

Capacitação científica e tecnológica na área da saúde: oportunidades, desafios e formas de articulação com a base produtiva

Scientific and technological capabilities in health-related areas: opportunities, challenges, and interactions with the industrial sector

Capacitación científica y tecnológica en el área de la salud: oportunidades, desafíos y formas de colaboración con la base productiva

Marco Antonio Vargas ¹
Jorge Britto ¹

Resumo

A caracterização da infraestrutura científica e tecnológica na área da saúde e das suas formas de articulação com a base produtiva representam elementos centrais na compreensão da dinâmica de inovação em saúde. Este estudo faz uma análise exploratória sobre as potencialidades e limitações associadas às capacitações científicas e tecnológicas na área da saúde no Brasil e as formas de articulação entre a base científica e a base produtiva em saúde. A análise aponta para o crescimento expressivo da produção bibliográfica com circulação internacional no campo da saúde, particularmente em determinadas áreas como farmácia, saúde coletiva, genética, morfologia, fisiologia e microbiologia. Além disso, observa-se um crescimento expressivo dos grupos de pesquisa com relacionamentos com o setor produtivo em áreas selecionadas da saúde. Destaca-se a importância da construção de pontes mais sólidas e permanentes entre empresas, instituições de pesquisa e sistema de saúde, articulando-se o conhecimento desenvolvido em instituições de pesquisa à dinamização da base produtiva em saúde.

Pesquisa Científica e Desenvolvimento Tecnológico; Políticas e Cooperação em Ciência, Tecnologia e Inovação; Indicadores de Produção Científica; Desenvolvimento Sustentável; Inovação

¹ Faculdade de Economia,
Universidade Federal
Fluminense, Niterói, Brasil.

Correspondência

M. A. Vargas
Faculdade de Economia,
Universidade Federal
Fluminense.
Campus do Gragoatá, Bloco F,
Niterói, RJ 24210-510, Brasil.
mvargas@vetor.com.br

Introdução

As inovações no campo da saúde apresentam uma forte interação com o processo de pesquisa básica que é alimentado pelo setor científico. Por um lado, os conhecimentos gerados com base na infraestrutura científica e tecnológica na área da saúde alimentam um fluxo de inovações importantes que tendem a moldar a própria forma de operação dos serviços de saúde e das práticas médicas, sejam por meio do uso de novos medicamentos, equipamentos médicos ou novos procedimentos clínicos. Por outro lado, a prática médica também desempenha um papel central na inovação em saúde, na medida em que constitui a origem de importantes fluxos de informações que alimentam novas agendas de pesquisa científica^{1,2}.

Diversos autores têm ressaltado a importância do esforço brasileiro na pesquisa em saúde. Como reflexo desse processo, observa-se um crescimento significativo do número de grupos de pesquisa e de pesquisadores envolvidos com a pesquisa em saúde, bem como uma maior inserção das publicações científicas brasileiras na área da saúde no total mundial de publicações nesta área^{3,4,5}. A análise da infraestrutura científica e tecnológica na área da saúde e suas formas de articulação com o Sistema Nacional de Inovação em Saúde consistem, portanto, em um elemento importante para a compreensão sobre a dinâmica do processo de inovação em saúde. Entretanto, um dos principais desafios no tocante à dinâmica de inovação na área da saúde no Brasil se refere ao descompasso existente entre o grau de capacitação científica e a limitada capacidade de inovação existente hoje na base produtiva da saúde, definida valendo-se do conceito de Complexo Econômico-Industrial da Saúde (CEIS)^{6,7,8}.

Este trabalho apresenta uma análise exploratória sobre as potencialidades e limitações associadas à infraestrutura de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) em saúde no Brasil, tendo em vista três aspectos importantes que caracterizam a dinâmica de construção de competências nesta área. O primeiro refere-se ao dinamismo recente da produção científica brasileira no campo da saúde em âmbito internacional. O segundo diz respeito à formação de competências em áreas de conhecimento estratégicas para a inovação em saúde. O terceiro aspecto faz referência à intensidade e natureza das formas de interação entre as empresas e os grupos de pesquisa que atuam no campo da saúde. Particular relevância é atribuída a áreas de pesquisa com impacto potencial para a geração de novos produtos e processos no campo dos insumos em saúde, cujo fortalecimento assume um caráter estraté-

gico no âmbito do CEIS e vêm sendo objeto de um conjunto abrangente e articulado de políticas de apoio.

Aspectos metodológicos

O mapeamento de competências científico-tecnológicas na área de saúde requer a identificação das áreas de conhecimento estratégicas, considerando o caráter crescentemente interdisciplinar da pesquisa científica e da inovação em saúde. Esse caráter é refletido em três aspectos considerados no esforço de mapeamento de competências discutido a seguir: (1) a diversidade dos campos de pesquisa científica capazes de gerar novos conhecimentos relevantes para a inovação em saúde; (2) a diversidade dos campos de conhecimento relacionados à formação de profissionais com atuação profissional na pesquisa em saúde e; (3) a intensidade da cooperação entre as esferas científica e produtiva, com a finalidade de viabilizar a transferência de conhecimentos e a integração de competências visando a acelerar processos inovativos.

Baseando-se em uma definição abrangente da pesquisa em saúde, esta pode ser associada às “grandes áreas” de Ciências Biológicas e Ciências da Saúde. Como o foco da análise está direcionado principalmente para o mapeamento de competências em áreas com impacto mais direto para a inovação consubstanciada em novos produtos e processos vinculados ao campo de insumos em saúde, optou-se por selecionar um conjunto particular de 11 áreas: (1) Biofísica; (2) Bioquímica; (3) Farmacologia; (4) Fisiologia; (5) Genética; (6) Imunologia; (7) Microbiologia; (8) Morfologia; (9) Parasitologia; (10) Farmácia e; (11) Saúde Coletiva/Epidemiologia. A justificativa para a inclusão da área de Saúde Coletiva/Epidemiologia decorreu da sua importância no sentido de fornecer orientações relevantes para os avanços a serem buscados em outras áreas, além de seu potencial de articulação com o setor produtivo e da sua importância para o acompanhamento e a avaliação da política de ciência e tecnologia (C&T) em saúde.

A análise da dinâmica de construção de competências na área da saúde buscou contemplar três aspectos. Em primeiro lugar, para avaliar-se a inserção brasileira nos fluxos internacionais de conhecimento, foram consideradas as informações sobre a produção científica brasileira indexada internacionalmente por área de conhecimento disponibilizada pela base de informações do SCImago Journal & Country Rank, uma instituição especializada na realização deste tipo de levantamento. As informações dessa ba-

se contemplam o período 1996-2013, permitindo captar de forma detalhada a importância da produção científica brasileira em saúde no quadro geral da produção científica internacional. Considerou-se a diferenciação entre as seguintes áreas de pesquisa em saúde presentes no levantamento do SCImago Journal & Country Rank: (i) Bioquímica, Genética e Biologia Molecular; (ii) Profissionais da Saúde; (iii) Imunologia e Microbiologia; (iv) Ciência de Materiais; (v) Medicina; (vi) Neurociência; (vii) Enfermagem e; (viii) Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica. Adicionalmente, no campo da produção científica, foram consideradas as informações do Diretório do Grupo de Pesquisas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) referentes à produção bibliográfica dos pesquisadores em periódicos internacionais, com base na diferenciação das 11 “áreas críticas” já mencionadas.

Em segundo lugar, para a avaliação do processo de formação de recursos humanos e de grupos de pesquisa em campos científicos ligados à saúde, recorreu-se à base de dados do CNPq e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), utilizando-se metodologia adotada pelos autores em estudos anteriores⁶ sobre capacitação científica e tecnológica na área da saúde. Uma importante fonte utilizada refere-se aos dados do Diretório do Grupo de Pesquisas do CNPq relativos aos anos de censo (bianuais entre 2000 e 2010, e novamente realizado em 2014). As informações levantadas sobre as “áreas críticas” para a construção de competências para a inovação em saúde são comparadas com o total das grandes áreas de Ciências Biológicas e Ciências da Saúde e com o total geral contabilizado. Procurou-se seguir o mesmo tipo de procedimento para o levantamento de dados da Capes relativos às áreas mencionadas, referentes ao número de alunos titulados, distinguindo-se aqueles com nível de Doutorado. As informações foram sistematizadas, por áreas, para o último ano em que estas informações estão disponibilizadas pelo CNPq ou pela Capes.

Em terceiro lugar, para avaliar-se a intensidade das formas de interação entre empresas e os grupos de pesquisa que atuam no campo da saúde, buscou-se utilizar outra fonte de informações, também extraída da base de dados do Diretório do Grupo de Pesquisas do CNPq, relativa aos relacionamentos estabelecidos entre grupos de pesquisa em saúde e o setor empresarial, contemplando o número de relacionamentos estabelecidos, o número de empresas envolvidas nos mesmos e o total de relacionamentos estabelecidos entre eles. É importante fazer a ressalva de que as informações sobre a interação grupos/

empresas, no que tange à frequência dos tipos de relacionamento, podem apresentar uma dupla contagem tanto para grupos (um mesmo grupo pode ser computado em até três tipos de relacionamento) como para as empresas (uma mesma empresa mencionada por mais de um grupo é computada tantas vezes quantas for mencionada). Mesmo reconhecendo-se essa limitação, considera-se que as informações sobre grupos interativos, empresas envolvidas em relacionamentos e número total de relacionamentos são importantes para a identificação de diferenças entre o padrão e o dinamismo dessas articulações nas diversas áreas vinculadas à construção de competências para a inovação em saúde.

Resultados

Evolução da produção científica brasileira na saúde: publicações científicas

A análise sobre o crescimento do número de publicações científicas internacionais do Brasil na área da saúde envolveu a seleção de oito campos de competência específicos: (i) Bioquímica, Genética e Biologia Molecular; (ii) Profissionais da Saúde; (iii) Imunologia e Microbiologia; (iv) Ciências de Materiais; (v) Medicina; (vi) Neurociência; (vii) Enfermagem e; (viii) Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica. A Tabela 1 mostra a evolução da produção científica brasileira nessas áreas, em termos absolutos, e da sua participação relativa na produção científica mundial.

Para o conjunto de áreas selecionadas, a produção científica brasileira indexada internacionalmente cresceu 418% entre 1996-2013, com uma taxa média de crescimento anual no período de 10,4%. Tal crescimento foi sensivelmente inferior à taxa média de crescimento anual de toda a produção científica internacional brasileira, que foi de 11,6% no período 1996-2013. Dentre as áreas nas quais esse crescimento foi mais expressivo destacam-se as de Profissionais da Saúde, Enfermagem e Medicina, que apresentaram taxas médias de crescimento anual no período 1996-2013 de, respectivamente, 28,3%, 24,5% e 11,8%. As áreas com o menor crescimento médio anual no período foram as de Neurociência (7,6%), Imunologia e Microbiologia (7,8%) e Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica (7,93%).

A Tabela 1 também permite avaliar a participação das áreas selecionadas no total da produção científica brasileira indexada internacionalmente. Neste aspecto, destaca-se a elevada participação das áreas selecionadas no total da produção científica brasileira. Juntas, essas oito áreas respondiam, em 1996, por quase metade

Tabela 1

Evolução da produção científica brasileira em áreas selecionadas da saúde, em número de documentos e percentual de participação, 1996-2013.

	1996	2005	2010	2013	Média de crescimento anual 1996-2013
	n	n	n	n	%
Produção científica					
Bioquímica, Genética e Biologia Molecular	1.472	2.845	4.998	6.692	9,6
Profissionais da Saúde	41	197	884	1.222	28,3
Imunologia e Microbiologia	724	1.303	2.078	2.494	7,8
Ciência de Materiais	854	2.264	3.131	3.125	8,9
Medicina	2.674	6.791	14.262	16.876	11,8
Neurociência	517	967	1.681	1.725	7,6
Enfermagem	46	290	1.196	1.486	24,5
Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica	576	1.195	1.803	2.134	8,4
Subtotal	6.904	15.852	30.033	35.754	10,4
Total	14.496	37.967	75.739	89.009	11,6
	%	%	%	%	
Participação no total do Brasil					
Bioquímica, Genética e Biologia Molecular	10,2	7,5	6,6	7,5	-
Profissionais da Saúde	0,3	0,5	1,2	1,4	-
Imunologia e Microbiologia	5,0	3,4	2,7	2,8	-
Ciência de Materiais	5,9	6,0	4,1	3,5	-
Medicina	18,4	17,9	18,8	19,0	-
Neurociência	3,6	2,5	2,2	1,9	-
Enfermagem	0,3	0,8	1,6	1,7	-
Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica	4,0	3,1	2,4	2,4	-
Subtotal	47,6	41,8	39,7	40,2	-
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	-
	%	%	%	%	
Participação no total mundial					
Bioquímica, Genética e Biologia Molecular	0,86	1,51	1,94	2,14	-
Profissionais da Saúde	0,25	0,83	2,45	3,17	-
Imunologia e Microbiologia	1,78	2,75	3,22	3,46	-
Ciência de Materiais	0,71	1,25	1,45	1,34	-
Medicina	0,66	1,38	2,15	2,24	-
Neurociência	1,40	2,43	2,96	2,6	-
Enfermagem	0,24	1,09	2,76	3,19	-
Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica	1,24	2,19	2,31	2,47	-
Subtotal	0,81	1,51	2,12	2,22	-
Total	0,79	1,40	1,99	2,21	-

Fonte: elaboração própria com base em dados da SCImago Journal & Country Rank.

do total de publicações científicas brasileiras indexadas na base da SCImago (47,6%). Esse percentual teve uma redução para 40,2% em 2013, dos quais 19% para Medicina, 7,5% para Bioquímica, Genética e Biologia Molecular, 3,5% para Ciência de Materiais e 2,8% para Imunologia e Microbiologia.

Em 1996, o Brasil detinha menos de 1% (0,81%) do total de publicações científicas mundiais nas áreas selecionadas da saúde. Em 2005, essa participação aumentou para 1,51% e, em 2013, chegou a 2,22%, o que revela uma maior inserção das publicações científicas brasileiras no campo da saúde, no volume de publicações

indexadas internacionalmente. Dentre as áreas com o maior aumento da participação brasileira na produção científica internacional destacam-se as de Imunologia e Microbiologia (3,46% de participação em 2013), Enfermagem (3,19%), Profissionais da Saúde (3,17%), Neurociência (2,64%) e Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica (2,47%).

Procurou-se também avaliar a produção científica em “áreas críticas” para a inovação em saúde, considerando-se a produção bibliográfica em periódicos internacionais dos pesquisadores integrados aos grupos de pesquisa destas áreas, com base em informações extraídas do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq para o período 2000-2010, conforme ilustrado pela Tabela 2. Essa tabela demonstra que, entre 2000 e 2010, a produção bibliográfica contabilizada usando-se aquela base cresceu 468% para essas áreas de pesquisa, contra um crescimento de 560% para o conjunto das grandes áreas de Ciências Biológicas e Ciências da Saúde, e um crescimento de 333% para o conjunto de todas as áreas de pesquisa contempladas naquele levantamento.

Desagregando as informações pelas diversas áreas de pesquisa selecionadas, verifica-se que as mesmas concentravam 50,1% da produção bibliográfica em saúde e 41,5% da produção com circulação internacional total. Dentre as áreas selecionadas, destaca-se o maior peso das áreas

de Bioquímica (6,2% da produção total), Genética (6%), Farmácia (5,1%), Microbiologia (4,3%) e Saúde Coletiva (4,2%). Dentre as áreas que experimentaram um maior crescimento da produção bibliográfica com circulação internacional entre 2000-2010, destacam-se as de Farmácia (987% de crescimento no período), Saúde Coletiva (738%), Genética (615%) e Morfologia (517%).

Evolução de grupos de pesquisa e da formação de recursos humanos para inovação em saúde

Valendo-se da base de dados do CNPq é possível considerar a evolução recente dos grupos de pesquisa em saúde e dos pesquisadores a eles integrados, para os anos 2000, 2010 e 2014, apresentada na Tabela 3. Em 2014, as 11e áreas selecionadas eram responsáveis por 10,9% dos grupos de pesquisa e por 12% dos pesquisadores levantados pelo Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq. Ampliando a análise para o conjunto das grandes áreas de Ciências Biológicas e Ciências da Saúde, esses percentuais aumentam, respectivamente, para 27,2% de grupos e para 29,1% de pesquisadores. Observa-se também que as 11 áreas selecionadas registraram um crescimento de 148% no número de grupos entre 2000 e 2014, contra 159% para as grandes áreas de Ciências Biológicas e Ciências da Saúde, e de 201% pa-

Tabela 2

Publicações internacionais em áreas de conhecimento em saúde, 2000-2010.

	2000	2006	2010	2010	Crescimento
	n	n	n	% do total	2000-2010
					%
Biofísica	997	2.825	4.450	1,3	346
Bioquímica	4.597	15.325	21.001	6,2	357
Farmacologia	2.688	8.665	12.860	3,8	378
Fisiologia	1.981	6.427	10.078	3,0	409
Genética	2.855	11.513	20.404	6,0	615
Imunologia	1.901	5.789	9.135	2,7	381
Microbiologia	2.900	8.757	14.541	4,3	401
Morfologia	1.332	4.864	8.222	2,4	517
Parasitologia	2.345	5.478	9.127	2,7	289
Farmácia	1.598	9.511	17.375	5,1	987
Saúde Coletiva	1.695	7.299	14.196	4,2	738
Áreas selecionadas	24.889	86.453	141.389	41,5	468
Biológicas e Saúde	42.759	164.261	282.014	82,8	560
Total	78.626	224.541	340.577	100,0	333

Fonte: elaboração própria com base em dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Tabela 3

Evolução de grupos de pesquisa e pesquisadores (2000-2014) e de total de titulados e titulados de doutorado em cursos de pós-graduação (2000-2013) em áreas estratégicas para a inovação em saúde.

	Grupos					Pesquisadores				
	2000	2010	2014	2014	Crescimento 2000-2014	2000	2010	2014	2014	Crescimento 2000-2014
	n	n	n	%	%	n	n	n	%	%
Biofísica	46	74	80	0,20	74	184	477	591	0,30	221
Bioquímica	210	381	475	1,30	126	936	2.617	2.984	1,30	219
Farmacologia	107	178	231	0,70	116	529	1.350	1.635	0,70	209
Fisiologia	110	196	250	0,70	127	430	1.242	1.561	0,70	263
Genética	189	376	417	1,20	121	862	3.028	3.123	1,40	262
Imunologia	101	163	186	0,50	84	480	1.133	1.353	0,60	182
Microbiologia	179	300	365	1,00	104	903	2.246	2.524	1,10	180
Morfologia	109	200	226	0,60	107	405	1.157	1.336	0,60	230
Parasitologia	115	171	193	0,50	68	576	1.252	1.459	0,60	153
Farmácia	103	385	465	1,30	351	631	3.087	3.154	1,40	400
Saúde Coletiva	289	732	975	2,80	237	1.914	6.576	8.003	3,50	318
Áreas	1.558	3.156	3.863	10,90	148	7.850	24.165	27.723	12,00	253
Saúde	3.790	8.179	9.828	27,70	159	20.847	61.784	67.063	29,10	222
Total	11.760	27.523	35.424	100,00	201	66.804	205.445	230.558	100,00	245

	Titulados (total)					Titulados (doutorado)				
	2000	2008	2013	2013	Variação	2000	2008	2013	2013	Variação
	n	n	n	%	%	n	n	n	%	%
Biofísica	61	100	55	0,10	-10	26	46	25	0,20	-4
Bioquímica	288	403	487	0,70	69	118	191	201	1,30	70
Farmacologia	143	496	912	1,40	538	28	111	212	1,40	657
Fisiologia	120	215	249	0,40	108	31	81	76	0,50	145
Genética	136	319	402	0,60	196	42	116	137	0,90	226
Imunologia	244	420	448	0,70	84	81	130	170	1,10	110
Microbiologia	67	107	154	0,20	130	15	44	56	0,40	273
Morfologia	123	207	305	0,50	148	32	79	116	0,80	263
Parasitologia	56	149	47	0,10	-16	11	48	27	0,20	145
Farmácia	87	112	136	0,20	56	38	41	46	0,30	21
Saúde Coletiva	393	741	1.226	1,90	212	87	157	225	1,50	159
Áreas	1.718	3.269	4.421	6,80	157	509	1.044	1.291	8,40	154
Saúde	5.948	10.733	15.858	24,20	167	1.695	3.197	4.442	29,10	162
Total	23.139	46.725	65.428	100,00	183	5.318	10.711	15.287	100,00	187

Fonte: elaboração própria com base em dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e do Sistema de Informações Georreferenciadas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (GEO-Capes; <http://geocapes.capes.gov.br/geocapes2/>).

ra o total das áreas. Já em termos do número de pesquisadores, o crescimento das áreas foi mais expressivo, atingindo 253% entre 2000 e 2014, contra 222% para as grandes áreas de Ciências Biológicas e Ciências da Saúde, e de 245% para o total das áreas.

Em termos da relevância dos grupos, destaca-se o maior peso das áreas de Saúde Coletiva (2,8%

do total de grupos), Bioquímica (1,3%), Farmácia (1,3%) e Genética (1,2%). Quanto ao crescimento dos grupos, um maior destaque cabe às áreas de Farmácia (351% de aumento entre 2000 e 2014) e Saúde Coletiva (237%). Já em termos do número de pesquisadores, observa-se um maior peso das áreas de Saúde Coletiva (3,5% do total de pesquisadores), Farmácia (1,4%), Genética (1,4%) e

Bioquímica (1,3%). Em termos do crescimento do número de pesquisadores, um maior destaque cabe às áreas de Farmácia (400% de aumento entre 2000 e 2014), Saúde Coletiva (318%), Fisiologia (263%) e Genética (262%).

No que se refere à formação em nível de pós-graduação, a Tabela 3 indica que entre 2000 e 2013, o número de titulado em programas de pós-graduação vinculados às áreas selecionadas aumentou de 1.718 para 4.421, equivalendo a um crescimento de 157%, contra um aumento de titulados nas grandes áreas de Ciências Biológicas e Ciências da Saúde de 167% e um crescimento geral de titulados na pós-graduação de 183% no período. A participação das áreas selecionadas no total de titulados na pós-graduação atingiu 8,1% em 2013. Especificamente no tocante à formação em nível de Doutorado, a Tabela 3 indica que entre 2000 e 2013, o número de doutores titulados em programas de pós-graduação vinculados às áreas selecionadas aumentou de 509 para 1.291, equivalendo a um crescimento de 154%, contra um aumento de doutores titulados nas grandes áreas de Ciências Biológicas e Ciências da Saúde de 162%, e um crescimento geral de doutores titulados na pós-graduação de 187% no período. Dentre as áreas consideradas, seis delas se destacam por apresentarem, em 2013, mais de 100 doutores titulados em programas de pós-graduação: Saúde Coletiva (225 doutores), Farmácia (212), Bioquímica (201), Genética (170), Fisiologia (137) e Microbiologia (116). Por outro lado, as áreas que apresentaram um maior crescimento no número de doutores titulados em programas de pós-graduação entre 2000-2013 foram as de Farmácia (657%), Imunologia (273%), Microbiologia (263%), Fisiologia (226%) e Saúde Coletiva (159%).

Formas de articulação com a base produtiva

Outro aspecto a ser considerado diz respeito à intensidade das articulações com o setor produtivo nas diversas áreas de pesquisa em saúde. Visando a incorporar esse aspecto à análise, é possível considerar as informações disponibilizadas no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq sobre articulações entre os grupos atuantes em diversas áreas de pesquisa em saúde e o setor produtivo. O foco nas áreas selecionadas justifica-se em função da sua capacidade de gerar conhecimentos que podem contribuir para a geração de novos produtos e processos inovativos na área de saúde, o que reforça o caráter estratégico das mesmas.

As informações sobre a evolução total dos grupos de pesquisa nas áreas selecionadas e grupos com relacionamentos interativos entre 2002-

2014, apresentadas na Tabela 4, indicam que em 2014, as onze áreas selecionadas eram responsáveis por 1.310 grupos interativos (equivalentes a 14% dos grupos interativos contemplados no Censo). Dentre as áreas selecionadas, aquelas com o maior número de grupos interativos em 2014 eram as de Saúde Coletiva (278 grupos), Genética (171), Bioquímica (168), Microbiologia (149) e Farmácia (147). Entre 2010 e 2014, observa-se nas áreas selecionadas um impressionante crescimento de 308% no total de grupos interativos, contra 244% para o conjunto das áreas de saúde e de 167% para o total das áreas. Dentre as áreas selecionadas, um maior crescimento foi observado nas áreas de Fisiologia (775%), Parasitologia (680%), Morfologia (564%), Biofísica (500%) e Imunologia (371%). Entre 2010 e 2014, o percentual de grupos interativos em relação ao total de grupos cresceu de 10% para 34%, o que corresponde a um aumento superior ao observado para o conjunto da área de saúde e para o total das áreas. Dentre as áreas selecionadas, esse percentual apresentava-se mais elevado para as áreas de Genética (41%), Microbiologia (41%), Parasitologia (40%) e Farmacologia (37%). Entre as áreas selecionadas, esse crescimento foi mais intenso para as de Parasitologia (591%), Fisiologia (586%), Morfologia (487%) e Biofísica (455%).

As informações disponibilizadas pelo Diretório de Grupos de Pesquisa para o último ano (2014) não permitem uma desagregação do número de empresas com as quais se estabeleciam interações, e de relacionamentos totais dos grupos de pesquisa pelas diversas áreas selecionadas. Assim, visando a contemplar esse aspecto, considerou-se as informações disponibilizadas pelo Censo de 2010, bem como o crescimento desses indicadores entre 2002-2010, apresentados na Tabela 5. Em 2010, os 321 grupos com relacionamentos interativos nas áreas selecionadas estabeleciam relacionamentos com 543 empresas. Em conjunto, as áreas selecionadas como estratégicas para a inovação em saúde eram responsáveis em 2010 por 10,2% das empresas articuladas a grupos contabilizadas pelo Censo de 2010, e por 7,1% dos relacionamentos envolvidos. Assim, apesar do crescimento recente do número de grupos com relacionamentos, o número de empresas e relacionamentos vinculados às áreas selecionadas apresentava percentuais limitados. As áreas articuladas a um maior número de empresas eram, pela ordem, as de Saúde Coletiva (108 empresas), Farmácia (106), Bioquímica (96) e Genética (94). Já em termos de relacionamentos, um maior número foi observado nas áreas de Farmácia (207 relacionamentos), Saúde Coletiva (172), Bioquímica (160), Genética (152) e Microbiologia (101).

Tabela 4

Total de grupos e grupos de pesquisa interativos em áreas de conhecimento em saúde, 2002, 2010 e 2014.

	2002			2010			2014			Variação 2010-2014		
	Grupos na área (B)	Grupos com relacionamentos (A)	A/B	Grupos na área (B)	Grupos com relacionamentos (A)	A/B	Grupos na área (B)	Grupos com relacionamentos (A)	A/B	Grupos na área (B)	Grupos com relacionamentos (A)	A/B
	n	n	%	n	n	%	n	n	%	%	%	%
Biofísica	60	3	5,0	74	4	5,4	80	24	30,0	8	500	455
Bioquímica	274	14	5,1	381	40	10,5	475	168	35,4	25	320	237
Farmacologia	124	9	7,3	178	26	14,6	231	86	37,2	30	231	155
Fisiologia	136	4	2,9	196	8	4,1	250	70	28,0	28	775	586
Genética	249	15	6,0	376	50	13,3	417	171	41,0	11	242	208
Imunologia	119	4	3,4	163	14	8,6	186	66	35,5	14	371	313
Microbiologia	220	19	8,6	300	40	13,3	365	149	40,8	22	273	206
Morfologia	130	1	0,8	200	11	5,5	226	73	32,3	13	564	487
Parasitologia	133	4	3,0	171	10	5,8	193	78	40,4	13	680	591
Farmácia	171	23	13,5	385	55	14,3	465	147	31,6	21	167	121
Saúde	388	10	2,6	732	63	8,6	975	278	28,5	33	341	231
Coletiva												
Áreas	2.004	106	5,3	3.156	321	10,2	3.863	1.310	33,9	22	308	233
Saúde	4.919	274	5,6	8.179	879	10,7	9.828	3.027	30,8	20	244	187
Totais	15.158	1.279	8,4	27.523	3.506	12,7	35.424	9.348	26,4	29	167	107
Áreas (%)	13,2	8,3	62,7	11,5	9,2	79,8	10,9	14,0	128,5	-	-	-
Saúde (%)	32,5	21,4	66,0	29,7	25,1	84,4	27,7	32,4	116,7	-	-	-

Fonte: elaboração própria com base em dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Quanto à relação entre Grupos Interativos e Total de Grupos, esta apresentava, em 2010, um valor de 10,2% para as áreas selecionadas, contra 10,7% para o conjunto da área da saúde e de 12,7% para o conjunto da base do censo. Dentre as diversas áreas selecionadas, esse indicador apresentava-se mais elevado para as áreas de Farmacologia (14,6%), Farmácia (14,3%), Microbiologia (13,3%) e Genética (13,3%). Quanto à relação entre o número de empresas por Grupo Interativo, era registrado, para as áreas selecionadas, um valor de 1,7, próximo ao observado para o conjunto da área da saúde (1,6), e inferior ao verificado para o conjunto da base do censo (1,9). Dentre as diversas áreas selecionadas, esse indicador apresentava-se mais elevado para as de Bioquímica (2,4), Farmácia (1,8), Genética (1,8) e Saúde Coletiva (1,7).

Discussão

A análise sobre a infraestrutura de CT&I em saúde no Brasil desenvolvida permite destacar alguns pontos importantes. Em primeiro lugar,

a evolução da produção bibliográfica indexada internacionalmente no campo da saúde mostra que ocorreu um crescimento expressivo da produção científica brasileira em determinadas áreas, como Enfermagem, Profissionais da Saúde e Medicina. Tal crescimento foi menos intenso em outras áreas da saúde, como Imunologia e Microbiologia, Neurociência e Ciência de Materiais. Já o percentual de participação em 2013, apresentava-se mais elevado nas áreas de Imunologia e Microbiologia, Enfermagem, Profissionais da Saúde e Neurociência.

Em segundo, observa-se que a área de saúde apresenta um peso considerável no total da produção bibliográfica com circulação internacional, chegando a representar mais de 82,8% do total contabilizado pelo Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq em 2010. Dentre as áreas selecionadas, destaca-se o maior peso das áreas de Bioquímica (6,2% da produção total), Genética (6,0%), Farmácia (5,1%), Microbiologia (4,3%) e Saúde Coletiva (4,2%), e as áreas que experimentaram um maior crescimento dessa produção foram as de Farmácia (987% de crescimento no período), Saúde Coletiva (738%), Genética (615%) e

Tabela 5

Número de grupos de pesquisa interativos, número de empresas com as quais mantinham articulações e o total de relacionamentos em áreas de conhecimento em saúde, total em 2010.

	Grupos	Empresas	Relacionamentos	Grupos interativos/ Total de grupos	Empresas/Grupo interativos – 2010
	n	n	n	%	%
Biofísica	4	5	7	5,4	1,3
Bioquímica	40	96	160	10,5	2,4
Farmacologia	26	31	46	14,6	1,2
Fisiologia	8	8	12	4,1	1,0
Genética	50	94	152	13,3	1,8
Imunologia	14	20	24	8,6	1,3
Microbiologia	40	66	101	13,3	1,6
Morfologia	11	15	26	5,5	1,4
Parasitologia	10	12	22	5,8	1,2
Farmácia	55	106	207	14,3	1,8
Saúde Coletiva	63	108	172	8,6	1,7
Áreas	321	561	929	10,2	1,7
Saúde – Biológicas	879	1.497	2.625	10,7	1,6
Total	3.506	5.510	13.113	12,7	1,9
Áreas (%)	9,2	10,2	7,1	0,80	0,89
Saúde (%)	25,1	27,2	20,0	0,84	0,86

Fonte: elaboração própria com base em dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Morfologia (517%). A maior conexão dessas áreas aos fluxos internacionais de conhecimento é um fator que fortalece a relevância estratégica das mesmas para a inovação em saúde.

Em terceiro, ao longo do período 2000-2014 observa-se um crescimento expressivo do número de grupos de pesquisa na área da saúde e no número de pesquisadores vinculados em termos absolutos, apesar da participação das áreas selecionadas no total da área de saúde e no total geral de grupos e pesquisadores contabilizados pelo diretório do CNPq ter permanecido relativamente constante. Dentre as áreas estratégicas selecionadas, aquelas que apresentaram um maior dinamismo no total dos grupos são as de Farmácia e Saúde Coletiva. A primeira tem um nítido caráter aplicado indutor da geração de inovações para insumos em saúde, já a segunda revela a possibilidade de articular estas inovações às demandas definidas em função do quadro sanitário-epidemiológico nacional. Em termos do crescimento do número de pesquisadores entre 2000-2014, destacam-se as áreas de Farmácia, Saúde Coletiva, Genética, Fisiologia e Morfologia. No tocante à formação em nível de doutorado, o número de doutores titulados em programas de pós-graduação vinculados às áreas

selecionadas aumentou de 509 para 1.291 entre 2000 e 2013, equivalendo a um crescimento de 154%. Dentre as áreas consideradas, um maior número de doutores titulados era observado nas áreas de Saúde Coletiva, Farmácia, Bioquímica e Genética, e as áreas que apresentaram um maior crescimento no número de doutores titulados entre 2000-2013 foram as de Farmácia, Imunologia, Microbiologia, Fisiologia e Saúde Coletiva.

Em quarto lugar, a análise das formas de articulação de grupos de pesquisa com a base produtiva, em áreas mais diretamente relacionadas com o avanço do conhecimento na área da saúde, permite evidenciar um maior número de grupos interativos nas áreas de Saúde Coletiva, Genética, Bioquímica, Microbiologia e Farmácia. Entre 2010 e 2014, observa-se nas áreas selecionadas um crescimento expressivo de 308% no total de grupos interativos, com destaque para o aumento das áreas de Fisiologia, Parasitologia, Morfologia, Biofísica e Imunologia. O percentual de grupos interativos em relação ao total de grupos em 2014 nas áreas selecionadas atingia 34%, sendo mais elevado do que o observado para o conjunto das áreas de saúde e para o total geral das áreas, destacando-se neste sentido as de Genética, Microbiologia, Parasitologia e Farmacologia.

Entretanto, apesar do crescimento dos grupos de pesquisa interativos e da produção científica em saúde, as evidências indicam que este crescimento não se refletiu diretamente em uma maior articulação com o setor produtivo responsável pelo desenvolvimento de inovações a serem introduzidas no mercado. De fato, enquanto as “áreas críticas” para a inovação em saúde selecionadas eram responsáveis por 41% de participação em periódicos internacionais, em 2010, 11% dos grupos (em 2014) e 14% dos grupos interativos (também em 2014), apontavam para um percentual de 10,2% de empresas articuladas a grupos daquelas áreas, informações relativas a 2010. Nesse sentido, assim como Guimarães ^{4,5}, Albuquerque & Cassiolato ⁹ apontam como evidência importante do caráter imaturo do Sistema Nacional de Inovação em Saúde brasileiro o predomínio do avanço do conhecimento no ambiente acadêmico e a participação relativamente pequena do setor industrial privado. Destaca-se, nesse contexto, a importância do conhecimento desenvolvido em instituições de pesquisa para a dinamização do complexo produtivo da saúde, sobretudo em seus componentes de caráter biotecnológico, como medicamentos, vacinas e dispositivos diagnósticos.

Embora a interação academia/empresa na área de saúde com vistas à inovação seja ainda limitada, é sabido também que nos últimos anos tal interação tem aumentado, seja pela necessidade de financiamento externo das universidades e de obtenção de conhecimento externo pelas empresas, pela melhoria do quadro legal (por exemplo, a *Lei da Inovação*, de 2004) ou ações recentes do Governo Federal (como a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial – Embrapii e do Programa Nacional de Plataformas do Conhecimento).

Os resultados apontam para um crescimento expressivo dos grupos de pesquisa com relacionamentos com o setor produtivo nas áreas selecionadas, havendo sinais positivos em comparação com o quadro anterior, no qual o crescimento destes grupos apresentava-se desconectado de uma maior articulação com o setor produtivo responsável pelo desenvolvimento de inovações a serem introduzidas no mercado. Esse processo tende a se intensificar em função do caráter estratégico de avanços em determinados campos do conhecimento técnico-científico, e pela crescente sofisticação das atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) necessárias à geração de inovações. O fortalecimento dessas articulações constitui um mecanismo importante para o desenvolvimento de competências técnico-produtivas em áreas estratégicas do complexo industrial da saúde. Além disso, o acúmulo de capaci-

tações com nível de excelência, em determinadas áreas científicas em saúde no Brasil – ilustrado pelo crescimento da participação dessas áreas no total de publicações internacionais – pode operar como fator de fortalecimento de capacitações inovativas, desde que estes campos se articulem com o setor produtivo para o desenvolvimento de novos produtos e processos.

Conclusões

A transferência de conhecimentos entre a esfera científica e o setor produtivo assume particular relevância na área de saúde por uma série de razões. Os conhecimentos gerados com base na infraestrutura científica e tecnológica na área da saúde alimentam um fluxo de inovações importantes, que tendem a moldar a própria forma de operação dos serviços de saúde e das práticas médicas, seja por meio do uso de novos medicamentos, equipamentos médicos ou novos procedimentos clínicos.

Em primeiro lugar, essa transferência viabiliza o desenvolvimento de produtos e serviços que possibilitam enfrentar diversos problemas relacionados a especificidades do quadro fitossanitário brasileiro. Em segundo, o fortalecimento dessas articulações constitui um mecanismo importante para a dinamização de diversas atividades que se integram ao complexo industrial da saúde, possibilitando o desenvolvimento de competências técnico-produtivas em áreas estratégicas. Em terceiro lugar, o acúmulo de capacitações com nível de excelência, em determinadas áreas científicas em saúde no Brasil, pode operar como fator de fortalecimento de capacitações inovativas, desde que articuladas com o setor produtivo para o desenvolvimento de novos produtos e processos. A análise mostra que o país tem uma ampla gama de instituições que contam com grupos consolidados de pesquisa na área da saúde. A importância dessa infraestrutura científica se revela na participação crescente e relevante do país na produção científica em termos de publicações internacionais. Entretanto, uma questão crítica para a inserção brasileira em novas plataformas tecnológicas estratégicas para a inovação em saúde se refere à superação do descompasso existente entre o grau de capacitação científica e a limitada capacidade de inovação existente hoje no setor produtivo, envolvendo, portanto, uma dinamização das articulações estabelecidas entre o Sistema Nacional de Inovação em Saúde e o CEIS.

Os resultados apontam para um crescimento expressivo dos grupos de pesquisa com relacionamentos com o setor produtivo nas

áreas selecionadas, havendo alguns sinais positivos em comparação com o quadro anterior. Nesse aspecto, é importante dar continuidade e aprofundar as políticas implementadas, no sentido da construção de pontes mais sólidas e permanentes entre empresas, instituições de pesquisa e sistema de saúde. Reforça-se também a importância do conhecimento desenvolvido em instituições de pesquisa para a dinamização do complexo produtivo da saúde ⁷, em particular em seus componentes de caráter biotecnológico, como medicamentos, vacinas e dispositivos diagnósticos.

A análise também aponta para ações importantes visando à dinamização do sistema de inovação em saúde. Há também evidências de que os relacionamentos dos grupos de pesquisa em saúde privilegiam três tipos de agentes principais:

(1) órgãos da administração pública, com ênfase naqueles prestadores de serviços de saúde, como hospitais; (2) relacionamentos entre instituições de ensino e instituições especializadas em P&D, envolvendo, na prática, relacionamentos “internos” ao ambiente acadêmico; (3) relacionamentos com setores especializados na produção de insumos em saúde, como medicamentos, insumos farmoquímicos e materiais médicos e odontológicos. Uma análise mais detalhada da evolução desses relacionamentos – contemplando uma combinação dos recortes regional e por campo de especialização – pode apontar na direção de especificidades, potencialidades e estrangulamentos, com implicações importantes na formulação de políticas indutoras de processos inovativos no interior do complexo produtivo da saúde.

Colaboradores

M. A. Vargas participou da concepção e desenho do artigo, coleta, análise e interpretação dos dados, redação, revisão crítica de seu conteúdo e aprovação da versão final para publicação. J. Britto teve substancial contribuição na concepção e desenho do artigo, análise e interpretação dos dados, revisão crítica relevante do conteúdo intelectual e aprovação da versão final para publicação.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos pareceristas anônimos pelas sugestões e críticas pertinentes. Eventuais erros e/ou omissões, porém, são de inteira responsabilidade dos autores.

Referências

1. Albuquerque EM, Souza SGA, Baessa AR. Pesquisa e inovação em saúde: uma discussão a partir da literatura sobre economia da tecnologia. *Ciênc Saúde Coletiva* 2004; 9:277-94.
2. Gelijns AC, Rosemberg N. The changing nature of medical technology development. In: Rosemberg N, Gelijns AC, Dawkins H, editors. *Sources of medical technology: universities and industry*. Washington DC: National Academy Press; 1995. p. 3-14.
3. Britto J, Vargas MA, Gadelha C, Costa L. Capacitação científico-tecnológica e articulação entre grupos de pesquisa na saúde. *Rev Saúde Pública* 2012; 46:41-50.
4. Guimarães R. Desafios da pós-graduação em saúde humana no Brasil. *Rev Saúde Pública* 2011; 45:1-13.

5. Guimarães JA. A pesquisa médica e biomédica no Brasil: comparações com o desempenho científico brasileiro e mundial. *Ciênc Saúde Coletiva* 2004; 9:303-27.
6. Gadelha CAG. O complexo industrial da saúde e a necessidade de um enfoque dinâmico na economia da saúde. *Ciênc Saúde Coletiva* 2003; 8:521-35.
7. Gadelha CAG, Vargas MA, Maldonado J, Barbosa P, Costa L. A dinâmica do sistema produtivo da saúde: inovação e complexo econômico-industrial. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2012.
8. Vargas MA, Gadelha C, Maldonado J, Costa L. Inovação na indústria química e biotecnológica em saúde: em busca de uma agenda virtuosa. *Rev Saúde Pública* 2012; 46:37-40.
9. Albuquerque EM, Cassiolato JE. As especificidades do sistema de inovação do setor saúde: uma resenha da literatura como introdução a uma discussão sobre o caso brasileiro. Belo Horizonte: Federação de Sociedades de Biologia Experimental; 2000. (Estudos FeSBE, 1).

Abstract

Characterization of the scientific and technological infrastructure in health and its interactions with the industrial sector provides key elements for understanding the dynamics of innovation in health. This study conducts an exploratory analysis of the potentialities and limitations associated with scientific and technological capabilities in the health area in Brazil and the different links between the scientific and industrial sectors in health. The analysis points to important growth in internationally indexed research output, especially in certain areas such as pharmaceuticals, collective health, genetics, morphology, physiology, and microbiology. There has also been important growth in research groups that interact with the industrial sector in selected areas of health. The study highlights the importance of building more solid and permanent bridges between companies, research institutions, and the health system, linking the knowledge developed in research institutions to the dynamics of the industrial sector in health.

Scientific Research and Technological Development; Policies and Cooperation in Science, Technology and Innovation; Scientific Publication Indicators; Sustainable Development; Innovation

Resumen

La caracterización de la infraestructura científica y tecnológica en el área de la salud, y de sus formas de coordinación con el tejido productivo, representan elementos centrales en la comprensión de la dinámica de innovación en salud. Este estudio realiza un análisis exploratorio sobre las potencialidades y limitaciones asociadas a las capacitaciones científicas y tecnológicas en el área de la salud en Brasil, y las formas de colaboración entre la base científica y productiva en salud. El análisis apunta al crecimiento expresivo de la producción bibliográfica con difusión internacional en el campo de la salud, particularmente en determinadas áreas como farmacia, salud colectiva, genética, morfología, fisiología y microbiología. Asimismo, se observa un crecimiento expresivo de los grupos de investigación con relaciones en el sector productivo en áreas seleccionadas de la salud. Se destaca la importancia de la construcción de puentes más sólidos y permanentes entre empresas, instituciones de investigación y sistema de salud, colaborando el conocimiento desarrollado en instituciones de investigación con la dinamización de la base productiva en salud.

Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico; Políticas y Cooperación en Ciencia, Tecnología e Innovación; Indicadores de Producción Científica; Desarrollo Sostenible; Innovación

Recebido em 15/Dez/2014
Versão final reapresentada em 01/Fev/2016
Aprovado em 12/Fev/2016