ano) e, se mantidos ao longo dos anos subsequentes do período de avaliação em curso, representarão um crescimento significativo tanto em volume quanto na qualidade da produção intelectual da área.

### 1.3.A interdisciplinaridade na área.

A denominação de Engenharias IV, em termos da classificação das áreas do conhecimento adotada historicamente pela CAPES, designa, de modo genérico, a Engenharia Elétrica e a Engenharia Biomédica.

A Engenharia é multidisciplinar e interdisciplinar, sendo definida como a área da ciência que trata de como adquirir e aplicar conhecimentos científicos e práticos no projeto, na construção e na operação de estruturas, máquinas, dispositivos, sistemas, materiais e processos. Dentro da grande área, a Engenharia Elétrica é caracterizada pelo ramo da Engenharia no qual a aquisição e aplicação de conhecimentos científicos e práticos se dá no projeto, na construção e na operação de estruturas, máquinas, dispositivos, sistemas, materiais e processos pautados pelo uso da energia de natureza eletromagnética. No entanto, já no atual estágio de desenvolvimento é comum a atuação conjunta com outras áreas de engenharia, situação realçada pela automação, controle de dispositivos e processos, transmissão e processamento de sinais e vinculação à internet em praticamente todas as áreas de conhecimento. A disseminação da *IoT (Internet of Things)* deverá incrementar ainda mais a penetração das áreas clássicas de engenharia elétrica em novas aplicações.

Por outro lado, diversos aspectos conferem à Engenharia Biomédica características distintas das demais áreas da Engenharia. A Engenharia Biomédica integra as Ciências Exatas e as Engenharias às Ciências Biológicas e Medicina. Assim, a Engenharia Biomédica pode ser entendida como uma área na qual se busca um melhor entendimento dos princípios organizacionais e dos mecanismos essenciais da biologia dos sistemas fisiológicos e da natureza dinâmica e complexa desses sistemas.

Deste modo, além de temas como Telecomunicações, Processamento de Sinais, Eletrônica Analógica e Digital, Sistemas Elétricos de Potência, Eletrônica de Potência, Controle Automático, Bioengenharia, Engenharia Médica e Instrumentação, outros temas que contribuam efetivamente na efetivação das premissas explicitadas nas definições de Engenharia Elétrica e Engenharia Biomédica são igualmente pertinentes ao escopo de Engenharias IV e naturalmente interdisciplinares, a exemplo de Robótica, Fotônica, Microeletrônica, Biosensores, Matemática Aplicada.

## 2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O FUTURO DA ÁREA

### 2.1. Inovações, transformações e propostas.<sup>4</sup>

Em termos de objetivos estabelecidos nos Planos Nacionais de Pós-Graduação, o crescimento em número de cursos e volume de titulados atingiu níveis expressivos, com a consequente melhoria na qualidade nos produtos resultantes (formação de recursos humanos qualificados, produção intelectual, inserção internacional, etc). Entretanto, a comissão redatora do documento referenciado no título desta seção infere que

*“o atual sistema avaliativo atingiu um ponto de esgotamento e deve ser conceitual e objetivamente repensado e aprimorado. São novas demandas da comunidade acadêmica, científica, tecnológica e de inovação, que sinalizam sobre a atualização dos procedimentos e critérios do modelo de avaliação.”<sup>5</sup>*

Fundamentalmente, tal afirmação implica dedicar maior atenção à melhoria da qualidade dos recursos humanos formados, com melhor envolvimento dos discentes (incluindo egressos) e docentes nos produtos de natureza intelectual derivados dos períodos de formação no mestrado e doutorado, bem como no alcance desses produtos na sociedade. No contexto das atuais diretrizes de avaliação da pós-graduação na CAPES, a avaliação dos programas de pós-graduação na área terá foco:

- a. Na qualidade da formação de mestre e doutores e dos produtos desenvolvidos pelos programas de pós-graduação, considerando os pós-graduandos e egressos como protagonistas principais na produção do conhecimento.
- b. Na observação de indicadores de resultados obtidos pelos programas ao longo do período de avaliação.
- c. Na avaliação dos impactos – acadêmicos, econômicos e sociais – dos produtos de natureza intelectual associados à formação pós-graduada.
- d. Na mudança nos indicadores devido à redução no número de itens na Ficha de Avaliação (aprovada pelo CTC-ES em dezembro de 2018).
- e. Na observação prioritária da qualidade de melhores produtos do programa.
- f. Na observação e mensuração das ações de planejamento e autoavaliação implantadas pelos programas como elementos fundamentais no processo de avaliação.
- g. Na avaliação da integração e articulação do programa com setores não acadêmicos, principalmente aqueles industriais e de serviços.
- h. Relevância, visibilidade e inserção internacional.

<sup>4</sup>Para aprofundamento sugere-se a leitura do Documento Final da Comissão Nacional de Acompanhamento do PNPG 2011-2020, Proposta de Aprimoramento do Modelo de Avaliação da Pós-Graduação, CAPES (2018).

<sup>5</sup>*Idem, ibid.*



É oportuno ressaltar que a metodologia de avaliação no atual quadriênio terá um caráter transitório para um modelo de avaliação multidimensional, que a CAPES pretende implementar para a avaliação no quadriênio subsequente (2021-2024), em que notas (ou conceitos) diferentes serão atribuídas para cada eixo de avaliação que meça a qualidade do programa em cada uma daquelas dimensões. Tais dimensões refletem-se na avaliação em curso em termos de:

- a. Qualidade de formação;
- b. Internacionalização;
- c. Impacto acadêmico;
- d. Impacto econômico e social e
- e. Inovação e transferência do conhecimento.

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

A CAPES criou um grupo de trabalho para discutir uma sistemática de autoavaliação no âmbito dos programas de pós-graduação (Portaria CAPES nº 148/2018). Esse processo está em andamento e, para que venha a ser plenamente implantado, passará pelo planejamento da pós-graduação no âmbito das Instituições de ensino superior. A autoavaliação a ser implantada deverá, portanto, refletir a participação ativa dos PPG junto às Pró-reitorias no sentido de que os Planos de Desenvolvimento Institucional (PDI) ou Planos de Desenvolvimento da Pós-Graduação (PDPG) traduzam de modo fiel as necessidades, metas e objetivos definidos pelo planejamento de cada PPG. Assim, cada programa poderá desenvolver um conjunto de ações aderentes à sua missão e objetivos, devidamente inseridos no contexto institucional e permitindo essa inserção no panorama socioeconômico regional, nacional e internacional por suas escolhas científicas. A partir da correta identificação dos pontos fortes e fracos do programa, poderá o PPG estabelecer e executar seu planejamento para alcançar metas que fortaleçam o programa em um horizonte compatível com o planejamento institucional e com o intervalo de avaliação.

## 2.3. Adoção da autoavaliação como parte da avaliação dos PPGs.<sup>6</sup>

O ponto crucial da nova sistemática da avaliação é a mudança do foco do processo avaliativo: ao invés da CAPES receber os resultados da autoavaliação realizada pelos programas, a Agência deverá acompanhar como os programas de pós-graduação estão conduzindo suas autoavaliações. Desta maneira, cada programa poderá propor um delineamento de autoavaliação apto a captar aspectos pertinentes a sua missão e seus objetivos, incluindo aqueles relativos à sua inserção no contexto social/internacional e a suas escolhas científicas específicas. Trata-se, na prática, de colocar em ação o elementar processo de detectar pontos fortes e potencialidades, tanto quanto discriminar pontos fracos

<sup>6</sup>Para análise aprofundada sugere-se a leitura do Relatório do GT sobre a Autoavaliação de Programas de Pós-Graduação, port. CAPES 148/2-2018.



dos programas e prever oportunidades e fragilidades. A partir deste diagnóstico, devem-se estabelecer metas com clareza e, tanto quanto possível, de forma participada, para que todos ou a maior parte da comunidade acadêmica se perceba representada.

Na nova ótica, os programas devem estabelecer um diálogo com os quesitos e itens estabelecidos na ficha de avaliação, visto que, no seu conjunto, tais elementos representam ingredientes de qualidade considerados essenciais para o processo avaliativo e que, no modelo proposto, a avaliação externa se mantém, atuando em consonância e articulação com a autoavaliação. Na visão do GT de Autoavaliação, essa constitui o relato detalhado, por parte do Programa, sobre seus procedimentos e instrumentos de autoavaliação (vide documento no Portal CAPES). Na CAPES, a 'avaliação da autoavaliação' seria um item da nova ficha de avaliação, como componente do Quesito Proposta do Programa, dando peso a esse Quesito conforme consta na ficha de avaliação da Área de Engenharias IV.

Aprende-se, ao trabalhar com avaliação, a importância de se pensar a prática, de refletir sobre a prática, de encontrar lições na prática e derivar dela ações concretas, iluminadas pela teoria, seja ela de qualquer paradigma. Aceitando como verdadeiro que a avaliação induz ações, valores e comportamentos, a autoavaliação, com mais força poderá ser indutora de ações reflexivas. É a ação reflexiva que faz sentido quando se pensa a prática e os problemas enfrentados pelos docentes. Resgatando Paulo Freire (1988), a prática de pensar a prática é a melhor maneira de pensar certo. Ao incorporar a autoavaliação no seu processo de avaliação, a CAPES abre, potencialmente, uma pequena janela para que a diversidade de culturas e a riqueza dos contextos emergentes reflua para dentro da pós-graduação.

A elaboração de projeto de autoavaliação deve ser participativa, alinhado com o Planejamento de Desenvolvimento Institucional e contemplar: Objetivos, Estratégias, Método – técnicas, instrumentos, formas de análise, frequência de coleta de dados, Cronograma; Recursos; Equipe de implementação/responsabilidades; Formas de disseminação dos resultados; Monitoramento do uso dos resultados.

Os resultados da autoavaliação devem ser conhecidos a tempo de subsidiar as tomadas de decisão pelos gestores. A divulgação deve ser clara, objetiva e acessível a todo o seu público-alvo.

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

Um programa de pós-graduação deve garantir a qualidade da formação dos mestres e doutores e o impacto social dos conhecimentos obtidos em dissertações, teses e outros produtos desenvolvidos.

O impacto dos produtos de um programa de pós-graduação – (a) recursos humanos qualificados, (b) novos conhecimentos e (c) soluções inovadoras para problemas da sociedade – estende-se ao longo de diversos intervalos temporais, em geral extrapolando o período da avaliação quadrienal. A produção intelectual de egressos já tem sido praticada

nos intervalos de avaliação anteriores, como indicador da qualidade da formação pós-graduada. Nesse contexto, a área sugere, em acordo com as diretrizes gerais de avaliação, que a análise do impacto dos programas de pós-graduação se beneficiaria de indicadores que ampliem o intervalo de cobertura dos produtos dos programas de pós-graduação, eventualmente também extrapolando os limites da avaliação em curso. Para cada um dos produtos do programa, é necessário definir indicadores de impacto:

- a. 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?
- b. A produção intelectual publicada nos periódicos indexados dispõe, em geral, do número de citações como indicador de impacto universalmente reconhecido 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 a este indicador (autocitações, trabalhos de revisão, etc.), alguns aspectos que o tornam 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.
- c. As soluções inovadoras para problemas da sociedade apresentam-se na forma de produtos ou processos inovadores resultantes do trabalho final de uma dissertação ou tese. O impacto destas soluções é representado pelas mudanças que a produção tecnológica causa no ambiente em que 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 está encarregado de definir quais são as produções técnicas associadas à formação dos mestres e doutores e como qualificá-las em termos de seus impactos na sociedade. Assim, a área irá considerar os resultados deste Grupo de Trabalho na definição dos indicadores de impacto para as produções técnicas.

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

A internacionalização, uma das metas do Plano Nacional de Pós-Graduação 2011-2020, deve ser buscada no âmbito de todas as áreas de avaliação da CAPES, respeitadas suas



especificidades. No âmbito da Área de Engenharias IV, há evidências de internacionalização, principalmente, nos programas consolidados. Essas evidências são em termos da reputação dos pesquisadores, os quais divulgam quase a totalidade da sua produção intelectual em periódicos internacionais de primeira linha. Cumpre destacar a participação dos docentes da área na editoria de periódicos indexados internacionalmente, nos comitês científicos de eventos internacionais consolidados e como autores convidados para tais eventos, bem como no corpo diretivo de sociedades científicas e organismos normativos internacionais (e.g., IEEE, ITU, IUPESM e IFMBE). Além disso, a existência de financiamento proveniente de agências internacionais bem como premiações de docentes e/ou discentes por organismos de alcance internacional são outros elementos de demonstração da internacionalização do programa. Em termos da visibilidade internacional dos programas, há também evidências concretas, tais como a expressiva quantidade de programas de cooperação internacional e a participação regular na organização de eventos científicos internacionais de grande porte, tanto no país quanto no exterior.

Os programas devem incluir em seu planejamento (e autoavaliação) as suas ações de internacionalização com fluxo nos dois sentidos (de e para o Brasil), em especial aquelas visando a troca de estudantes de doutorado, o intercâmbio de professores visitantes (estes considerados como aqueles permanecendo na instituição receptora por períodos superiores a 30 dias consecutivos e contribuindo na oferta de conhecimento ao corpo discente mediante disciplinas ou seminários), a realização de pós-doutorado ou períodos sabáticos por egressos ou integrantes do corpo docente e ainda ações que levem ao estabelecimento de projetos de P&D conjuntos nos anos subsequentes, com expressiva produção intelectual compartilhada. Esse último ponto deve ser objeto de especial atenção nos programas instalados há menos tempo em que, por razões conjunturais, houve menor oportunidade na liberação docente para atender a licenças de aperfeiçoamento pós-doutoral.

Alguns aspectos, compartilhados por outras áreas de avaliação, compreendem aumentar a atratividade de estudantes de outros países como um objetivo dos programas. Para isso além da pesquisa ao nível dos grandes centros mundiais, é necessário melhorar a divulgação e a estrutura de acolhimento de estrangeiros. Neste sentido, os PPGs devem apontar ações para superar dificuldades na contratação de funcionários bilíngues, no provimento de acomodação temporária para os recém-chegados, nas tratativas para obtenção de vistos, etc.

## 2.6. Perspectivas de redução de assimetrias regionais e intra-regionais.

Como tipificado pelos dados dando origem à Fig. 2, existe uma assimetria destacada na distribuição dos programas de pós-graduação em Engenharias IV pelas diversas regiões brasileiras, sendo as regiões Norte e Centro-Oeste aquelas com menor número de cursos ofertados, incluindo a ausência de programas em algumas unidades da federação. Em



termos inter-regionais, a assimetria existe na consolidação das atividades de pesquisa, na experiência do corpo docente e na infraestrutura disponível, fatores que influenciam a atribuição de conceitos na avaliação e induzem uma distribuição não homogênea de notas no âmbito geográfico.

Os maiores desafios concentram-se nas regiões Norte e Centro-Oeste, onde ações de indução devem ser incentivadas, com os cursos melhor consolidados nas demais regiões oferecendo turmas MINTER e DINTER com a participação de docentes locais, com objetivos de fomentar e nuclear atividades de P&D e PPGs em polos daquelas regiões. Particularmente, esse tipo de ação deve ser direcionado aos estados onde não existem programas da área, visando estender a cobertura de Engenharias IV a todos os integrantes da federação. O uso de cursos em associação pode contribuir para diminuir a assimetria, porém os fatores logísticos e geográficos devem ser considerados para não inviabilizar as atividades comuns.

Com vistas a fomentar a nucleação de programas naquelas regiões, a área de Engenharias IV adotará (em caráter temporário) limiares diferenciados para a participação de docentes colaboradores e/ou externos em novos programas ali sediados, como pode ser observado no atual documento orientador de APCN da área.

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

A área de Engenharias IV não recomenda a fragmentação/desmembramento de cursos sem uma análise adequada de impactos, pois o processo pode trazer implicações negativas a um ou mais dos programas resultantes. Eventualmente, admite-se a exceção, no entender de que a fragmentação ou desmembramento podem vir a aflorar uma ou mais áreas, em decorrência da própria evolução do conhecimento ou ainda contribuir para um programa de maior volume e melhor qualidade em seus produtos.

A fragmentação de um programa de pós-graduação em dois (ou mais) acarreta a criação de **dois (ou mais) cursos novos** sendo desejável a apresentação de duas (ou mais) propostas, de acordo com as recomendações aqui contidas e aquelas vigentes na legislação específica da CAPES a respeito dessas situações.

A apresentação de apenas uma proposta de curso novo é aceita quando a fração do corpo docente que é deslocada para o novo programa é reduzida e de atuação específica, não acarretando mudanças significativas na proposta do programa pré-existente. Nesses termos, as diretrizes a serem observadas na elaboração de propostas de cursos novos oriundos da fragmentação/desmembramento de programas pré-existentes são:

- a) O novo programa deve demonstrar condições de funcionamento autônomo, com uma massa crítica suficiente para assegurar qualidade e abrangência acadêmicas adequadas.
- b) A observação da massa crítica tem que valer também para a fração do corpo docente que permanece no programa pré-existente.





Ministério da Educação (MEC)  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)  
Diretoria de Avaliação (DAV)  
**14.eng4@capes.gov.br**

- c) As áreas de concentração e linhas de pesquisa (programa novo x pré-existente) devem ser tão disjuntas quanto possível.
- d) É preciso que haja uma demonstração cabal de perspectivas de ganhos acadêmicos advindos da fragmentação/desmembramento.
- e) A partilha ou não de recursos de fomentos existentes (bolsas, capital, etc) deve ser explicitada no APCN, com a anuência do programa pré-existente.

No tocante à fusão de programas, devem também ser atendidas todas as exigências contidas na legislação da CAPES. A área vê como benéfica a fusão de cursos e programas localizados na mesma IES, sejam no mesmo campus ou em *campi* diversos, mediante a criação de um programa de maior vulto mesmo que – por razões geográficas – atue em diferentes polos, em situações similares às aquelas mostradas por cursos em associação.

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

A área de Engenharias IV, em geral, não incentiva a realização de cursos de mestrado e/ou doutorado, sejam acadêmicos ou profissionais, realizados integralmente na modalidade EAD, tendo em vista a necessária atuação em grupo durante as etapas de formação propedêutica e realização do projeto de pesquisa associado a dissertações e teses. Em consonância com o documento orientador de APCN da área a realização de até 30% das atividades propedêuticas e/ou tutoriais na modalidade EAD é aceita, sujeita à avaliação nos mesmos moldes e requisitos das atividades presenciais. Sempre que o volume de atividades EAD ultrapassar aquele limiar de 30%, o curso deverá ser objeto de uma nova proposta APCN, conforme descrito a seguir.

A submissão de propostas para cursos novos na modalidade EAD é reservada a programas que tenham demonstrado desempenho de excelência na oferta de cursos presenciais, tipificados por indicadores elevados no tocante à dedicação, experiência e qualidade do corpo docente envolvido, conforme detalhado no documento orientador de APCN. Pelo menos 30% das atividades exigidas para atribuição do grau de mestre ou título de doutor deverão ser realizadas na modalidade presencial, com o estudante na instituição do respectivo orientador.

Como sinalizado no documento orientador de APCN da área, as propostas na modalidade à distância devem seguir estritamente todos os requisitos anteriormente apresentados para a respectiva modalidade (Acadêmico ou Profissional) e nível (Mestrado ou Doutorado), acrescentando ainda:

- a) Descrição das experiências anteriores do programa na oferta de atividades EAD nos cursos até então oferecidos, com avaliação de seu sucesso na comparação com aquelas presenciais;



Ministério da Educação (MEC)  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)  
Diretoria de Avaliação (DAV)  
**14.eng4@capes.gov.br**

- b) Descrição da condução dos processos de admissão e seleção de candidatos quando realizada também à distância, particularmente no tocante à participação do corpo docente permanente;
- c) Descrição detalhada de como serão realizadas as atividades propedêuticas e tutoriais nas modalidades à distância e presencial, incluindo os sistemas EAD utilizados pelo programa, corpo docente e corpo discente. Essa descrição deve incluir o percentil de cada tipo de atividade em relação ao volume total de requisitos exigidos;
- d) Descrição detalhada dos mecanismos utilizados para avaliação do discente nas diversas atividades, explicitando como será garantido o sigilo ou individualidade em sua realização;
- e) Mecanismos de suporte à participação do corpo discente nas atividades presenciais em sedes diferentes daquela onde está habitualmente localizado;
- f) Dimensionamento, por docente permanente, do volume de orientações previstas (ao longo do próximo quadriênio), considerando todos os programas em que atua.
- g) Comentários sobre a condução de atividades tutoriais, as quais deverão ser suportadas por tutores com titulação de doutor, credenciados segundo os critérios definidos na Proposta do Programa.

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

As áreas de abrangência dos programas vinculados às Engenharias IV já são, per si, de natureza profissional, situação compartilhada com todas as áreas de engenharia. Assim, características que, em outras grandes áreas de conhecimento, induzem a modalidade profissional são, nas engenharias, naturalmente inerentes às atividades desenvolvidas nos programas de pós-graduação acadêmicos. Nesse contexto, apenas situações especiais justificam programas e cursos profissionais nas Engenharias IV, em situações onde o impacto esperado da formação de mestres e doutores junto a organismos de natureza não acadêmica (empresas, órgãos públicos, instituições de pesquisa e inovação tecnológica, etc) sejam claramente diferentes em termos da demanda de alunos e da importância regional ou nacional.

Nas Engenharias IV, a pesquisa científica de qualidade usualmente apresenta também um caráter de inovação tecnológica bastante claro. Nesse cenário, a distinção entre as modalidades mestrado acadêmico e mestrado profissional deve se dar mais fortemente no foco do problema a ser tratado, no escopo das disciplinas da grade curricular e no perfil buscado para os egressos do curso. Não necessariamente esta distinção ocorrerá no perfil do corpo docente, particularmente no caso de Instituições de Ensino Superior (IES), onde



os docentes estão tipicamente submetidos ao mesmo conjunto de exigências de desempenho, típicas da excelência em ensino, pesquisa e extensão.

Por esta razão, e no intuito de preservar a qualidade e credibilidade dos programas profissionais, em geral tais programas apenas têm sido aprovados pela comissão de área de Engenharias IV quando os indicadores de produção intelectual do corpo docente permanente se aproximam daqueles exigidos dos seus homólogos acadêmicos.

No caso de cursos de mestrado profissional advindas de entidades não acadêmicas, isto é, que não são classificadas como IES, a comissão de área avaliará se a produção técnica (em termos de patentes concedidas, protótipos demonstrados, produtos desenvolvidos, etc.) do corpo docente é efetivamente significativa, de forma a justificar o abrandamento das exigências típicas relacionadas à docência e orientação acadêmica em nível de graduação, mencionadas em parágrafos anteriores.

Para os cursos de doutorado profissional em processo de verticalização do programa, deverá ser fortemente considerada, por parte da comissão de área, a ficha da avaliação anterior, do curso de mestrado profissional já existente.

Tal como no caso acadêmico, a área não admite recorte do corpo docente e assim todo o corpo docente deverá participar nos dois níveis de formação e a avaliação levará em conta se o conjunto docente tem condições de garantir a sustentabilidade do programa em patamar compatível com os programas de nota 4 da Área.

A demonstração de interesse dos setores não acadêmicos, industrial e de serviços deve ser formalmente explicitada mediante documentos formais de seu envolvimento, demonstrando as condições de seu interesse, dentre elas: o financiamento aplicado ao programa, número de funcionários que serão matriculados nos cursos ofertados, horizonte de tempo da parceria, etc.

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

A área de Engenharias IV ainda não efetua uma inserção direta em termos do ensino fundamental e médio. Entretanto, os programas da área participam efetivamente das diversas iniciativas governamentais para promover a capacitação de docentes e técnicos administrativos das Instituições de Ensino Superior pertencentes à Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, bem como de similares em Redes Estaduais e privadas. Nesse contexto, os programas da área, especificamente os programas consolidados, vem promovendo intensamente a execução de projetos MINTER e DINTER para o atendimento das demandas específicas de capacitação científica e tecnológica daquelas Redes, com reflexos positivos tanto na expansão qualificada de seu corpo docente quanto na submissão de propostas de novos cursos na área.



As ações de interação com os segmentos de educação básica e fundamental são consideradas importantes para reduzir a assimetria de gênero nos cursos de engenharia elétrica e afins (*STEM – Science, Technology, Engineering & Mathematics*), situação reconhecida no panorama internacional e objeto de ações específicas em várias nações e sociedades científicas (como IEEE, OSA, SPIE, EOS, ...). Os programas devem incentivar os integrantes de seus corpos docente e discente a conduzir e participar de ações nesse sentido.

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

A área incentiva a formação de programas de pós-graduação mediante associação de instituições localizadas dentro de uma mesma mesorregião geográfica, entre instituições territorialmente distantes, mas com interesses comuns e mecanismos de deslocamento estabelecido e ainda entre diferentes campi de uma mesma IES. A associação deve prever a existência de polos em cada um dos locais atendidos pelo programa. Espera-se que a associação permita melhor volume no corpo docente permanente do programa, maior produção de resultados qualificados (dissertações, teses, produção intelectual e técnica) com um melhor aproveitamento de recursos humanos e de infraestrutura. A oferta de cursos em associação é normatizada por documentos específicos da CAPES, cujas diretrizes devem ser obedecidas na formulação da proposta.

Os cursos organizados na modalidade de associação entre duas ou mais instituições deverão demonstrar claramente na proposta do programa (eventualmente mediante documentos anexados) o real comprometimento de todas as instituições com seu funcionamento e diretrizes de crescimento qualitativo e quantitativo. Esse comprometimento deverá esclarecer pontos como a vinculação de docentes e reconhecimento da carga horária quando em atividade nas demais, a modalidade de matrícula no programa e seu reconhecimento em todas as participantes, emissão de diplomas, rotatividade de sede e/ou coordenação, o acesso a ambientes (campi, salas de aula e de estudos, laboratórios) e a oferta de serviços (rede, biblioteca, restaurantes, transporte, alojamento, serviços médicos, ...) a estudantes matriculados nas demais instituições, bolsas de estudo e aportes financeiros realizados com quotas PROAP da Pró-Reitoria e/ou com recursos próprios (tesouro, fundações de apoio, ...). Espera-se que exista um saudável equilíbrio entre todas as instituições no financiamento do programa.

Assume-se que um programa em associação surge para oferta comum das atividades de pesquisa e pós-graduação entre as instituições coligadas, visando um período de atuação de longo prazo. A área não recomenda a oferta de cursos em associação com o objetivo de alavancar a implantação de novos programas em áreas isoladas ou com menor oferta de cursos e programas. Tais demandas são melhor atendidas a partir de turmas MINTER e DINTER com a participação de pesquisadores nos locais de oferta.



São também bem vistas ações associativas de programas consolidados em “apadrinhar” programas ainda em estágios de pré-consolidação por meio da oferta de disciplinas específicas por professores daqueles, recebimento de estudantes desses para cursar disciplinas ou realizar estágios de pesquisa, compartilhamento de laboratórios e equipamentos e a realização de projetos conjuntos, particularmente aqueles que permitam investimento de recursos no programa apadrinhado.

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

A solidariedade entre programas de pós-graduação na área de Engenharias IV é vista como um importante componente no desenvolvimento dos programas mais consolidados, de maneira a suportar a qualificação docente em instituições menores ou mais jovens, de incentivar a participação em atividades de pesquisa de recém doutores isolados nessas instituições e no fomento à criação e consolidação de novos polos e programas de pós-graduação.

A nucleação de novos programas de pós-graduação pressupõe a institucionalização das atividades de pesquisa e desenvolvimento fora dos centros consolidados, foco da oferta de turmas MINTER e DINTER. Sem detrimento das demais ações da instituição receptora em normatizar e apoiar a P&D realizadas por seus docentes, a oferta daquelas turmas permite que um grupo estruturado deles tenha formação pós-graduada no local, através da ação de um programa já estabelecido na área. Essa ação deve contribuir para estabelecer projetos cooperativos de pesquisa com intercâmbio docente e discente e para auxiliar o planejamento futuro do grupo receptor e da respectiva instituição com vistas a implantar um programa de PPG.

Turmas fora da sede podem ser ofertadas a instituições não acadêmicas, sejam empresas dos setores industrial ou de serviços, ou ainda instituições de ensino médio profissional ou mesmo do segmento do ensino tecnológico, visando a qualificação profissional no seu mercado de trabalho, aumento de produtividade e competitividade, a promoção da cooperação entre os setores acadêmico e não acadêmicos, bem como o eventual aproveitamento futuro desses profissionais em cursos de mestrado e doutorado.

Os mecanismos de solidariedade são estimulados para permitir a expansão da pós-graduação nas regiões com baixo número de PPGs, visando aumentar os polos dessa formação e o incremento das atividades de P&D, no âmbito das Engenharias IV, prioritariamente nas regiões Norte e Centro-Oeste. Essa tendência não impede atividades do tipo nas demais regiões pois existe um número apreciável de receptores relativamente isolados dos centros mais consolidados. A avaliação das ações de turmas fora da sede, MINTER e DINTER integrará a Avaliação Quadrienal.



Ministério da Educação (MEC)  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)  
Diretoria de Avaliação (DAV)  
**14.eng4@capes.gov.br**

Além das turmas descritas nos parágrafos anteriores, a área considera importante a solidariedade com jovens pesquisadores em instituições onde a pesquisa e pós-graduação não esteja consolidada. Mecanismos para apoiar esses pesquisadores no início da carreira são necessários e espera-se que os programas mais consolidados executem ações nesse sentido. Nessa direção a área insere a categoria de “jovens recém doutores apadrinhados”, vinculados a instituições em proximidade geográfica ou em colaboração interinstitucional. A área de Engenharias IV admitirá a inclusão de até 10% de docentes com menos de 5 anos de doutorado, vinculados a outras IES, desde que devidamente listados na proposta descritiva do programa como nessa modalidade. Tais docentes não serão computados nas dimensões do corpo docente permanente durante o primeiro período de avaliação a partir de sua inclusão e não serão contabilizados no percentual de colaboradores, não modificando assim a dimensão geral do corpo docente.