



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

Documento de Área

Área 02:

Ciência da Computação

Coordenador da Área: Paulo Roberto Freire Cunha
Coordenador Adjunto de Programas Acadêmicos: José Carlos Maldonado
Coordenador de Programas Profissionais: Avelino Francisco Zorzo

2019



SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DA ÁREA	03
1.1. Tendências, apreciações, orientações.	03
1.2. Diagnóstico da área.	09
1.3. A interdisciplinaridade na área.	13
2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O FUTURO DA ÁREA	15
2.1. Inovações, transformações e propostas.	15
2.2. Planejamento dos PPGs da área no contexto das instituições de ensino superior.	16
2.3. Adoção da autoavaliação como parte da avaliação dos PPGs.	16
2.4. Perspectivas de impacto dos PPGs da área na sociedade.	16
2.5. Perspectivas do processo de internacionalização dos PPGs.	16
2.6. Perspectivas de redução de assimetrias regionais e intrarregionais.	17
2.7. Visão da área sobre fusão, fragmentação e migração de PPGs.	18
2.8. Visão da área sobre a modalidade à distância.	18
2.9. Visão da área sobre a modalidade profissional.	19
2.10. Medidas de indução de interação com a educação básica.	19
2.11. Visão da área sobre formas associativas.	19
2.12. Visão da área sobre mecanismos de solidariedade.	20



1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DA ÁREA

Este capítulo descreve as tendências, apreciações e orientações da área. Além disso, também apresenta o estado da arte da área com os resultados da última avaliação quadrienal.

1.1. Tendências, apreciações, orientações.

O trabalho contínuo e o investimento feito no desenvolvimento do Programa Nacional de Pós-graduação (PNPG) pela CAPES, em particular na formação de mestres e doutores, são fundamentais para os avanços na ciência e tecnologia, na produção científica, e em inúmeros produtos tecnológicos inovadores nas diversas áreas de conhecimento em todo o país. A qualidade da formação, na graduação ou na pós-graduação, por meio de instituições de ensino tradicionais e de alta qualidade, tem forte correlação com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) elevado.

Nesse cenário, a Computação tem desempenhado um papel fundamental em todas as áreas de conhecimento, em vários setores como saúde, educação, indústria agrícola e agronegócio, sistema financeiro, indústria aeronáutica e setor automobilístico, defesa, construção civil e processos jurídicos, entre outros. A Computação é uma área em evolução e transversal a diversos domínios de aplicação. O potencial de contribuição da aplicação dos resultados de pesquisa em computação, seja em áreas teóricas (teoria da computação, lógica, algoritmos, etc.) ou em áreas aplicadas (inteligência computacional, segurança de sistemas e da informação, visão computacional, etc.), ainda não foi plenamente atingido. A formulação de pesquisas aplicadas envolvendo Computação e outros domínios de aplicação contribui fortemente para o avanço e a inovação do conhecimento e de produtos, tanto na Computação como nos domínios alvo de aplicação.

Ao mesmo tempo em que a área tem sido fundamental para o avanço da ciência e tecnologia, o mercado de Tecnologia da Informação no Brasil está entre os dez maiores mercados mundiais, e no topo da lista na América Latina. Atualmente, com o intenso movimento de transformação digital nas empresas, em particular na perspectiva da Indústria 4.0, a formação de recursos humanos altamente qualificados, com habilidades e competências em computação, é fundamental. Ainda, a Computação é um elemento central no sistema de inovação e empreendedorismo, contribuindo efetivamente para o avanço do ecossistema de negócios com as startups de base tecnológica e conseqüentemente para o avanço socioeconômico do País. Por exemplo, no Brasil, para as empresas startups que ultrapassaram um bilhão de dólares, chamadas Unicórnios, o uso de Computação é essencial, com conhecimento e tecnologias oriundas da inteligência computacional, big-data e de mineração de dados.

Entretanto, ainda falta mão de obra qualificada para atender ao crescimento acelerado dos últimos anos. Os cursos de graduação da área de Computação (Ciência da Computação, Engenharia de Computação, Engenharia de Software, Licenciatura em Computação, Sistemas de Informação e os cursos superiores de tecnologia), além dos cursos de mestrado e doutorado, precisarão formar uma quantidade maior de profissionais nos próximos anos. Esta formação de qualidade deve ter a participação efetiva de discentes, sob orientação dos professores, em projetos de pesquisa e desenvolvimento voltados para a resolução de problemas prioritários e relevantes da sociedade.

Enquanto a graduação já está bem distribuída em todo o território nacional com mais de 5.500 cursos, a pós-graduação em Computação ainda está em expansão e em consolidação, sendo atualmente, entre as 49 áreas na CAPES, a vigésima área em número de programas (segundo dados de abril de 2019). O crescimento recente da área de Computação, apesar de consistente, ainda apresenta algum desequilíbrio em relação ao local onde os programas estão presentes. Existem cinco estados da Federação que, apesar de terem cursos de graduação na



área, ainda não possuem nem ao menos mestrado em funcionamento. Além disso, diversos estados possuem programas de pós-graduação somente com mestrado e com nota 3. Este aspecto reforça o trabalho que deve ser feito na área para melhor ocupação geográfica, reduzindo assimetrias e melhorando a qualidade desses programas. Da mesma forma, apesar dos melhores programas da área possuírem qualidade equivalente com os melhores programas internacionais (conforme mencionado no relatório da avaliação quadrienal 2013-2017), somente 17 programas (20% do total) possuem notas 5, 6 ou 7.

No que tange à produção bibliográfica, o sistema de avaliação da CAPES, mais especificamente, em relação ao Qualis, tem trazido avanços na homogeneização dos critérios entre as 49 áreas do conhecimento. No sentido de evitar que a quantidade se sobreponha à qualidade e ao impacto da produção intelectual, na última avaliação quadrienal, a área de Computação buscou trazer um novo foco para os programas, ou seja, que os programas fizessem uma **reflexão sobre as principais produções intelectuais, não importando a classificação no Qualis ou se era produção bibliográfica ou produção técnica**. O importante era destacar aquelas produções intelectuais mais relevantes para o programa. Este aspecto foi fundamental para que os programas analisassem o impacto da produção intelectual, e não o "seu Qualis". A análise do impacto da produção intelectual deve ser reforçada e expandida.

Orientações para a avaliação

A área tem tido uma evolução consistente nos últimos anos (veja a Seção 1.2 - Diagnóstico da área). Desta forma, além de alguns ajustes necessários em consequência desta evolução e também com as mudanças próprias de todo o sistema de pós-graduação no Brasil ou no mundo, a área mantém diversos indicadores de avaliação construídos nos períodos avaliativos anteriores. A seguir são apresentados os principais aspectos dos quesitos (Programa, Formação e Impacto na Sociedade) que serão considerados na avaliação quadrienal, em consonância com os itens descritos na ficha de avaliação.

Estrutura do Programa

- O programa deve descrever a(s) área(s) de concentração e suas linhas de pesquisa, bem como definir o perfil do egresso formado pelo curso de mestrado ou doutorado. Deve haver um equilíbrio na distribuição de professores entre áreas de concentração, linhas de pesquisa e de competências técnicas e científicas. O programa deve, também, evidenciar a capacidade de captação de recursos para projetos de pesquisa pelos professores do curso - demonstrada por meio de projetos em andamento financiados - e deve ter foco na área de Computação (tendo como referência a classificação da CAPES ou CNPq). Devem ser destacadas cooperações nacionais e internacionais, com academia ou indústria, dos professores permanentes.
- O programa deve relatar informações sobre a infraestrutura física de laboratórios e infraestrutura computacional disponível e apresentar justificativas quanto à sua suficiência e adequação para suporte às atividades, considerando o quantitativo de professores e alunos. Deve também haver um planejamento quanto a evolução desta infraestrutura, quando pertinente.
- A estrutura curricular deve estar descrita, relacionando a forma de funcionamento, as linhas de pesquisas e suas disciplinas e projetos. O curso deve oferecer aos alunos um leque de disciplinas de Computação articuladas com os seus objetivos gerais, com as



linhas de pesquisa do curso e com o perfil do egresso, propiciando uma formação abrangente e atualizada.

- Para cursos na modalidade acadêmica: Com o objetivo de garantir aos egressos uma base sólida de formação em Computação, os cursos acadêmicos devem ainda incluir um conjunto de disciplinas obrigatórias nos grupos de áreas: (i) Teoria da Computação, Análise de Algoritmos e Complexidade da Computação; (ii) Metodologia e Técnicas de Computação; e (iii) Sistemas de Computação. O aluno deve cursar uma disciplina obrigatória do grupo (i), e escolher mais uma disciplina obrigatória em qualquer dos grupos (i), (ii) ou (iii). A escolha das disciplinas obrigatórias deve estar alinhada com os objetivos do curso e com o perfil do egresso.
- Para cursos na modalidade profissional: Deve incluir um conjunto de disciplinas obrigatórias, no mínimo duas, alinhadas aos objetivos do curso e que garantam aos egressos uma base sólida de formação em Computação (por exemplo, com conteúdos de Análise e Projeto de Algoritmos, Teoria da Computação, Linguagens de Programação, Arquitetura de Computadores, Sistemas Operacionais, Redes de Computadores, Engenharia de Software e Bancos de Dados).
- O número esperado de orientandos por orientador deve ser adequado para o programa em funcionamento. Deve-se considerar o grau de experiência e maturidade dos orientadores em atividades de orientação, principalmente de mestrado ou doutorado. No caso de orientadores sem experiência prévia em orientação de mestrado ou doutorado, recomenda-se que o número de novos orientados seja limitado a dois alunos por ano.

Corpo docente

- O corpo docente deve ter formação diversificada e demonstrar independência científica, por exemplo, por meio de professores com doutorado e/ou pós-doutorado, obtidos em diferentes programas do Brasil e/ou instituições do exterior. O corpo docente do programa deve estar atuando em áreas da Computação vinculadas aos objetivos do curso de forma a permitir que o aluno de mestrado ou doutorado tenha uma formação ampla em Computação. Principalmente, nos cursos de doutorado, experiências de vivência em pesquisa no exterior, tais como pós-doutorado e/ou participação em projetos de pesquisa e parcerias com universidades, centros de pesquisa ou laboratórios internacionais são relevantes e desejadas. Ressalta-se a importância de estabilidade na composição do corpo docente permanente, nem a dependência de professores externos à instituição.
- O programa deve ter uma base sólida em seu núcleo de professores permanentes. Professor permanente é definido em portaria da CAPES. A área não mais utilizará o conceito de docente ativo.
 - Para cursos na modalidade acadêmica, o número de professores permanentes deve ser no mínimo de 70% do total de professores do programa.
 - Para programas com somente mestrado acadêmico: o corpo docente do programa deve ter, no mínimo, 10 professores permanentes doutores, com atuação efetiva no curso e nas suas áreas e linhas de pesquisa. O quadro de professores permanentes doutores em tempo integral deve ser composto, predominantemente, de professores com experiência anterior de, no mínimo, três (3) anos em pesquisa e orientação de alunos



- (graduação ou pós-graduação), demonstrando sua capacidade de formação.
- Para programas com doutorado acadêmico: o corpo docente do programa deve ter no mínimo doze (12) professores permanentes doutores, com atuação efetiva no curso e nas suas áreas de concentração e linhas de pesquisa. O quadro de professores permanentes doutores em tempo integral deve ser composto, predominantemente, por professores com experiência anterior, de no mínimo, cinco (5) anos em pesquisa e orientação de alunos de mestrado ou doutorado, demonstrando sua capacidade de formação.
 - Para cursos na modalidade profissional: número de professores permanentes deve ser no mínimo de 60% do total de professores do programa. Além disso, recomenda-se que o programa apresente o perfil dos professores do curso, enfatizando a sua experiência e resultados mais importantes que justifiquem a sua participação no corpo docente do curso profissional.
 - Para programas com somente mestrado profissional: o corpo docente do programa deve ter no mínimo dez (10) professores permanentes, com atuação efetiva no curso e nas suas áreas e linhas de pesquisa. O quadro de professores permanentes em tempo integral deve ser composto, predominantemente, de professores com experiência anterior de, no mínimo, três (3) anos em pesquisa, inovação e integração com organizações públicas e privadas, e orientação de alunos em trabalhos de conclusão de graduação ou formas equivalentes, e na pós-graduação, quando possível, demonstrando, sua capacidade de formação.
 - Para programas com doutorado profissional: o corpo docente do programa deve ter no mínimo doze (12) professores permanentes, com atuação efetiva no curso e nas suas áreas e linhas de pesquisa. O quadro de professores permanentes em tempo integral deve ser composto, predominantemente, por professores com experiência anterior de, no mínimo, cinco (5) anos em pesquisa, inovação e integração com organizações públicas e privadas, e orientação de alunos em dissertações de mestrado ou doutorado, de preferência profissional, demonstrando, sua capacidade de formação.
 - É recomendável que os professores se dediquem às atividades do programa, sendo que o limite de vínculos como professores permanentes em programas de pós-graduação é de três programas. É aceitável que até 40% do corpo docente participe de outros programas de pós-graduação. Para programas onde só existe mestrado, professores que orientam ou co-orientam doutorado em outro programa não contam neste índice. Da mesma forma, professores de programas acadêmicos que atuam em programas profissionais da área, ou vice-versa, na mesma instituição, também não contam para este índice.
 - Valorizam-se a formação e experiência do corpo docente em Computação (tendo como referência a classificação da CAPES ou CNPq), com atuação concomitante na graduação e pós-graduação *stricto sensu*, além de inserção na comunidade nacional e internacional (participação em comitês e em corpo editorial, publicações conjuntas, etc.). Valoriza-se a existência de professores com perfil equivalente a pesquisadores financiados por bolsas de produtividade de agências nacionais e internacionais.

- Para programas com doutorado acadêmico: o programa deve claramente identificar as lideranças de pesquisa no corpo docente e evidenciar que o corpo docente é formado por doutores com experiência de orientação reconhecida (orientações de mestres ou de doutores já consolidadas). Os professores devem demonstrar comprovada capacidade de pesquisa, evidenciada pela coordenação de projetos de pesquisa com financiamento externo e em cooperação com grupos de pesquisa consolidados, entre outros indicadores. Experiências de vivência em pesquisa no exterior, tais como pós-doutorado e/ou participação em projetos de pesquisa, são valorizadas. Valoriza-se também a coordenação ou participação em projetos interinstitucionais, nacionais ou internacionais.
- Para programas na modalidade profissional: a) o corpo docente deve ser integrado de forma predominante por doutores, profissionais ou técnicos com experiência em pesquisa aplicada ao desenvolvimento tecnológico e à inovação, de forma que se garanta a formação adequada pretendida; b) é desejável que os doutores tenham alguma experiência em desenvolvimento tecnológico ou inovação e interação com empresas e/ou organizações públicas e privadas e/ou em pesquisa aplicada. Professores com perfil profissional podem orientar alunos e fazer parte do corpo docente permanente. É desejável também a participação de professores do quadro permanente com bolsa de produtividade de Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora ou bolsas similares; c) espera-se que o corpo docente possua comprovada capacidade de produção tecnológica (como registros de software, patentes, produção de software e outros artefatos tecnológicos relevantes e inovadores), distribuída de maneira equilibrada pelo corpo docente.
- Com o intuito de incentivar e estimular o credenciamento de professores jovens recém contratados (PPJ – Professor Permanente Junior), os programas poderão destacar até dez por cento (10%) de seu corpo docente permanente como PPJ. Nesse caso, não será considerada a produção científica do PPJ e este(s) professor(es) PPJ também não será(ão) considerado(s) no cômputo das médias do programa. Para este quadriênio poderão ser considerados como PPJ os professores que obtiveram sua titulação a partir de 2013. Além disso, é frequente que ocorra evasão de professores seniores do corpo permanente dos programas. Com o objetivo de estimular a permanência de professores seniores como permanentes no programa (PPS – Professor Permanente Sênior), os programas podem destacar até 10% de seu corpo docente permanente como PPS. Poderão ser considerados PPS aqueles com mais de 60 anos. Também nesse caso, o PPS não é considerado no cálculo dos índices do programa. O total da soma de professores PPJ e PPS deve ser no máximo o maior valor entre quatro (4) e 10% do corpo docente permanente do programa. No último ano do quadriênio cada programa deve declarar na Plataforma Sucupira a relação dos professores a serem considerados como PPJ e PPS para cada um dos anos da avaliação, respeitando os limites definidos acima.

Corpo Discente

- Espera-se que o corpo discente e o corpo docente possuam comprovada capacidade de produção científica representada pela publicação regular de artigos em periódicos e congressos com alta relevância na área de Ciência da Computação, e também de produção tecnológica. É importante que as produções tenham uma boa distribuição entre os membros do corpo docente e bom alinhamento com a proposta do programa. A



produção discente deve ser bem distribuída entre os alunos e alinhada com a proposta do programa.

- Os programas devem relatar o fluxo de discentes indicando a demanda, a evasão e o número de egressos em relação ao corpo docente permanente.
- Na avaliação quadrienal será considerado como os programas acompanham os egressos. Desta forma, é importante que os programas relatem a atuação atual dos egressos.

Produção Intelectual

- A produção científica apresentada pelo programa também deve ser bem distribuída entre artigos publicados em periódicos ou congressos, coerentes com as linhas de pesquisa do programa.
- É importante que exista pelo menos uma publicação por aluno, em conjunto com os professores do programa, em veículos de alta relevância na área de Computação, principalmente para os cursos de doutorado.
- Na avaliação o número total de publicações em conferências qualificadas está limitado a três (3) vezes o número total de publicações em periódicos qualificados. Caso existam mais do que o limite estipulado, serão descartadas as conferências menos qualificadas.
- Livros e capítulos de livros serão considerados na avaliação da produção intelectual do programa, com análise caso a caso. A publicação de livros científicos de qualidade por editoras reconhecidas é valorizada na avaliação.
- É importante que os programas também relatem as produções técnicas/tecnológicas relevantes do programa.

Impacto na Sociedade

- O programa deve destacar as $4*N$ produções intelectuais do quadriênio consideradas mais importantes pelo programa, onde N é o número de professores permanentes do programa. Espera-se a contribuição de todos os professores permanentes de maneira equilibrada. No caso dos cursos de doutorado, a participação de alunos nas $4*N$ publicações também será um dos índices a serem considerados na avaliação.
- Os programas devem também relatar os M casos de maior sucesso de produção técnica/tecnológica do quadriênio, com as devidas justificativas do que caracteriza este sucesso. Onde M é o maior valor entre 5 e $N/4$, sendo N o número de professores permanentes do programa.
- Em relação ao impacto científico, social, econômico ou cultural de um programa, também é importante ressaltar que não é possível medir este impacto dentro de um quadriênio. Muitas dos resultados produzidos pelo programa só terão impacto alguns anos após a avaliação quadrienal. Desta forma, é fundamental que os programas também apresentem **os casos de sucesso que ainda têm algum impacto no quadriênio vigente.**

1.2. Diagnóstico da área.

A área de Computação apresenta cursos de mestrado ou doutorado em todas as regiões do país. A Figura 1 apresenta a distribuição de notas dos programas da área por região do país. Atualmente a área possui 7 programas nota 7, 3 programas nota 6, 7 programas nota 5, 28 com nota 4, 31 com nota 3 e 9 novos programas ainda sem nota (programas novos).

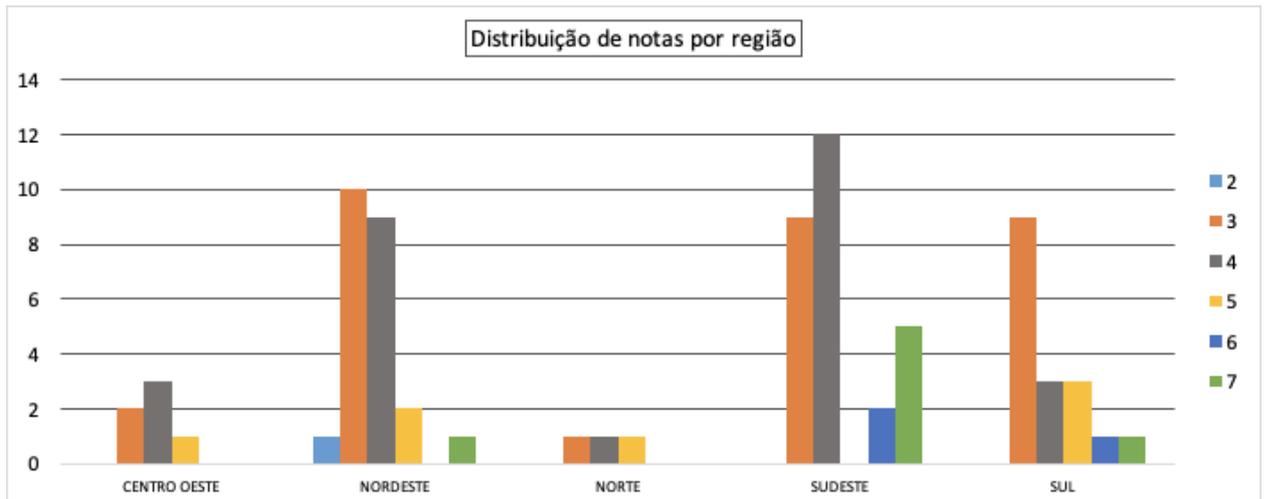


Figura 1 - Distribuição de programas/nota por região (Avaliação 2013-2016)

A Figura 2 apresenta o número de programas e cursos da área de Computação após a avaliação dos APCNs 2017 e 2018. Na avaliação dos APCNs foram recomendados pela área a criação de 7 novos doutorados, 5 novos programas acadêmicos (1 com doutorado em associação e 4 com mestrado) e 4 novos programas profissionais (somente mestrado profissional). A área ainda não possui doutorado profissional.

Programas de pós-graduação							Cursos de pós-graduação				
Total	ME	DO	MP	DP	ME/DO	MP/DP	Total	ME	DO	MP	DP
85	30	3	14	0	38	0	123	68	41	14	0

Figura 2 - Número de programas e cursos

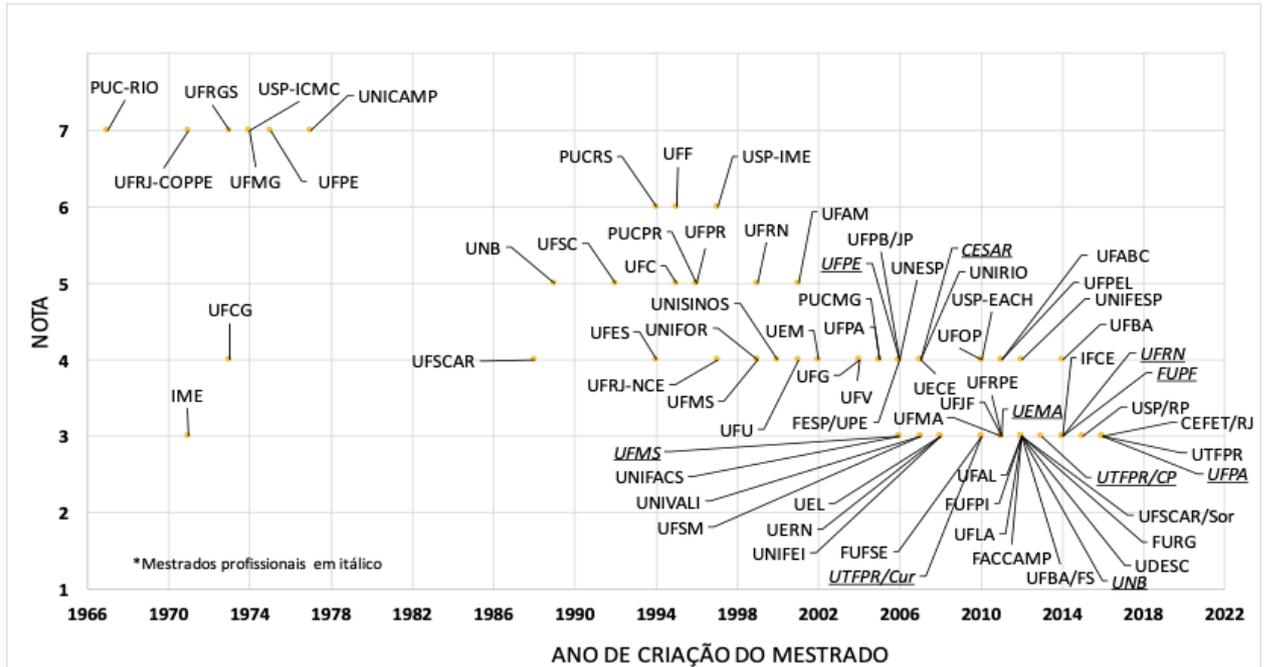


Figura 3 - Nota do programa pelo ano de criação (mestrado)

Boa parte dos programas da área de Computação são programas jovens, criados nos últimos 15 anos (mais de 60% - já incluindo os novos programas autorizados em 2018). Na Figura 3 são apresentadas as notas dos programas da área que possuem mestrado comparadas com o ano em que eles foram criados.

A Figura 4 apresenta a comparação da nota dos programas que possuem doutorado com o ano de criação.

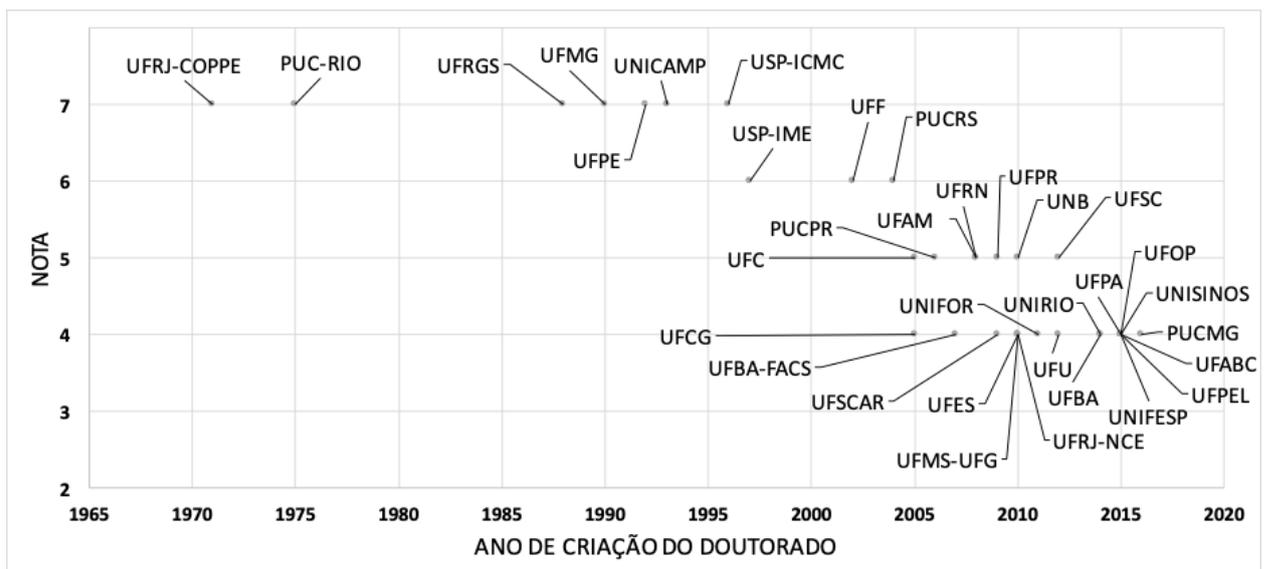


Figura 4 - Nota do programa pelo ano de criação (doutorado)

Conforme mostrado nas Figuras 3 e 4, a maioria dos programas da área possui uma evolução natural e consistente em relação a atingir a excelência nacional (nota 5), ou excelência internacional (notas 6 e 7). Entretanto, é possível, ainda, identificar alguns programas que necessitam algum acompanhamento específico: a) aqueles que possuem nota 3 por três ou

mais avaliações; b) programas com nota 4 por mais de uma avaliação que ainda não possuem doutorado; etc.) programas nota 4 com doutorado que ainda não atingiram nível de excelência nacional.

Em termos de formação de alunos, apesar de haver um crescimento constante em números absolutos de mestres e doutores formados, para mestrado acadêmico houve um aumento percentual médio por ano de 21% no último quadriênio em relação ao triênio anterior, enquanto que para o mestrado profissional e doutorado acadêmico o aumento foi de 71% e 109%, respectivamente. Na Figura 5 apresenta-se a evolução na formação de mestres e doutores nos últimos 20 anos.

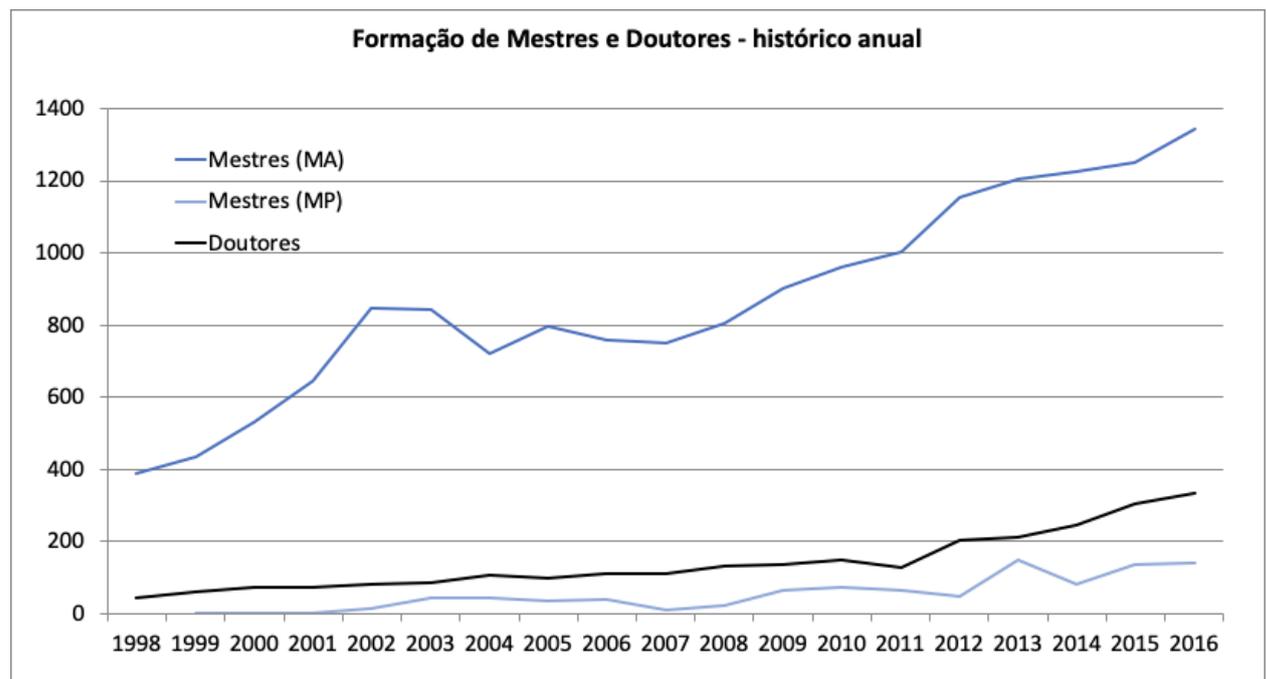


Figura 5 - Evolução na formação de mestres e doutores na área

Em relação à produção bibliográfica, a área também tem crescido de maneira consistente, tanto em artigos em periódicos quanto em eventos qualificados. Na Figura 6 apresenta-se o crescimento das publicações na área. No último quadriênio foram produzidos 19.570 artigos em periódicos ou eventos, sendo 18.111 qualificados. Destes, 11.991 foram publicados em eventos e 6.120 em periódicos. Salienta-se que as publicações em anais de eventos são tão importantes para a área quanto publicações em periódicos. Salienta-se que, para a área somente são considerados artigos publicados em conferências que aceitam artigos completos, são realizadas regularmente, contam com comitês de programa e um processo rigoroso de avaliação por pares, semelhantemente ao usado para artigos publicados em periódicos. Na Figura 7 encontra-se o volume das publicações da área na quadriênal passada por estrato do Qualis. Salienta-se que as publicações qualificadas na área têm crescido nos últimos anos.

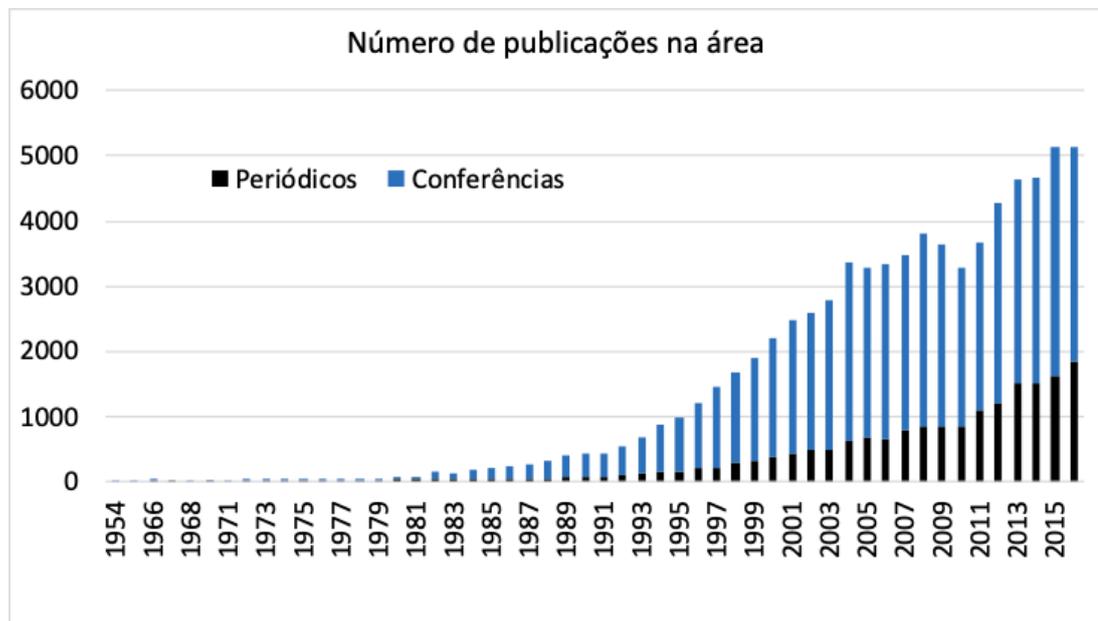


Figura 6 - Evolução da produção científica em periódicos e eventos

Em relação à produção técnica/tecnológica, a área tem produzido consistentemente nos últimos anos. Entretanto, os programas acadêmicos têm dado pouco destaque a este tipo de produção. É fundamental que os programas relatem as melhores produções técnicas/tecnológicas no quadriênio e também aqueles que continuam tendo destaque no quadriênio, mesmo tendo sido produzidas em períodos anteriores. Os programas profissionais relatam sua produção técnica/tecnológica, entretanto, ainda não dão o destaque necessário para aquelas que tem tido maior relevância na sociedade.

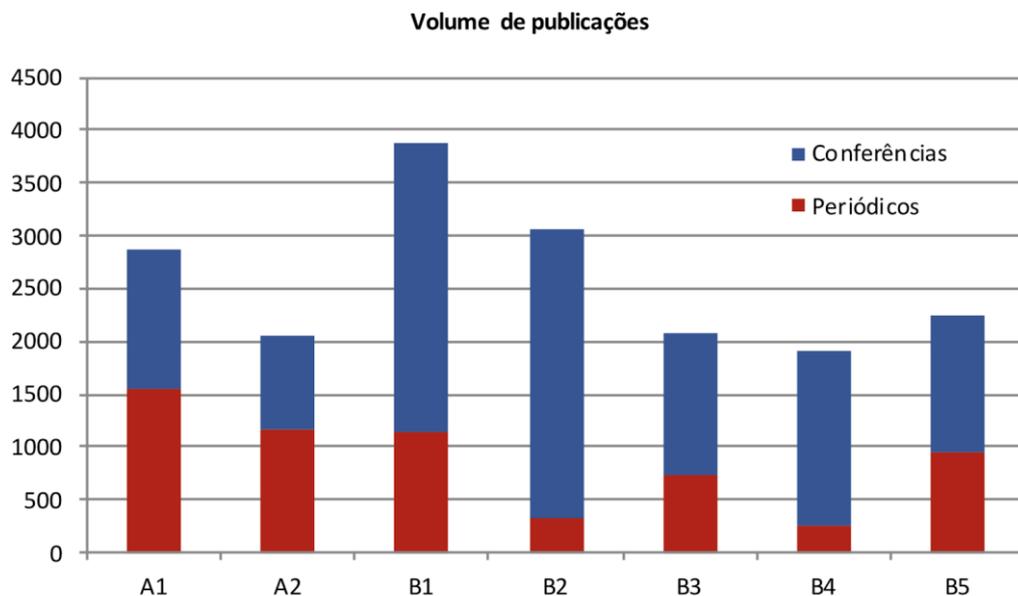


Figura 7 - Qualidade das produções dos programas na quadrienal passada

Conforme já mencionado na avaliação quadrienal passada, a análise de um programa de pós-graduação na área de Computação envolve diferentes critérios, ou seja, a) indicadores de produção bibliográfica (docente e discente); b) indicadores de produção técnica (docente e discente); c) formação discente; d) indicadores de distribuição de produção; e) percentual de

pesquisadores com produção científica e tecnológica em níveis compatíveis com bolsistas de produtividade do CNPq, prêmios e outras honrarias; f) participação em comitês de programa de conferências de prestígio nacional e internacional e corpo editorial de periódicos qualificados; g) comparação da produção dos programas de maior nível com a de programas no exterior. Na Figura 8 são apresentadas as médias de alguns dos indicadores para os programas no quadriênio passado. **Importante salientar que possuir um excelente nível em somente um dos indicadores não significa possibilidade de troca de nota, conforme pode ser verificado no desvio padrão apresentado em cada um dos indicadores.** A evolução deve ser contínua e consistente ao longo dos quadriênios.

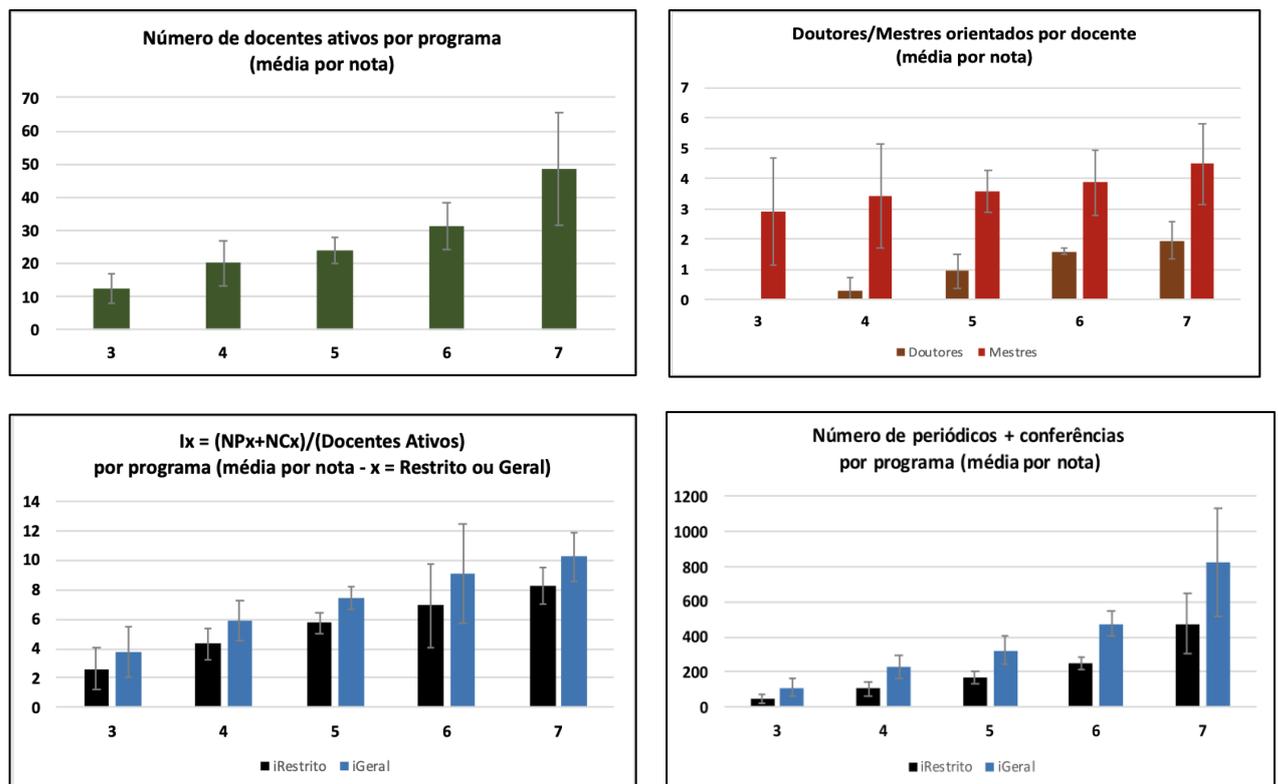


Figura 8 - Indicadores vs nota dos programas na última quadrienal

1.3. A interdisciplinaridade na área.

A Computação é uma área que tem forte influência em diversas outras áreas do conhecimento. O impacto da Computação é cada vez maior, mais profundo e evidente. Problemas complexos de diferentes áreas estão agora sendo abordados com uma perspectiva computacional, uma vez que a Computação provê estratégias e artefatos para lidar com a complexidade, avançando na solução de problemas que há poucos anos não seriam possíveis. A busca para as soluções dessas demandas, em geral, leva a inovações e avanços na própria área de computação.

Exemplos notórios podem ser encontrados na Biologia, no mapeamento do genoma humano, na identificação de variações de enzimas e na simulação da adaptação de seres vivos em diferentes ambientes. Na Saúde, a Computação atua no desenvolvimento de medicamentos, realização de cirurgias remotas e até mesmo na simulação de previsão de tempo de contaminação por uma doença em um determinado ambiente. Na Química, a Computação possibilita simular reações químicas reduzindo a necessidade de expor pesquisadores a



situações de risco de vida. Os exemplos se estendem para outras áreas como Arquitetura, Agronomia, Direito, Economia, Educação, Engenharia, Física, Sociologia, História, Música, Psicologia ou Zoologia. Enfim, é difícil encontrar uma área do conhecimento que não esteja sendo impactada e até transformada pela Computação. Da mesma forma, a Computação evolui nos aspectos teóricos e aplicados decorrentes das demandas dos mais diversos domínios de aplicação.

Desta forma, como a Computação está presente em diversas outras áreas, é importante que os pesquisadores dos programas de pós-graduação em Computação tenham seus trabalhos valorizados de acordo, favorecendo a inovação e o desenvolvimento nos mais diversos domínios de aplicação, com equipes multidisciplinares.

Na última avaliação quadrienal, os pesquisadores dos programas de pós-graduação em Computação produziram artigos em 1.353 periódicos qualificados pela área nos níveis A1-B5. De um lado, 690 (aprox. 51%) eram periódicos classificados nas subáreas (1) Teoria (Teoria da Computação, Complexidade Computacional, Algoritmos, Lógica e Semântica de Programas, Métodos Matemáticos para a Computação, etc.); (2) Sistemas de Computação (Bancos de Dados, Redes de Computadores, Inteligência Artificial, Engenharia de Software, etc.), incluindo todas as subáreas que compõem o núcleo básico da área, excetuando-se as subáreas do item (1) – o qual se refere à área de Teoria; (3) Aplicações de Computação (Computação em Medicina, Computação em Biologia, etc.). Por outro lado, 663 (aprox. 49%) eram de outras áreas do conhecimento, ou seja, (4) veículos das áreas de Ciências Exatas e da Terra, e de áreas correlatas da Engenharia em que Ciência da Computação não aparece como tópico principal; (5) outros, veículos de outras áreas, excetuando as acima, em que Computação não aparece como tópico de interesse principal do veículo. Na Figura 9 é apresentada a distribuição dos periódicos por subárea na quadrienal passada.

Do total de periódicos classificados nos estratos superiores do Qualis do último quadriênio (566), somente 4,77% (27) são considerados como de outras áreas do conhecimento. Isto se deve à aplicação dos fatores deflatores utilizados nas subáreas (4) e (5), para atender ao limite de periódicos nos estratos superiores para cada área de conhecimento definidos pela CAPES (somente 50% dos periódicos onde os pesquisadores da área publicaram poderiam estar nos estratos superiores). Caso não houvesse o fator deflator, cerca de 1/3 dos periódicos nos estratos superiores seriam de outras áreas do conhecimento. Considerando que o novo Qualis não terá limitação baseada no número de publicações que houver na área (a limitação será pela classificação de um determinado periódico no seu respectivo percentil Scopus, Web of Science ou h5 do Google Scholar), publicações em outras áreas do conhecimento não mais interferem na classificação dos periódicos da área. Desta forma, **a área não mais utilizará os fatores deflatores, mas cada programa poderá contar no máximo 1/3 das produções sejam de outras áreas. Esta limitação reforça a necessidade do programa gerar produções para o avanço da área de Computação.**

Salienta-se que a multi e interdisciplinaridade devem ser vistas à luz da teoria e da prática. A aplicação da Computação nos mais diversos domínios de aplicação é muito positiva para a consolidação e para a evolução da área da Computação, assim como para as demais áreas do conhecimento.

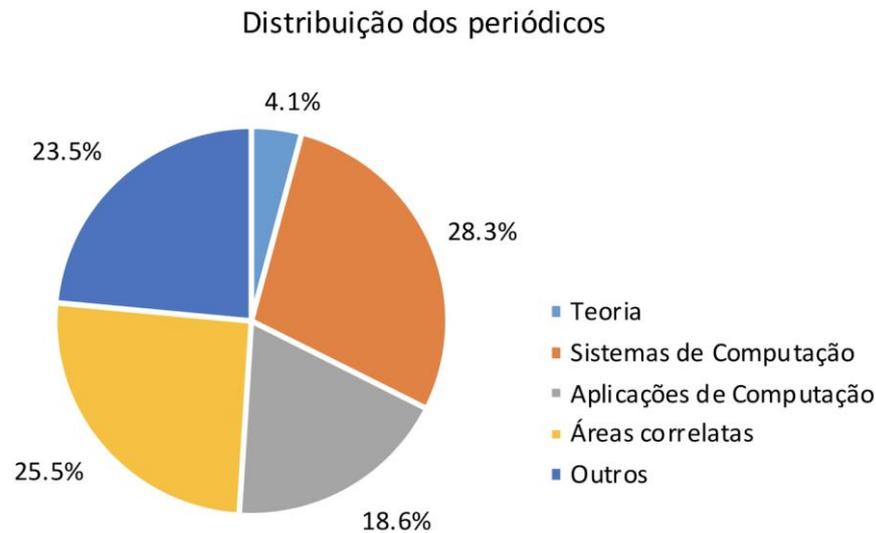


Figura 9 - Distribuição dos periódicos por subárea na quadrienal passada

2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O FUTURO DA ÁREA

2.1. Inovações, transformações e propostas.

A área de Computação possui um grande potencial de geração de produção técnica/tecnológica nas mais diversas áreas do conhecimento (patentes, desenvolvimento de aplicativos, processos, ambientes de ensino e treinamento, etc.). Na última avaliação quadrienal, a produção tecnológica foi analisada de maneira qualitativa e quantitativa para os programas profissionais, enquanto que para os programas acadêmicos ela foi avaliada de maneira não aprofundada. Espera-se que a transformação de conhecimento em produtos ou serviços para a sociedade seja também relatada e avaliada de maneira adequada. A área de Computação tem tido um papel fundamental nas transformações da sociedade e na geração de riqueza e bem-estar no país. Estas transformações devem ser efetivamente relatadas na produção e impacto dos programas.

Diversos pesquisadores dos principais programas de pós-graduação em Computação fazem produção técnica de alto nível, mas nem sempre relatam esta produção de maneira adequada em seus currículos e por consequência ela é subvalorizada na avaliação dos programas. Desta forma, a análise de inovações e produção técnica/tecnológica será aprofundada na avaliação dos programas de pós-graduação em Computação.

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) divulgou um documento no final de 2018 sobre referenciais de formação em Computação onde menciona "A Pós-Graduação em Computação no Brasil está formando profissionais capazes de produzir resultados e relatá-los da forma apropriada, no entanto, deve-se observar que o egresso de um curso de pós-graduação atuará inevitavelmente em um cenário muito mais amplo do que o a produção científica."

Assim como no quadriênio 2013-2016, na produção técnica/tecnológica será considerada, principalmente, a produção dos seguintes itens, desde que associados aos objetivos do programa e perfil do egresso: a) desenvolvimento de produto patenteável; b) desenvolvimento de processo patenteável; c) software (programa de computador); d) artigo publicado em revista técnica; e) desenvolvimento de tecnologia social; f) participação em comissão técnico-científica; g) base de dados técnico-científica; h) membro de conselho gestor ou comitê técnico; i)



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

organização de revista, anais (incluindo editoria e corpo editorial); j) organização de livro, catálogo, coletânea e enciclopédia. Outras produções relevantes, não listadas, também podem ser incluídas e justificadas pelos programas. Para as produções técnicas/tecnológicas mais relevantes do programa espera-se que seja feito também um breve relato sobre o impacto de cada uma delas, em termos de **complexidade, inovação, relevância, demanda, abrangência e replicabilidade**. Estes itens são resultados de consulta realizada aos programas de pós-graduação da área em 2018.

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

Um programa deve estar alinhado com a estratégia ou plano de desenvolvimento institucional de pós-graduação ou plano de desenvolvimento institucional. O programa deve possuir indicadores de que a instituição está comprometida com o êxito e sustentabilidade do curso.

Os programas devem descrever os investimentos e contratações (ou formas de consolidação) de pessoal ocorridos no programa no último quadriênio.

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

Em 2018 a CAPES instituiu um Grupo de Trabalho com a missão de *Implantar uma sistemática de autoavaliação no âmbito dos programas de pós-graduação, que possa também ser componente relevante para a avaliação realizada pela CAPES* (Portaria CAPES nº 148/2018). Este GT produziu um documento onde são apresentadas linhas gerais sobre a sistemática de autoavaliação. Este documento define a autoavaliação como:

"A autoavaliação é o processo de se avaliar a si próprio, por vezes também chamada avaliação interna ou avaliação institucional, quando referida às organizações. Seu principal objetivo é formativo, de aprendizagem. Uma vez que é planejada, conduzida, implementada e analisada por pessoas elas próprias formuladoras e agentes das ações a serem avaliadas, a autoavaliação possibilita uma reflexão sobre contexto e políticas adotadas, além da sistematização dos dados que levam à tomada de decisão."

A área acompanha as recomendações existentes no documento produzido pelo GT e entende a autoavaliação como um instrumento de apoio à evolução dos programas de pós-graduação. Considera ainda, que a autoavaliação deve ser um processo incremental, ou seja, a própria autoavaliação também deve atingir níveis progressivos de maturidade. **Desta forma, a política de autoavaliação do curso deve estar claramente definida e com resultados destacados.**

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

Um programa deve possuir estratégias para contribuir para a região que sedia a instituição e seu potencial impacto no arranjo produtivo local. É importante que se destaquem os aspectos de impacto e relevância social das pesquisas já realizadas pelos professores permanentes.

2.5. Perspectivas do processo de internacionalização dos PPGs.

A Computação tem, nos últimos dois períodos avaliativos, procurado reforçar a visão de pesquisadores internacionais sobre os programas da área. Para isto foram realizados seminários internacionais com pesquisadores de diversos países para a obtenção de uma visão

externa internacional sobre os programas de pós-graduação notas 6 e 7 a partir de apresentações realizadas pelos programas notas 6 e 7. Este comitê emitiu um parecer com recomendações de como os programas podem expandir sua internacionalização. Em geral, os pareceres dos comitês internacionais estão alinhados com o Relatório Final de Acompanhamento do PNPG, principalmente no que tange à presença de pesquisadores brasileiros no cenário mundial como protagonistas globais.

A presença de pesquisadores altamente qualificados no Brasil foi um dos aspectos fortemente ressaltados pelos comitês internacionais, pois podem trazer prestígio para a ciência produzida no país. Assim, é fundamental que os programas busquem trazer pesquisadores altamente qualificados para o Brasil. Outro aspecto que deve ser reforçado é a liderança de pesquisadores brasileiros em pesquisas de ponta ou em redes de colaboração internacional.

Tradicionalmente os seguintes indicadores têm sido considerados pela área para avaliar a efetiva inserção internacional dos programas:

- Reconhecimento internacional dos trabalhos publicados evidenciado por citações encontradas no WoS, Scopus e Google Scholar;
- Publicações com coautores estrangeiros;
- Atração de professores e de pós-doutorandos estrangeiros;
- Participação em Corpo Editorial de periódicos internacionais de reconhecido impacto;
- Projetos de pesquisa com cooperação internacional;
- Atração de pesquisadores estrangeiros de renome para visitas de longa e curta duração;
- Estágios sabáticos e pós-doutorais de professores dos programas em centros internacionais de excelência, universidades e laboratórios de pesquisa;
- Participação em comitês de programa ou de organização de eventos internacionais de reconhecido impacto;
- Prêmios e distinções científicas internacionais;
- Revisão de artigos em periódicos internacionais de reconhecido impacto;
- Promoção do intercâmbio de discentes com o recebimento e o envio de estudantes;
- professores em cargos de prestígio acadêmico reconhecido de organismos científicos internacionais;
- Participação em bancas de defesa de teses de doutorado em instituições no exterior;
- professores com inserção acadêmica em outras instituições estrangeiras (e.g. co-orientação, professor visitante, "research fellow", etc.); e
- Desenvolvimento de software (livre ou proprietário), padrões e tecnologias com demonstrada utilização pela comunidade internacional.

Além disso, para o alinhamento dos programas de pós-graduação com centros de pesquisa internacionais, é importante o alinhamento aos 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável da ONU. Estes objetivos estimulam a ação para os próximos 15 anos em áreas de importância crucial para a humanidade e para o planeta. Sem este alinhamento é possível que a pesquisa brasileira se distancie da pesquisa realizada nos principais centros de pesquisa mundiais.

2.6. Perspectivas de redução de assimetrias regionais e intrarregionais.

As regiões Norte e Centro Oeste possuem estados sem programa de pós-graduação em Computação, três no Norte (Amapá, Roraima e Rondônia) e dois no Centro Oeste (Mato Grosso e Tocantins). Além disso, essas regiões possuem um número pequeno de programas, quatro no Norte e quatro no Centro Oeste. Desta forma, ações indutoras ou de solidariedade para estabelecimento ou consolidação de programas nessas regiões serão valorizadas pela área. Nesta perspectiva, programas como MINTER/DINTER ou PROCAD são instrumentos que



viabilizam a nucleação de novos centros de pesquisa e formação e, por consequência, contribuem para a redução de assimetrias.

Um papel relevante dos programas de pós-graduação na redução de assimetrias regionais é a formação de recursos humanos e como os mestres e doutores influenciam no desenvolvimento econômico e de bem-estar social regional e nacional.

Em relação à preocupação quanto à formação de recursos humanos para as empresas mencionada no relatório de acompanhamento do PNPG, é importante ressaltar que a CAPES disponibilizou para as áreas, mesmo que ainda de maneira provisória, a empregabilidade dos egressos dos programas. Este aspecto pode ser trabalhado para entender qual o papel que cada programa tem exercido no desenvolvimento regional ou mesmo no desenvolvimento de riqueza e bem-estar no país. O relacionamento dos egressos do programa com o valor gerado pelas empresas onde eles trabalham, ou das quais eles são sócios, pode trazer informações relevantes sobre a importância da área no país. Além disso, pode-se identificar assimetrias regionais e fomentar programas em regiões mais carentes.

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

A fragmentação de cursos de pós-graduação é caracterizada pela existência de dois ou mais cursos que possuem forte intersecção do perfil do egresso, das áreas de concentração e das linhas de pesquisa. A área tem trabalhado consistentemente para evitar tal cenário nos últimos períodos.

No momento, a área não vê necessidade de qualquer fusão de programas na área e também não recomenda a fragmentação de programas em um mesmo campus de uma instituição. Salienta-se, no entanto, que a integração de habilidades e competências existentes em instituições distintas pode motivar a proposição de cursos e programas multi-institucionais, acadêmicos ou profissionais. Ainda, a fusão de cursos existentes em uma instituição pode favorecer o estabelecimento e consolidação de cursos e/ou programas mais abrangentes e sólidos.

As migrações não são frequentes e serão analisadas pela área de acordo com as características da demanda, levando em consideração o mérito acadêmico e preservação da qualidade da formação dos pós-graduandos.

2.8. Visão da área sobre a modalidade à distância.

A área de Computação considera que as novas tecnologias educacionais podem proporcionar melhorias no ensino em diversas áreas de conhecimento em cursos presenciais. Essas tecnologias podem auxiliar nas atividades presenciais e semipresenciais facilitando discussões entre pesquisadores no mundo todo e também para organização e compartilhamento de dados e de recursos de ensino e treinamento. Entretanto, um curso em nível de pós-graduação, seja de mestrado ou doutorado a distância necessita que o programa já tenha reconhecida excelência prévia na formação de mestres e doutores. Essa experiência é evidenciada por meio de pelo menos excelência nacional ou internacional em duas avaliações pela CAPES. Além disso, é necessário que pelo menos 70% dos professores permanentes do curso tenham experiência prévia comprovada de atuação em cursos de graduação ou pós-graduação em EAD, há pelo menos dois anos.



2.9. Visão da área sobre a modalidade profissional.

A área de Computação acredita que os programas na modalidade profissional têm um papel fundamental na transformação do conhecimento científico em produtos ou processos na sociedade.

Um curso de mestrado ou doutorado na modalidade profissional deve estar devidamente caracterizado, evidenciando quais especificidades os diferenciam de um curso acadêmico, em especial com relação à produção bibliográfica e tecnológica, bem como a interação com os arranjos produtivos. É fundamental que existam projetos com empresas ou com organizações públicas ou privadas, com efetiva transformação de conhecimento em produtos ou processos.

Para um curso de doutorado profissional, o objetivo do curso e o perfil do egresso devem estar alinhados à autonomia, geração de conhecimento e capacidade de produção e transferência de tecnologias inovadoras para soluções de problemas de alta complexidade.

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

A Computação na Educação Básica já é realidade em diversos países no mundo. No Brasil existem algumas iniciativas de ensino de Computação na Educação Básica, mas de maneira não estruturante, e muito focada na rede privada de ensino. No final de 2017 foi lançada a Base Nacional Comum Curricular. Nas primeiras versões da BNCC, a Computação não estava presente. Entretanto, após inúmeras discussões com a Secretaria de Educação Básica, com o Conselho Nacional de Educação e com a Sociedade Brasileira de Computação (SBC), aspectos relacionados com as habilidades que a Computação pode desenvolver foram incluídas na versão aprovada em 2017. As habilidades estão relacionadas com o Mundo Digital, Cultura Digital e Pensamento Computacional. No Mundo Digital, que é formado por componentes físicos e componentes virtuais, é preciso entender que é necessário codificar as informações e organizá-las para que possam ser armazenadas e recuperadas quando necessário. A Cultura Digital está relacionada com a análise dos novos padrões de comportamento, com questionamentos morais e éticos da sociedade, ou com as relações interdisciplinares da Computação com outras áreas do conhecimento. Já o Pensamento Computacional está relacionado com a capacidade de sistematizar, representar, analisar e resolver problemas por meio da construção de algoritmos.

A área valoriza ações alinhadas com as iniciativas da Sociedade Brasileira de Computação na Educação Básica. Os programas devem ressaltar as ações realizadas alinhadas com estas ou outras iniciativas.

2.11. Visão da área sobre formas associativas.

A área entende que associação de instituições para novos cursos, principalmente de doutorado, entre instituições que já possuem programas com cursos de mestrado, pode ajudar a fortalecer estes programas. Naturalmente, é necessário que a associação desses programas tenha características de programas da área que já tenham cursos de doutorado em funcionamento. Além disso, espera-se que essas associações sejam justificadas em termos de demanda pelo curso na região.

Para programas em associação que pretendem desmembrar-se, a área considera que diversos cuidados devem ser observados. Os cursos em associação, ou desmembramento de associações, devem ser submetidos por meio de uma proposta de criação de cursos novos (APCN). A proposta deve conter necessariamente a concordância formal com a associação, ou desmembramento, por parte de todas as instituições participantes do curso. Além disso, deve-



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

se descrever como se dará o processo de desmembramento, ou seja, a situação dos discentes, a mudança do quadro docente e de infraestrutura. As instituições associadas devem garantir ainda toda a assistência acadêmica necessária para os discentes matriculados no programa em associação até a defesa de sua dissertação ou tese.

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

A área valoriza ações de solidariedade de programas consolidados com programas em regiões onde ainda não existem programas em consolidação, ou mesmo sem programas de pós-graduação em Computação. Estas ações podem ser expressas por meio de programas MINTER ou DINTER, turmas fora de sede, PROCAD, ou outras ações nesta perspectiva.