



Documento de Área

Área 48

Biotecnologia

Coordenadora da Área: Adriana Silva Hemerly
Coordenador Adjunto de Programas Acadêmicos: Tiago Veiras Collares
Coordenador de Programas Profissionais: Marcelo Maraschin

2019



Sumário

1	CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DA ÁREA	
1.1.	Tendências, apreciações, orientações.....	2
1.2.	Diagnóstico da área (incluindo a distribuição por região, nota e modalidade).....	3
1.3.	A interdisciplinaridade na área.....	12
2	CONSIDERAÇÕES SOBRE O FUTURO DA ÁREA	
2.1.	Inovações, transformações e propostas.....	13
2.2.	Planejamento dos programas da área no contexto das instituições de ensino superior	14
2.3.	Adoção da autoavaliação como parte da avaliação dos PPGs.....	14
2.4.	Perspectivas de impacto dos PPGs da área na sociedade.....	15
2.5.	Perspectivas do processo de internacionalização dos PPGs.....	15
2.6.	Perspectivas de redução de assimetrias regionais e intrarregionais.....	16
2.7.	Visão da área sobre fusão, desmembramento e migração de PPGs.....	17
2.8.	Visão da área sobre a modalidade à distância.....	17
2.9.	Visão da área sobre a modalidade profissional (especialmente o nível de doutorado)	18
2.10.	Medidas de indução de interação com a educação básica ou outros setores da sociedade.....	19
2.11.	Visão da área sobre formas associativas.....	20
2.12.-	Visão da área sobre mecanismos de solidariedade (Minter/Dinter e Turma Fora de Sede).....	20
3	OUTRAS CONSIDERAÇÕES DA ÁREA.....	21



1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DA ÁREA

1.1. Tendências, apreciações, orientações

A Biotecnologia é reconhecidamente uma área estratégica ao desenvolvimento tecnológico, econômico e social do País. Desde a criação da área da Biotecnologia na CAPES em 2008, observa-se um contínuo e expressivo aumento da competência científica de recursos humanos oriundos da pós-graduação nos diversos setores de atuação da Biotecnologia (e.g., saúde humana e animal, agronegócio, ambiente e industrial), majoritariamente alocados nas universidades e nos institutos de pesquisa. Similarmente, as políticas de apoio governamental ao desenvolvimento científico na área da Biotecnologia, iniciadas em 2003, propiciaram um crescimento significativo da produção intelectual associada, contribuindo à melhoria da posição do País no cenário da produção científica mundial. De outra forma, contudo, é notório o descompasso entre a geração do conhecimento acumulado nas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) e a sua transferência ao setor produtivo, contribuindo ao necessário desenvolvimento tecnológico do País na área da Biotecnologia. Dentre as causas importantes para este contexto, aponta-se o baixo nível de interação ICTs-Bioindústria, resultante de um conjunto de fatores internos e externos ao ecossistema de cooperação requerido. Semelhantemente, o pequeno investimento do setor produtivo em ações de PD&I, o excesso de regulamentação na legislação vigente e a cultura empreendedora ainda pouca expressiva na área, eventualmente associada ao tímido apoio de agências de fomento às empresas *startups*, compõem um ambiente que requer mudanças, de modo a tornar-se adequado às demandas de uma sociedade globalizada.

Políticas e programas de incentivo em PD&I têm maior chance de êxito sob condições de adequada segurança jurídica e de reduzida burocracia. Em passado recente, a aprovação da Lei de Inovação e do Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação sinalizou positivamente à criação de ambientes e parcerias entre os setores produtivos público e privado e as ICTs; um passo importante às ações de desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos inovadores. Todavia, ainda que positivos, os avanços observados na produção científica e tecnológica e nos marcos regulatórios que balizam ações e procedimentos relevantes ao progresso tecnológico, a área da Biotecnologia entende que a agilidade necessária à conversão do conhecimento científico gerado nas ICTs em desenvolvimento tecnológico, i.e., produtos, processos e serviços em ambiente industrial e com inserção no mercado, não tem sido alcançada de modo satisfatório, frente às demandas sociais.

O quadro acima descrito sumariza importantes desafios ao progresso da Biotecnologia nacional, baseado em um setor industrial robusto. No domínio das ações institucionais dos Programas de Pós-Graduação (PPGs) em Biotecnologia, a otimização dos mecanismos e processos de transferência do conhecimento tecnológico gerado em áreas estratégicas ao setor produtivo, o estímulo ao comportamento empreendedor dos egressos, bem como a adoção de ações que ampliem a inserção social dos PPGs e a percepção pública da importância do



desenvolvimento da Biotecnologia brasileira deverão ser buscados de forma prioritária. Adicionalmente, assume-se como importante que os PPGs adotem propostas de atuação estratégicas em áreas da fronteira do conhecimento (ciências ômicas, neurociências, células-tronco, biofármacos, conversão de biomassa e nanobiotecnologia, e.g.) por serem estas promissoras às inovações tecnológicas de alto valor agregado e com potencial de geração de produtos e processos com inserção em novos mercados no âmbito nacional e internacional.

O panorama atual dos PPGs em Biotecnologia no Brasil permite identificar alguns pontos fortes associados à resolução de gargalos ao desenvolvimento tecnológico e social na área, a saber: i) a formação de recursos humanos em números expressivos e com alta qualificação científica, ii) esforços continuados à expansão e otimização da interação de docentes com outros centros de pesquisa no País e no exterior, iii) ações à implantação e/ou aprimoramento das interações de docentes e discentes com o setor produtivo, com exemplos de sucesso em processos de geração e transferência de tecnologias com retorno financeiro aos parceiros e de resolução de demandas da sociedade.

Em contraste, algumas fragilidades são ainda observadas nos PPGs: i) necessidade de aumento da produção tecnológica em produtos e processos, idealmente em parceria com o setor produtivo e vinculada a discentes, ii) interação com o setor produtivo incipiente, iii) reduzido estímulo ao empreendedorismo, via criação e suporte às *startups*, iv) inadequação da matriz curricular em disciplinas teóricas e de estágio, notadamente quanto à formação de egressos com perfil empreendedor, v) adequação dos regimentos institucional e dos PPGs à legislação vigente à inovação e interação com o setor produtivo (Lei da Inovação e Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, e.g.), permitindo otimizar com base jurídica suficiente e bastante as necessárias relações de parceria ao desenvolvimento tecnológico da área com aquele setor.

Portanto, é fundamental o estabelecimento de estratégias que não somente criem o ambiente adequado ao fortalecimento da relação indústria-academia, mas também transformem a capacidade científica brasileira em desenvolvimento tecnológico e inovações nos diversos setores da economia, bem como fomentem a criação de empresas de bases tecnológicas afins ao setor. É a partir de um esforço imediato, intenso e integrado do governo, indústria e academia que o Brasil será capaz de figurar entre os países líderes nas indústrias bio(nano)tecnológicas, em especial nas áreas de saúde humana e animal, agrícola, industrial e ambiental.

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

A área de Biotecnologia foi criada pela CAPES em 2008 com a finalidade de estimular a transferência de conhecimentos gerados nas áreas de saúde, agropecuária, industrial,



ambiental e marinha, para a geração de produtos e processos de inovação, que sejam transferidos-para a sociedade e o setor produtivo. Trata-se de uma área multidisciplinar, com cursos nas modalidades acadêmica e profissional, que gera oportunidades ao discente para atuar em carreira acadêmica, científica ou tecnológica e como empreendedor.

1.2.1. Crescimento impactante da área de Biotecnologia

O número de PPGs em Biotecnologia teve um crescimento impactante desde a criação da área, que iniciou com 21 PPGs em 2008, e atualmente conta com 67 PPGs, o que representa um crescimento de 319% em 11 anos (**Figura 1**). Esse aumento reflete a grande relevância e demanda da formação de recursos humanos na área de Biotecnologia, que é estratégica para o país. Uma pesquisa realizada pelo CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos), que avaliou a mobilidade de mestres titulados entre 1996 e 2014 e matriculados no doutorado em 2014, mostrou que a Biotecnologia é uma das áreas que apresenta maior absorção de discentes em relação às outras áreas.

Titulação de Mestres e Doutores: Acompanhando o aumento no número de PPGs, as **Figuras 2A e 2C** mostram a evolução do número de alunos matriculados e titulados na área de Biotecnologia, até 2018. Foram contabilizadas, ao longo do quadriênio 2013-2016, 1.579 titulações de Mestrado Acadêmico, 1.033 titulações de Doutorado Acadêmico e 215 titulações de Mestrado Profissional, distribuídas conforme a **Figura 2**.

Docentes: devido à multidisciplinaridade da área de Biotecnologia, os PPGs possuem profissionais qualificados em seus quadros de docentes, com experiência científica e de inovação biotecnológica distribuídas nos diversos segmentos de atuação nas áreas da Biotecnologia. Acompanhando a evolução no número de PPGs na área de Biotecnologia, a **Figura 2D** mostra o crescimento do número-total de docentes até o final do último quadriênio (2016), alcançando um total de 1.197 docentes permanentes e 341 docentes colaboradores, i.e., um aumento de 228% no NP desde a criação da área em 2008. Com o objetivo de estimular os jovens docentes em início de carreira e também valorizar o grande conhecimento e *expertise* de docentes sêniores, a área de Biotecnologia criou no quadriênio 2013-2016 uma categoria de docentes permanentes em condições especiais (NPE), limitando-os a 20% do NP total. Esta categoria é constituída por **(a)** docentes aposentados, ou **(b)** jovens docentes recém-contratados (JDP), que defenderam o Doutorado nos últimos 7 anos. Para incentivar a absorção desses docentes, os NPE não são computados nos indicadores de avaliação da área que contabilizam o dimensionamento do NP no denominador ($NP = NP \text{ Total} - NPE$).

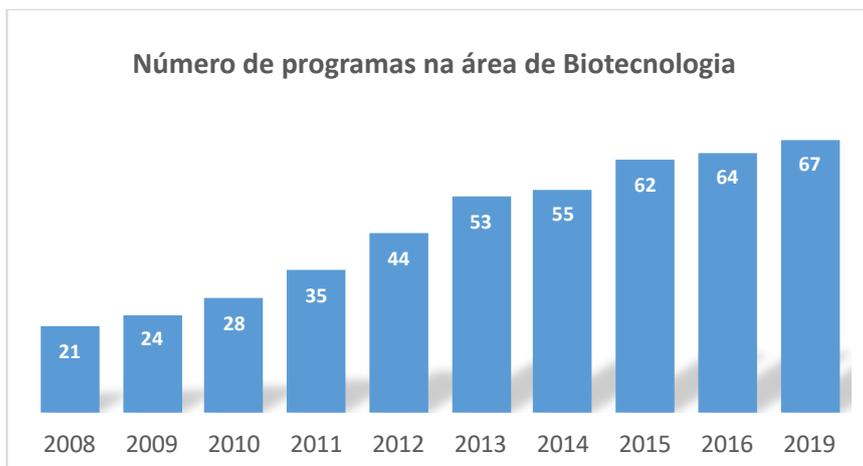


Figura 1. Evolução do número total de Programas de Pós-graduação nas modalidades acadêmica e profissional, na área de Biotecnologia, desde a sua criação em 2008.

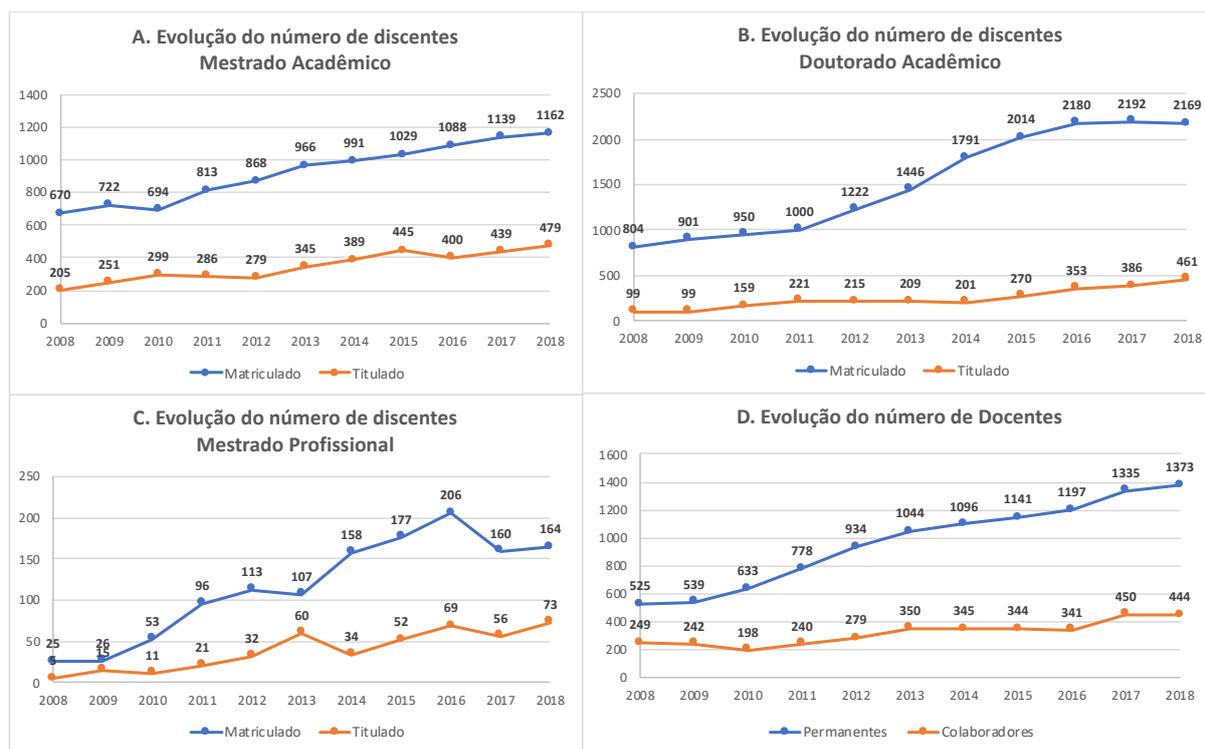


Figura 2. Evolução da quantidade de mestres, doutores e docentes na área de Biotecnologia. (A) número absoluto de discentes matriculados e titulados no Mestrado Acadêmico, entre 2008 e 2018; (B) número absoluto de discentes matriculados e titulados no Doutorado Acadêmico, entre 2008 e 2018; (C) número absoluto de discentes matriculados e titulados no Mestrado Profissional, entre 2008 e 2018; (D) número absoluto de Docentes Permanentes (NP) e Colaboradores (DC) entre 2008 e 2018.



1.2.2. Distribuição dos Programas de Pós-graduação em Biotecnologia por modalidades e regiões

A área contava inicialmente com 21 PPGs acadêmicos, sendo 16 em nível de mestrado/doutorado e 4 em nível de mestrado, com a seguinte distribuição regional: Sudeste = 10, Nordeste = 3, Sul = 4, Norte = 2 e Centro-Oeste = 2. Atualmente, dos 67 PPGs em Biotecnologia em funcionamento, 56 PPGs são na modalidade acadêmica (14 em nível de mestrado, 4 em nível de doutorado e 38 em nível de mestrado/doutorado) e 11 são na modalidade profissional (7 em nível de mestrado e 4 em nível de mestrado/doutorado). Conforme anteriormente mencionado, os PPGs da área estão distribuídos por todas as regiões geográficas do país, sendo o quantitativo destes e as respectivas modalidades descritas na **Figura 3**. A área possui 7 PPGs em forma associativa, sendo que três constituem grandes redes em nível de doutorado nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, com a participação de mais de 100 docentes em cada programa. A **Figura 3** mostra a distribuição dos pontos focais das três grandes redes nas regiões Norte (BIONORTE), Nordeste (RENORBIO) e no Centro-Oeste (Pró Centro-Oeste), evidenciando a contribuição para minimizar as assimetrias regionais, bem como o esforço para contribuir com o desenvolvimento regional. A **Figura 4** apresenta a distribuição atual dos PPGs da área de Biotecnologia nas regiões geográficas, modalidade acadêmica e profissional e níveis de Mestrado, Doutorado, ou Mestrado/Doutorado. A região Sudeste apresenta o maior número de PPGs acadêmicos com Mestrado e Doutorado, seguida das regiões Sul e Nordeste. No atual cenário, somente as regiões Sudeste, Nordeste e Sul apresentam PPGs na modalidade profissional, tanto de Mestrado/Doutorado quanto de Mestrado.

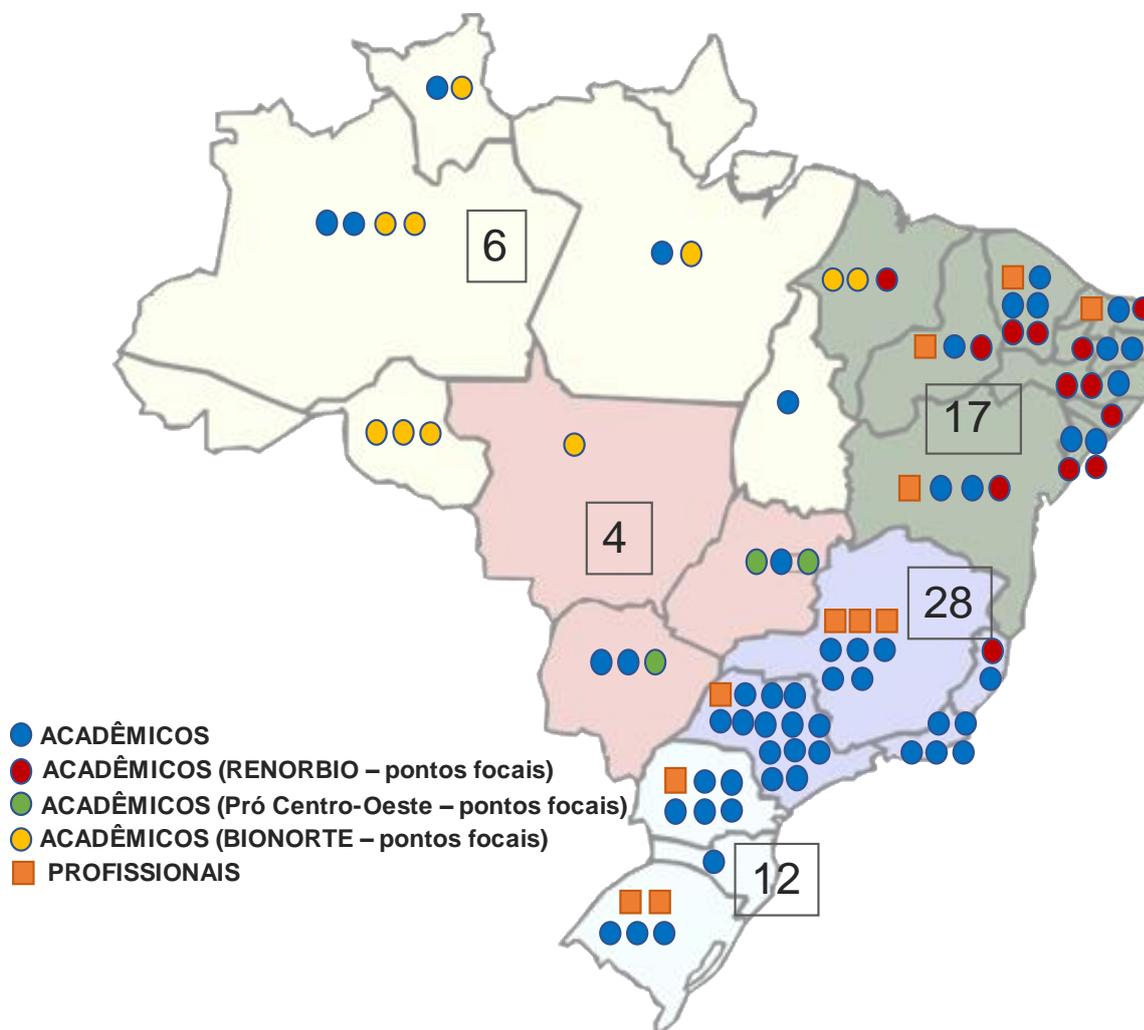


Figura 3. Distribuição atual dos Programas de Pós-Graduação da área de Biotecnologia pelos estados, regiões e modalidades. Acadêmica (círculo) e profissional (quadrado). As distribuições dos pontos focais das três grandes redes nas regiões Norte (BIONORTE), Nordeste (RENORBIO) e no Centro-Oeste (Pró-Centro-Oeste) são apresentadas em círculos amarelos, vermelhos e verdes, respectivamente.

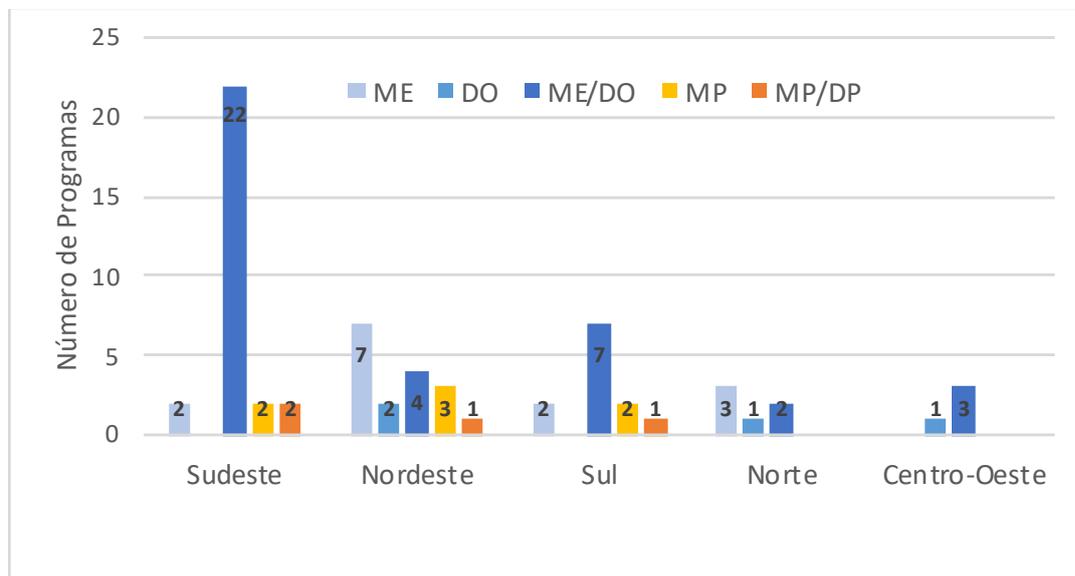


Figura 4. Distribuição atual dos Programas de Pós-Graduação da área de Biotecnologia nas regiões geográficas do Brasil, por modalidade e nível (DO = doutorado acadêmico, ME = mestrado acadêmico, MP = mestrado profissional, DP = Doutorado profissional).

1.2.3. Avaliação e Classificação dos Programas de Pós-graduação em Biotecnologia

A área de Biotecnologia já passou por três ciclos avaliativos: duas Trienais (2007-2009 e 2010-2012) e uma Quadrienal (2013-2016). A **Figura 5** mostra a rápida evolução na consolidação dos PPGs desde a criação da área, refletida nas distribuições de notas em cada avaliação. O período de 2004-2006 foi incluído com o intuito de mostrar as notas iniciais dos 21 PPGs que migraram de outras áreas para a formação da área de Biotecnologia em 2008. Conforme mostra a **Figura 5**, ao longo das avaliações houve um aumento no número de PPGs com nota 5 (2007-2009), seguida da classificação dos primeiros PPGs avaliados com nota 6 (2010-2012), e posteriormente dos primeiros PPGs com nota 7 (2013-2016). A distribuição das notas dos programas de pós-graduação da área de Biotecnologia conforme as regiões geográficas do país, como resultado da avaliação quadrienal 2013-2016, é apresentada na **Figura 6**. Os dois PPGs classificados com nota 7 estão na região Sul, enquanto aqueles com nota 6 encontram-se na região Sudeste (3) e na região Centro-Oeste (1). As regiões Nordeste e Norte apresentam PPGs classificados com notas entre 3 e 5.

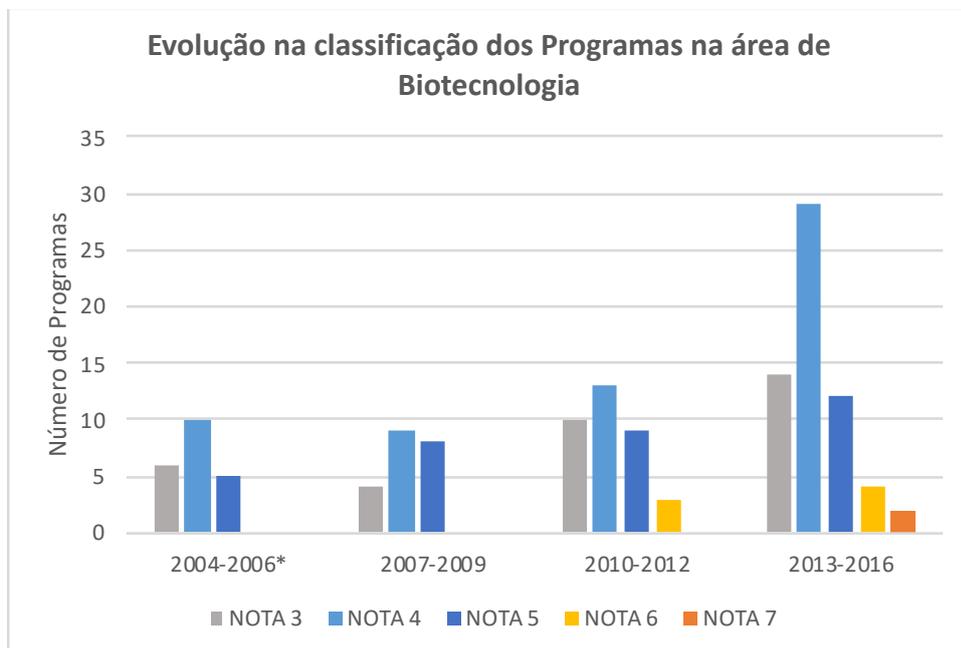


Figura 5. Evolução na classificação dos PPGs na área de Biotecnologia desde a sua criação em 2008. As distribuições de notas (entre 3 e 7) é apresentada em cada avaliação: duas Trienais (2007-2009 e 2010-2012) e uma Quadrienal (2013-2016). * Período de 2004-2006, mostrando as notas iniciais dos 21 PPGs que migraram de outras áreas para a formação da área de Biotecnologia em 2008.

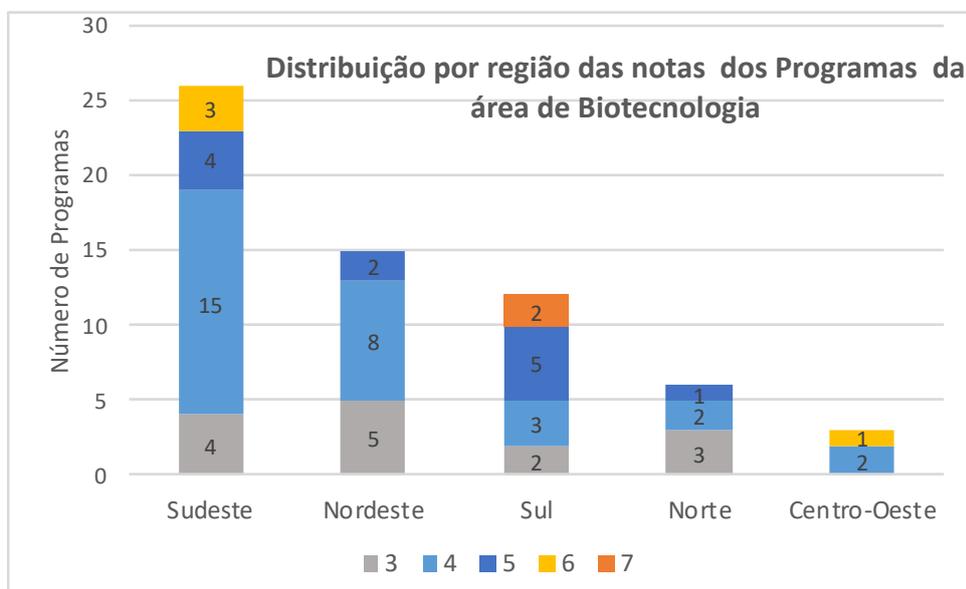


Figura 6. Distribuição por região geográfica das notas dos Programas de Pós-Graduação da área de Biotecnologia, conforme resultados da avaliação Quadrienal 2013-2016.

Metodologia de Avaliação: a área de Biotecnologia utiliza desde a trienal 2010-2012 uma metodologia de avaliação baseada na coleta e análise dos dados da Plataforma Sucupira através de uma planilha denominada “Coletinha”. Para a avaliação, são elaboradas planilhas (“Coletinhas”) contendo os dados de cada programa, permitindo a visualização dos valores de variáveis e indicadores utilizados na avaliação dos diferentes aspectos dos programas, de seus docentes e de seus discentes/egressos. Esses dados são comparados entre todos os PPGs, sendo atribuídos a cada indicador os conceitos Muito Bom, Bom, Regular, Fraco ou Insuficiente, baseando-se nas médias e desvios padrão calculados a partir do conjunto de dados de todos os Programas. Essa análise inicial mostra a tendência das notas de cada PPG e, juntamente com uma avaliação qualitativa das informações preenchidas na Plataforma Sucupira, define a classificação final dos PPGs segundo as notas 7, 6, 5, 4, ou 3. Essa metodologia de avaliação baseada no “Coletinha” adotada pela área de Biotecnologia, além de dar uma grande transparência na avaliação, pode ser utilizada pelos PPGs como uma importante ferramenta de acompanhamento e gestão.

Produção científica: Desde a criação da área de Biotecnologia, tem-se observado evolução significativa da produção científica dos seus PPGs, tanto em número de publicações quanto na qualidade dos periódicos em que os artigos são publicados, avaliados pela classificação Qualis Periódicos. A **Figura 7** apresenta a distribuição dos artigos publicados pelos PPGs nos estratos Qualis Periódicos vigentes no quadriênio 2013-2016, entre A1 e B4, assim como a produção total de patentes. Visando estimular ainda mais a produção científica com discentes e altamente qualificada, a área criou para a avaliação quadrienal um indicador denominado Amax, com pontuação máxima (200 pontos) para os artigos científicos nos percentis iguais ou acima de 97 na nova classificação Qualis Periódicos de Referência.

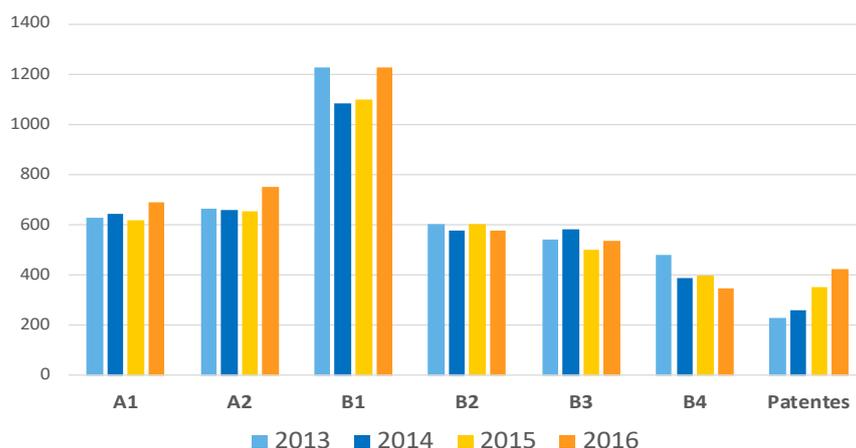


Figura 7: Evolução da produção qualificada de artigos científicos no quadriênio 2013 a 2016. O gráfico apresenta a distribuição dos artigos publicados pelos programas da área de Biotecnologia nos estratos Qualis Periódicos, entre A1 e B4, ao longo dos anos do quadriênio 2013-2016. À direita são mostrados os dados do número de patentes produzidas.



Produção tecnológica: Quando a área foi criada em 2008, verificou-se que a maioria dos 21 programas possuía um forte viés acadêmico, ou seja, mais voltado à produção de artigos científicos, ainda com pouca cultura de inovação e empreendedorismo. Como um dos principais objetivos da área é estimular a geração de produtos e processos inovadores (produção biotecnológica) e a transferência destes à sociedade, um grande estímulo vem sendo dado à interação com o setor produtivo e à inclusão de disciplinas voltadas à formação de mestres e doutores em bionegócios, e.g., gestão, empreendedorismo, propriedade intelectual, bem como a geração de produtos (patentes, processos) a partir dos conhecimentos desenvolvidos. Somado a isso, vale salientar que a área vem estabelecendo critérios para valorizar e consolidar a geração e a transferência de patentes e outras formas de propriedade intelectual, bem como de produtos biotecnológicos associados a demandas de setores produtivos públicos e privados. Essas ações têm levado a um aumento expressivo na produção tecnológica qualificada dos PPGs da área. Enquanto apenas 25% (6) dos PPGs avaliados em 2007-2009 apresentaram alguma produção de patentes/produtos/processos, valores bastante superiores foram observados nas avaliações do triênio 2010-2012 e quadriênio 2013-2016, a saber: 72% e 100%, respectivamente. A **Figura 7** mostra o aumento na produção de patentes pelos PPGs da área de Biotecnologia durante o quadriênio 2013-2016. A **Figura 8** apresenta a evolução na área de Biotecnologia da relação entre artigos científicos publicados e patentes depositadas; um indicador importante nas avaliações de índices de inovação. É marcante a evolução deste indicador dentro da área, sendo inicialmente (2007-2009) de 35,7 artigos científicos por patente depositada, atingindo em 2006 o valor de 9,7 artigos científicos por patente depositada. Esses dados reforçam a importância das ações que vem sendo implementadas pela área, a fim de estimular a geração de produtos e processos de inovação biotecnológica. Atualmente, a área tem enfatizado a importância da transferência dos produtos tecnológicos para o setor produtivo e a sociedade, tendo criado para a avaliação quadrienal um indicador denominado Tmax, com pontuação máxima (500 pontos) na classificação dos Produtos Tecnológicos que foram transferidos e estão no mercado.

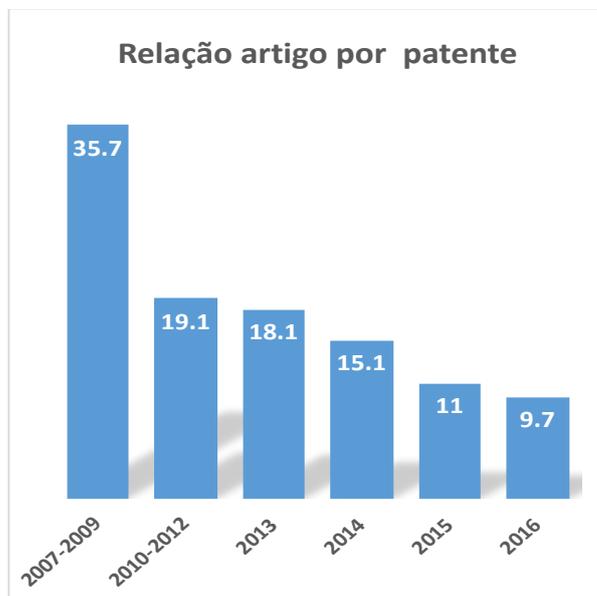


Figura 8. Evolução dos Programas de Pós-Graduação da área de Biotecnologia na produção de patentes. Os dados são apresentados como a relação entre o número total de artigos científicos publicados, divididos pelo número total de patentes depositadas pelos PPGs de Biotecnologia, desde a sua criação.

1.3. A interdisciplinaridade na área

A multi e interdisciplinaridade são aspectos essenciais e presentes nas atividades dos PPGs da área de Biotecnologia, onde a comunidade docente e discente é composta por diferentes formações profissionais, principalmente: engenheiros agrônomos, médicos veterinários, biólogos, farmacêuticos, bioquímicos, médicos, biomédicos, químicos, físicos, engenheiros de bioprocessos, biotecnologistas, entre outros, que proporcionam tais aspectos multi/interdisciplinares. A complexidade de desafios tecnológicos em saúde, em meio ambiente, na agricultura e na bioindústria exigem que o desenvolvimento de novos produtos e processos biotecnológicos conectem áreas para modelar novos rearranjos baseados em conhecimentos de diversas áreas. A fronteira do conhecimento no qual a Biotecnologia faz parte exige que os PPGs qualifiquem os profissionais para o progresso científico e tecnológico da área neste contexto. A ciência básica é fundamental como suporte ao desenvolvimento biotecnológico e, sendo assim, as pesquisas básicas realizadas pelos PPGs devem estar alinhadas à proposta de formação de produtos e processos biotecnológicos dos programas de biotecnologia brasileiros. De fato, entende-se que uma boa tecnologia tem como pressuposto um conjunto de pesquisas básicas robusto, mas estas, sem o devido desenvolvimento sob a forma de produtos/processos, poderá evidenciar carência de maior relevância socioeconômica. O impacto da ciência interdisciplinar na área de biotecnologia encontra-se em um processo de ampla consolidação, aonde os programas têm buscado cada vez mais fortalecer essas ações. A área estará sempre atenta a valorizar esse aspecto e garantir uma análise e orientação que primem pela qualidade e



aderência ao escopo da Biotecnologia. Entende-se como aderência ao escopo, toda a produção de dissertações e teses do programa afins à área de Biotecnologia. Importante considerar que em seu conceito amplo, a Biotecnologia é definida como qualquer técnica que utilize organismos vivos (ou partes de organismos), como plantas, animais ou microrganismos, engenheirados ou não, para produzir ou modificar produtos e processos, para usos específicos e com impacto na academia, na bioindústria e na bioeconomia. Neste contexto, a área entende que o uso de componentes do conhecimento de outras áreas (informática, eletrônica e química, por exemplo) no desenvolvimento de pesquisas e produtos deverá ser percebido pelos PPGs como ferramentas à geração de resultados inovadores, porém que estas não sejam um fim em si mesmo, descaracterizando o viés biotecnológico essencial do processo.

2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O FUTURO DA ÁREA

2.1. Inovações, transformações e propostas

A área de Biotecnologia entende que os PPGs deverão ter como foco primariamente a contínua busca de avanços inéditos em suas linhas de pesquisa, gerando contribuições de natureza científica que suportem o desenvolvimento de produtos e processos tecnológicos com inequívoco caráter inovador, disruptivo ou radical. Assim, estes deverão apresentar, em seus resultados de produção tecnológica, produto(s), processo(s), ou serviço(s) significativamente novo(s) ou melhorado(s), com potencial de impacto relevante em mercados afins e na(s) atividade(s) econômica(s) de empresa(s) do setor. Esta abordagem também se refere à inovação em tecnologias sociais, quando aplicável.

De fato, assume-se que a produção científica de elevada qualidade resultante dos trabalhos de pesquisa dos PPGs em Biotecnologia é condição *sine qua non* à geração de tecnologias robustas e com maior probabilidade de impactos social e econômico, constituindo um agente de transformações das sociedades do entorno do PPG e, eventualmente, em dimensões mais amplas. A área de Biotecnologia entende que os impactos e transformações de sua produção intelectual têm maior chance de ocorrer, notadamente no contexto da produção tecnológica, quando esta encontra-se, em sua gênese, idealmente associada ao atendimento de demandas de setores organizados da sociedade, sejam de caráter público ou privado. Assim, as propostas e ações dos PPGs em Biotecnologia deverão considerar, a partir da expertise e da infraestrutura disponíveis, estratégias de atuação comprometidas com o desenvolvimento da Biotecnologia nacional, comprometendo-se com a geração de soluções tecnológicas, para além da produção científica.



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

Os PPGs em Biotecnologia devem fazer parte dos planos de desenvolvimento das instituições de ensino das quais fazem parte. O Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e/ou Plano de Desenvolvimento da Unidade Acadêmica devem caracterizar as ações vinculadas ao desenvolvimento dos programas de Biotecnologia. Os planejamentos de curto, médio e longo prazo devem compor as estratégias dos PPGs alinhadas ao PDI. A área entende que os planos de desenvolvimento dos PPGs em Biotecnologia dependem de um compromisso institucional com metas tangíveis, transparentes e bem estabelecidas pelo programa, garantindo a infraestrutura, corpo docente qualificado e mecanismos de gestão que amparem a captação de recursos para projetos vinculados à PD&I na formação dos recursos humanos qualificados. A área de Biotecnologia está entre as áreas estratégicas e multidisciplinares de desenvolvimento científico e tecnológico, sendo assim, espera-se que os PPGs em Biotecnologia sejam considerados nos planejamentos e PDI e/ou PDUs das Instituições de Ensino Superior das quais fazem parte.

2.3. Adoção da autoavaliação como parte da avaliação dos PPGs

A autoavaliação dos PPGs é um processo que deverá ser contínuo para servir ao planejamento do programa junto a sua instituição, junto à CAPES, sua comunidade docente e discente, bem como seus impactos científicos e tecnológicos perante a sociedade. Os mecanismos de autoavaliação dos PPGs devem ser apresentados com transparência e clareza para evidenciar os pontos fortes e fragilidades do programa. O planejamento decorrente deve levar em consideração os apontamentos oriundos da autoavaliação e mecanismos e processos de correção das fragilidades observadas. Ênfase nas metas que priorizem a qualificação discente e docente do programa em biotecnologia devem ser priorizadas. Similarmente, o diagnóstico de medidas relacionadas ao impacto social, acompanhamento de egressos e internacionalização devem ser atentamente inseridas na autoavaliação. A produção científica e tecnológica qualificada com a participação de discentes na produção de artigos, bem como na propriedade intelectual do programa devem ser constantemente monitoradas pelos PPGs. Mecanismos de captação e gerenciamento dos bancos de dados do programa são altamente recomendados para acompanhamento do programa. A área recomenda pelo menos uma (1) autoavaliação anual sendo realizada após um ano completo de produção científica e tecnológica com participação discente dos PPGs. Alguns pontos de monitoramento relacionados à autoavaliação podem ser destacados:

1. Monitoramento da produção científica e tecnológica anual com discentes em estratos qualificados;



2. Monitoramento do equilíbrio na distribuição da produção intelectual docente do Núcleo Permanente dos PPGs;
3. Ferramentas de acompanhamento dos egressos e da inserção destes na nucleação de novos grupos de pesquisa e desenvolvimento;
4. Monitoramento de aderência a área de biotecnologia de teses e dissertações;
5. Monitoramento e estímulo de ações do PPGs em impacto social pela Biotecnologia;
6. Monitoramento de convênios e colaborações internacionais dos PPGs a fim de subsidiar os quesitos de internacionalização dos programas avaliados pela CAPES;
7. Planejamento e monitoramento da captação de recursos à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico pelo Núcleo de Docentes Permanentes do PPGs.
8. Monitoramento das relações de parcerias com os setores produtivos público e privado, bem como dos produtos intelectuais com potencial de ou em processo de transferência.

2.4. Perspectivas de impacto dos PPGs da área na sociedade

A área de Biotecnologia entende que os PPGs deverão apresentar uma visão transformadora contínua da sociedade e, por consequência, de resolução de problemas derivados desta, impactando-a positivamente. Para tal, assume-se como premissa básica a formação de egressos de elevada qualidade, i.e., com suporte científico robusto e habilidades de resolução de problemas de interesse ao desenvolvimento de tecnologias. Este perfil profissional é requerido no domínio dos conhecimentos relevantes na área da Biotecnologia, sem o que, os impactos sociais resultantes serão eventualmente de menor dimensão. Além disto, é recomendado aos PPGs o estabelecimento e o fortalecimento de canais de comunicação com os setores produtivos público e privado de sua área de influência e *expertise*, permitindo uma sintonia e um suporte otimizados ao endereçamento de soluções às questões demandadas por atores sociais e, por consequência, logrando maior impacto social; este traduzido pela absorção dos egressos pelo mercado de trabalho e por ganhos de produtividade que contribuam à elevação da remuneração da mão de obra qualificada pelos PPGs, por exemplo.

2.5. Perspectivas do processo de internacionalização dos PPGs

A área de Biotecnologia considera a internacionalização das atividades dos PPGs como um aspecto muito importante da qualidade da produção e da formação dos estudantes. A internacionalização pode ser definida em dois níveis: a inserção internacional e as ações que visam à internacionalização. A dimensão da inserção internacional resulta da qualidade



científica dos PPGs. Vários aspectos da Internacionalização dos PPGs são levados em consideração nas avaliações e são objetivos básicos dos PPGs da Biotecnologia. O aspecto mais básico inerente da internacionalização é a qualidade dos periódicos utilizados para a divulgação dos resultados das pesquisas e o reconhecimento pelos pares, que é evidenciado pelas citações. Além das publicações, a dimensão da internacionalização poderá ser aferida pela participação de docentes e discentes por convite para apresentar, organizar ou coordenar eventos e/ou cursos científicos internacionais relevantes na área; participação de bancas e Comitês de Avaliação; participação em convênios e obtenção de financiamentos de origem internacional; participação dos docentes em cotutela de teses; dupla-titulação dos discentes; participação de professores e alunos estrangeiros; nucleação internacional de egressos; missões internacionais de docentes e discentes aderidas a área; entre outros. Muitas destas ações deverão ter reflexo na participação de coautores e instituições internacionais na produção de produtos científicos e tecnológicos do programa. A área de Biotecnologia utilizará este quesito como um dos indicadores do grau de internacionalização do Programa.

2.6. Perspectivas de redução de assimetrias regionais e intrarregionais

O processo de avaliação baseado em qualidade, nas diversas áreas de concentração, muitas vezes leva a assimetrias regionais em termos de número e de nível de consolidação de programas de pós-graduação, onde as regiões mais desenvolvidas concentram um maior número de PPGs mais qualificados. Na distribuição atual dos PPGs da área de Biotecnologia, observa-se que as regiões Norte e Centro-Oeste, abrigam um menor número de PPGs (**Figuras 3 e 4**), enquanto nas regiões Norte e Nordeste os níveis de classificação e-consolidação destes são menores. Este cenário constitui desafios a serem vencidos pela área relativos à assimetria regional.

Na distribuição atual dos PPGs da área de Biotecnologia, destaca-se a presença de grandes programas em rede em nível de Doutorado, nas três regiões geográficas com maiores assimetrias: Norte, Centro-Oeste e Nordeste (**Figura 3**). Esses Programas apresentam pontos focais distribuídos em diversos locais da região, o que contribui para minimizar assimetrias regionais em termos de número, além de terem grande impacto na formação de recursos humanos em linhas de pesquisa de grande relevância para as regiões onde atuam. Nos Aplicativos de Propostas de Cursos Novos (APCN), a área de Biotecnologia já vem estimulando e auxiliando na criação de novos PPGs em regiões onde existe demanda, em conexão com linhas de pesquisa de importância regional, seguindo os critérios de excelência estabelecidos pela área. É importante que a área desenvolva ferramentas para avaliar e estimular a criação e a consolidação de PPGs onde há demanda regional e em temas estratégicos, especialmente os programas em rede já existentes.



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

A área de Biotecnologia avalia as fusões, desmembramento e migrações de PPGs, de acordo com as normativas gerais estabelecidas pela CAPES. Estas solicitações devem ser aprovadas em suas instituições de origem, preservando a qualidade e estimulando o desenvolvimento da área de Biotecnologia no Brasil. Em relação à fusão, são estimuladas as fusões de PPGs consolidados, criando *hubs* de excelência que visem transmitir ou difundir soluções biotecnológicas compartilhadas, em especial alinhamento com a indústria brasileira. A fusão entre PPGs consolidados e emergentes, visando a colaboração e crescimento destes, poderão ser avaliados caso a caso pela área. Em casos específicos, a área apoia o desmembramento dos PPGs que atuam em rede ou em associação, nos quais seus núcleos já tenham alcançado identidade própria, autossuficiência e capacidade de seguir de forma qualificada para a formação de doutores em biotecnologia. As migrações são necessárias quando as instituições de origem estiverem de acordo e busquem a garantia de manutenção do PPG, priorizando a qualidade do ensino de pós-graduação no Brasil em Biotecnologia. Medidas sobre fusão, desmembramento e migração de PPGs em Biotecnologia serão avaliadas pela área de Biotecnologia considerando a legislação vigente, os benefícios da proposta às entidades sociais e institucionais envolvidas, a consolidação da área de Biotecnologia e a qualificação do Sistema Nacional de Pós-Graduação.

2.8. Visão da área sobre a modalidade à distância

A área de Biotecnologia reconhece que a metodologia de ensino à distância tem sido empregada com sucesso em diversos cursos de graduação no país. O ensino à distância pode consistir numa ferramenta importante para a redução das assimetrias regionais, e suas metodologias/tecnologias de ensino podem contribuir para a eficiência de atuação dos PPGs na modalidade em associação. Por outro lado, para a área de Biotecnologia, a educação na modalidade a distância pode não se mostrar eficiente no que concerne à realização de pesquisas científicas, pois estas envolvem geração do conhecimento, tanto por meio de investigações experimentais, que exigem atividades presenciais por longos períodos de tempo dos pós-graduandos nos laboratórios pesquisa, como também via pesquisas que utilizam ferramentas computacionais, que também requerem discussões e interações constantes com o grupo de pesquisa. Neste sentido, a modalidade a distância apresenta limitações em sua dinâmica que podem interferir na qualidade do Doutor e do Mestre titulados.

Visando garantir que a qualidade da formação do Doutor ou do Mestre na área de Biotecnologia na modalidade à distância seja equivalente à dos titulados na modalidade presencial, as eventuais propostas de cursos novos de pós-graduação *stricto sensu*, na modalidade à distância, devem demonstrar, além dos requisitos de qualidade exigidos para os cursos presenciais, que:



(i) a IES apresenta a infraestrutura disponível, compatível com o projeto pedagógico do curso à distância e em nível de qualidade comparável ao de cursos presenciais, evidenciando o atendimento a todas as necessidades dos docentes e discentes. É fundamental que a IES possua infraestrutura de informática e do sistema de rede de internet adequados para atender às atividades do curso.

(ii) As atividades de desenvolvimento da pesquisa científica em laboratórios, ou da pesquisa de campo, serão realizadas de maneira presencial em níveis de carga horária e de qualidade comparáveis aos dos cursos presenciais.

(iii) O discente terá acesso presencial contínuo a seu orientador, na etapa de desenvolvimento de sua investigação científica, na instituição sede e/ou nos polos.

(iv) A IES apresenta experiência consolidada de oferta de curso na modalidade à distância, pelo menos em nível de graduação, na área do conhecimento da proposta, e ao menos 50% dos docentes permanentes são especialistas e/ou tem experiência prévia em educação a distância.

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

A área da Biotecnologia considera como objetivos principais de seus PPGs na modalidade profissional: i) qualificar profissionais ao exercício de suas práticas com caráter avançado e transformador de atuação, em atendimento às demandas sociais, do mercado de trabalho e de setores produtivos; ii) transferir conhecimento e tecnologias à sociedade, contribuindo ao desenvolvimento local, regional e nacional; iii) desenvolver e consolidar a integração com atores sociais de organizações públicas e privadas no âmbito da formação de recursos humanos qualificados, promovendo a geração e transferência de tecnologias *on demand*, agregando competitividade e otimizando a produtividade de empresas, organizações públicas e privadas. Tais objetivos têm como pressuposto que a indústria da Biotecnologia nacional requer profissionais de elevada competência, aqui percebida como detentores de conhecimentos teóricos extensos e uma visão crítica e propositiva à resolução de problemas e ao desenvolvimento e implementação de estratégias de PD&I, com virtual caráter inovador e impacto socioeconômico. Neste contexto, a formação de recursos humanos nos PPGs da área de Biotecnologia, em sua modalidade profissional, deverá ter como referencial básico aquele cenário. Para tal, recomenda-se aos PPGs que estabeleçam e fomentem continuamente as relações de parceria com os atores sociais dos sistemas de produção afins aos seus domínios de conhecimento e atuação na área da Biotecnologia, permitindo a criação de ecossistemas adequados e produtivos aos necessários progressos e inovações da indústria biotecnológica brasileira. Assim, entende-se como essencial aos PPGs na modalidade profissional a existência da(s) área(s) de atuação com linhas de pesquisa e projetos em parceria com o setor produtivo, compulsoriamente, e com agências de suporte governamental, um aspecto relevante à manutenção das atividades de pesquisa do PPG (auto sustentabilidade), devido a não concessão



de bolsas aos discentes nesta modalidade pelos órgãos de fomento públicos. Para tal, o corpo docente permanente deverá evidenciar, em sua maioria, a interação continuada e produtiva com os setores industriais afins, haja vista ser esta uma condição altamente recomendável à otimização do processo de formação de recursos humanos altamente qualificados, bem como à geração de tecnologias melhor orientadas, em conexão com os atores sociais da indústria. Enfatiza-se que devido à natureza diferenciada dos cursos da modalidade profissional em relação aos acadêmicos, é absolutamente relevante a geração de técnicas, processos e produtos tecnológicos e a transferência destas tecnologias à sociedade, nas diversas formas de interação com os setores de produção público e privado. Por fim, a visão de estímulo dos discentes ao empreendedorismo deverá ser uma constante na atuação dos PPGs na modalidade profissional, ampliando as possibilidades de destinos no mercado de trabalho dos egressos. Para tal, a estrutura curricular e as disciplinas propostas deverão garantir a formação de egressos com perfis críticos à geração de conhecimento, empreendedorismo e produção e transferência de tecnologias inovadoras, resultantes de soluções inéditas a problemas apresentados pela sociedade em seu campo de atuação na área da Biotecnologia.

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

A partir das iniciativas da CAPES com a criação da Diretoria de Educação Básica Presencial e da Diretoria de Educação à Distância, abriu-se uma nova frente de trabalho direcionada à formulação de políticas para a valorização e formação de profissionais do magistério, com a implantação de ações em prol da melhoria da qualidade da educação básica, além da mobilização do potencial dos PPGs *stricto sensu*. Dentre as recomendações contidas no PNPG 2010-2020, destacam-se o estímulo à participação dos PPGs de outras áreas de conhecimento, além da Educação, nas questões relativas à melhoria da qualidade da educação básica, e o incentivo ao desenvolvimento de estudos visando a formatação do ensino de ciências na educação básica, instrumento fundamental à construção da cidadania.

Boa parte da população brasileira desconhece a abrangência e o potencial econômico, social e ambiental da Biotecnologia. Vários PPGs da área de Biotecnologia já vêm atuando no contexto do ensino fundamental e médio, por meio de projetos de ensino, de pesquisa e de extensão, em atividades que visam melhorar a qualidade do ensino e especialmente estimular a curiosidade científica nas crianças e jovens. A área também atua em divulgação científica, buscando o entendimento e apoio do público em geral ao uso das novas biotecnologias. Essa atuação com a participação de docentes e discentes dos PPGs em Biotecnologia será estimulada pela área, podendo ocorrer também através de Cursos de Atualização para professores do Ensino Médio e Fundamental; assim como Cursos de férias e programas de iniciação científica júnior, incentivando o contato dos alunos de educação básica com laboratórios e alunos de pós-graduação; desenvolvimento de material didático; visitas às escolas para palestras e oficinas interativas; promoção de feiras de ciências e visitas a laboratórios e museus. Para estimular



essas ações, os Programas poderiam incluí-las valendo créditos aos discentes dos cursos de Mestrado ou Doutorado. Todas essas ações são importantes para melhorar a qualidade do ensino na educação básica, para disseminar o conhecimento na área de Biotecnologia, bem como para atrair jovens talentos para seguir carreira na área, sendo, portanto, valorizadas no processo de avaliação dos Programas.

2.11. Visão da área sobre formas associativas

Em 2019, a área de Biotecnologia dispõe de 7 programas em associação, cabendo destacar a forma de atuação em REDES. A Rede BIONORTE, com 31 instituições associadas, a Rede RENORBIO, com 13 instituições associadas e a Rede PROCENTRO-OESTE, com 10 instituições associadas. As formas associativas são benéficas para a promoção do desenvolvimento regional através da formação de doutores em Biotecnologia em áreas geográficas do país com potencial econômico ainda pouco explorado. O modelo de forma associativa deve ser justificado e destacado através dos impactos regionais, com consequências nacionais em Biotecnologia. Formas associativas através de mecanismos e processos de cooperação com a indústria brasileira também são recomendáveis, a fim de promover a inovação incremental/radical na Biotecnologia nacional. Todas as medidas associativas serão avaliadas pela área de Biotecnologia considerando a legislação vigente, os benefícios da proposta às entidades sociais e institucionais envolvidas, a consolidação da área de Biotecnologia e a qualificação do Sistema Nacional de Pós-Graduação.

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

A área entende como importante a existência de mecanismos e de sistemas de fomento que estimulem a solidariedade no ambiente dos cursos de PG em Biotecnologia. Desse modo, especial atenção deverá ser atribuída aos quesitos de qualidade da formação do Doutor ou do Mestre por parte das instituições associadas, recomendando-se que a instituição coordenadora seja um PPG consolidado e com notas 5, 6, ou 7 na última avaliação quadrienal. De forma similar, recomenda-se que o corpo docente e a infraestrutura disponíveis às atividades de ensino, pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos das instituições associadas sejam complementares e adequadas aos objetivos da associação, à formação de recursos humanos altamente qualificados, bem como à alavancagem das instituições associadas, que não a coordenadora, a patamares superiores de produção intelectual qualificada. Na modalidade profissional, é altamente recomendável a existência de parcerias com setores produtivos públicos ou privados à utilização de suas infraestruturas nas atividades a executar de PD&I, além de acesso à expertise destes.



3. OUTRAS CONSIDERAÇÕES DA ÁREA

A área de Biotecnologia entende que a formação dos alunos de pós-graduação deve incluir não só um conteúdo teórico/prático, como também ensinar e valorizar a integridade e ética na academia, na pesquisa científica, no setor produtivo e na sociedade. A análise do destino dos egressos, quanto a sua inserção no mercado de trabalho, constitui um fator relevante à avaliação dos PPGs, indicando os setores econômicos que têm absorvido esses profissionais. Tal cenário, para além de indicar os setores sobre os quais os egressos terão maior impacto socioeconômico, subsidiará a crítica quanto às ações futuras por parte dos órgãos de fomento da pós-graduação, bem como de ações dedicadas dos PPGs visando uma continuada inserção social.

Os cursos profissionais deverão, compulsoriamente, ter seu foco na aplicação do conhecimento visando a solução de problemas específicos do mundo do trabalho e do sistema produtivo de bens e serviços. O comportamento empreendedor será valorizado de modo a transformar os trabalhos de conclusão de curso em opções de carreira para os egressos.

A avaliação quadrienal será conduzida por meio da análise de indicadores amplamente divulgados e discutidos com as coordenações dos PPGs da área de Biotecnologia. Para isso, será utilizado como instrumento, a ficha de avaliação, a qual representa a posição da área de Biotecnologia em relação a todos os itens envolvidos no processo de avaliação. Esta ficha permite também orientar os programas, de maneira clara, transparente, participativa e informativa, na busca da qualidade e na melhoria do desempenho, a partir da definição de critérios objetivos.

A área entende que se deva aumentar a ênfase na avaliação dos resultados da formação de recursos humanos de cada PPG e seu impacto na melhoria e desenvolvimento global da sociedade. Serão valorizadas as produções científicas e tecnológicas com discentes e egressos, assim como indicadores que permitam mensurar a qualidade dos egressos e iniciativas que contribuam com o empreendedorismo e com a inserção de egressos em empresas. A área de Biotecnologia também valorizará todas as ações desenvolvidas pelo Programa com vistas ao incentivo à produção tecnológica com discentes que esteja em processo de transferência ou que já se encontre no mercado produtivo e disponível à sociedade.