

Interação universidade-empresa: o caso da Universidade Federal de Juiz de Fora – Minas Gerais

Eduardo Gonçalves

Professor Adjunto da Faculdade de Economia - UFJF

eduardo.goncalves@ufjf.edu.br

Rua José Lourenço Kelmer, s/n - Campus Universitário

Bairro São Pedro - CEP: 36036-330 - Juiz de Fora - MG

Laura de Carvalho Schiavon

Bolsista de Iniciação Científica da Faculdade de Economia - UFJF

lauracschiavon@gmail.com

Rua José Lourenço Kelmer, s/n - Campus Universitário

Bairro São Pedro - CEP: 36036-330 - Juiz de Fora – Minas Gerais

Resumo: Esse artigo aborda os mecanismos de interação universidade-empresa, enfatizando iniciativas que promovem a criação de empresas de base tecnológica na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Indicadores quantitativos e qualitativos referentes à infra-estrutura científica e tecnológica e a programas de suporte ao empreendedorismo de base tecnológica na UFJF são usados como evidências do aumento da interação universidade-empresa. Entre outros resultados, os indicadores mostram significativo aumento do número de programas de pós-graduação e de produção científica em áreas tecnológicas que, conjugados com políticas públicas que fomentam o empreendedorismo acadêmico, podem contribuir para maior transferência de tecnologia para o setor produtivo.

Palavras-chave: Interação Universidade-Empresa; Transferência de Tecnologia; Empreendedorismo Acadêmico; UFJF; Minas Gerais.

Área para submissão: Área 2 - Economia Mineira

Interação universidade-empresa: o caso da Universidade Federal de Juiz de Fora – Minas Gerais

1. Introdução

Esse artigo parte do princípio de que universidades podem contribuir para o desenvolvimento econômico regional a partir de diferentes estímulos, como: formação de capital humano; criação de conhecimento advindo da pesquisa científica; transferência de conhecimento existente através de assistência técnica; geração de inovação tecnológica; realização de investimentos com rebatimentos diretos e indiretos sobre diversos setores econômicos locais; formação de lideranças regionais e governamentais; e desenvolvimento de uma infra-estrutura regional de conhecimento (Goldstein, 2009).

O potencial de Juiz de Fora para criar e sustentar empreendimentos de base tecnológica foi avaliado na década de 90 por Gonçalves e Diniz (1999). Os autores destacaram que, além das características urbanas favoráveis e vantagens locacionais, a cidade dispunha de uma embrionária base de pesquisa, que poderia se constituir, no caso de sua consolidação, em alternativa aos surtos industriais caracterizados como exógenos e não-integrativos da base produtiva ao longo do século XX.

Dentre os fatores condicionantes para criação de empresas de base tecnológica, os autores assinalaram pontos positivos e negativos da infra-estrutura de pesquisa em Juiz de Fora. Como fator limitante, foi destacado o pequeno número de instituições indutoras de inovações tecnológicas na cidade, que estariam limitadas ao Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (EMBRAPA), ao Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT-EPAMIG) e à Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). O papel de âncora da UFJF, em termos de liderança na geração e expansão do número de empresas de base tecnológica, foi analisado em função de três aspectos: 1) existência de postura favorável à aproximação do setor produtivo; 2) número de pesquisadores qualificados que realizassem pesquisas aplicadas, passíveis de transferência para o setor produtivo; 3) existência de estrutura regulatória para a interação entre meio universitário e empresarial.

Quanto ao primeiro ponto, destacou-se que houve mudança de postura da UFJF, sendo mais favorável à aproximação do setor produtivo, com a criação do Centro Regional de Transferência de Tecnologia (CRITT). Isso contrastava com as sucessivas décadas em que a instituição se limitou aos papéis tradicionais de ensino, sem a devida importância para a pesquisa acadêmica. Em relação ao segundo ponto, mostrou-se que a proporção do corpo docente com titulação de doutorado era baixa, perfazendo 13,5% do quadro de professores em 1996, embora houvesse mais do que dobrado entre 1989 e 1996.

No que tange ao terceiro aspecto, a UFJF havia dado seus primeiros passos para estruturar normas que mediassem a relação com o setor produtivo, mas não possuía ainda escritórios de transferência de tecnologia e/ou patenteamento de invenções para resguardar a propriedade intelectual do seu quadro de pesquisadores. Da mesma forma, a ausência de um aparato legal nacional, dificultava a criação de normas para regular aspectos como o tempo de dedicação dos docentes às atividades de consultoria, a possibilidade de afastamento do docente para criação de empresas de base tecnológica, a necessidade de contornar possíveis conflitos entre preservar o segredo industrial e o desejo da universidade em publicar os resultados da pesquisa e o percentual de *royalties* a ser destinado às universidades no caso de transferências tecnológicas entre universidades e empresas.

Nesse sentido, como a UFJF assume importância primordial para estratégias de desenvolvimento local que são baseadas em maior conteúdo de conhecimento científico e tecnológico, é preciso reavaliar alguns dos aspectos acima ao longo da década de 2000, bem como destacar novos elementos relativos ao processo de construção de um ambiente regional inovativo devidos à atuação da UFJF. Particularmente, a ênfase é colocada sobre iniciativas

de construção de um ambiente institucional local adequado a inovações tecnológicas, sobre seu potencial para geração de empresas intensivas em conhecimento científico e tecnológico, além de outras características da infra-estrutura científica e tecnológica da UFJF e evidências da interação dessa infra-estrutura com o meio produtivo local.¹

Para tal, esse artigo é dividido em mais três seções, além dessa introdução. Na segunda, são abordados aspectos teóricos da relação universidade-empresa e dos mecanismos pelos quais ocorrem a transferência de tecnologia. Na terceira, o caso da UFJF é explorado, destacando-se a evolução do quadro docente, dos programas de pós-graduação *stricto sensu* e de indicadores de oferta e demanda científica, além do aparato institucional erigido para fomentar o empreendedorismo de base tecnológica.

2. Interação Universidade-Empresa e Mecanismos de Transferência de Tecnologia: Uma Breve Revisão da Literatura

Segundo Mowery e Sampat (2006), as universidades desempenham papel importante nos sistemas de inovação nacionais, contribuindo para o surgimento de produtos economicamente relevantes, que variam ao longo do tempo e entre as indústrias. Particularmente, as universidades provêem informação científica e tecnológica aumentando a eficiência dos gastos de P&D aplicada, aperfeiçoam equipamentos e instrumentação, geram capital humano, estabelecem redes de capacidades científicas e tecnológicas que colaboram para difusão do conhecimento e desenvolvem protótipos de novos produtos e processos.

Tradicionalmente, a visão de que as universidades são predominantemente fontes de capital humano e de conhecimento útil, ou seja, provedoras de ensino e pesquisa básica, evoluiu para outra em que as universidades deveriam assumir papel crescente no desenvolvimento econômico, através da criação de conhecimento científico e tecnológico e, conseqüentemente, inovação. Nesse sentido, a universidade tornar-se-ia empreendedora (Etzkowitz, 1998; Etzkowitz *et al.*, 2000) e constituiria uma das três hélices do modelo Hélice Tripla, que envolve a colaboração crescente entre as esferas públicas (governo), privada (empresas) e acadêmica (universidades) para fins de geração de inovações (Etzkowitz e Leydesdorff, 1997).

O novo papel da universidade implica maior tendência de capitalização ou comercialização do conhecimento, que, em parte, foi favorecida pelo aumento da competição das universidades por recursos, devido à descentralização dos centros de pesquisa, e pela aproximação da pesquisa acadêmica da inovação tecnológica e vice-versa. Assim, as universidades passaram a visar não somente a publicação dos resultados de pesquisa, como forma de aumentar sua credibilidade, mas também a arrecadação de fundos a partir dos mesmos, sob uma ótica empreendedora. Nesse contexto, aumenta a importância “cientista empreendedor”, que busca arrecadar fundos de agências externas para promover pesquisa dentro da universidade (Etzkowitz, 1998).

A tendência de transformar conhecimento em mercadoria faz surgir alguns dualismos que envolvem: a necessidade de resguardar o conhecimento novo por segredo ou patente versus a necessidade acadêmica de publicação; o foco na pesquisa básica versus pesquisa aplicada. Em alguns casos, o “cientista empreendedor” passou a ser visto de forma negativa, como “menos acadêmico”, embora, segundo Etzkowitz (1998), a habilidade de escrever bons projetos e conseguir fundos de pesquisa seja essencial para a continuidade da pesquisa, o que tem diminuído a conotação negativa do tema.

¹ Na análise sobre a pós-graduação da UFJF, a ênfase recairá sobre programas cujos professores, alunos e resultados de pesquisas podem ser transferidos para o setor produtivo, originando novos produtos, processos e empresas de base tecnológica. Os programas com maior potencial segundo esses critérios são aqueles vinculados às áreas de Ciências Exatas e da Terra, Computação/Informática, Engenharias, Ciências da Vida e Ciências Agrárias, chamadas aqui de “áreas tecnológicas”.

Ao analisar os tipos de firmas promovidas por cientistas, Shinn e Lamy (2006) destacam três categorias. Na primeira, os cientistas “acadêmicos” conduzem sua agenda de pesquisa de forma totalmente independente dos interesses empresariais, são fortemente voltados para a pesquisa básica, tendo a universidade como compromisso central. Nesse caso, estariam dominados pela visão mertoniana da ciência (Merton, 1973) e os seus empreendimentos priorizam o valor da ciência acima dos resultados econômicos. A abertura de uma firma para esse cientista amplia a sua rede de contatos, melhora sua reputação, contribui para conquista e promoções no centro de pesquisa; mantém ou amplia o número de publicações. Todas essas conquistas ocorrem sem penalização da pesquisa básica e das publicações, uma vez que não há tensão entre interesses acadêmicos e empresariais e que a autonomia acadêmica permanece relativamente elevada.

Na segunda categoria, estariam incluídos os cientistas “pioneiros” que representam o extremo oposto dos “acadêmicos”. Identificam-se totalmente com os objetivos da empresa, o mercado determina seu calendário e seus tópicos de pesquisa, publicações vinculam-se às inovações. Com a abertura da firma, há geralmente afastamento do meio acadêmico; enfraquecimento da relação empresa-universidade, com surgimento de diversas tensões; dispêndio de menor tempo no laboratório em favor da empresa; redução de participação na comunidade científica; condução de pesquisa aplicada, sendo que a firma não está a serviço da ciência. Dentre as tensões surgidas, são citadas: questionamentos a respeito da ética de seu empreendimento; inexistência de promoções pessoais ou de concessão de prêmios no ambiente acadêmico; e desrespeito por parte de colegas.

Na terceira categoria, os cientistas denominados de “janus” cuidam das duas perspectivas, empresa e ciência. É o grupo que trabalha efetivamente na produção de conhecimento comercial, sendo a categoria menos afetada por tensões entre universidade e empresa. A dedicação entre a firma e a ciência é alternada, porque reconhecem que é impossível ser cientista e empreendedor ao mesmo tempo. Esses cientistas estão menos preocupados com o mérito da pesquisa do que os “acadêmicos” e são mais flexíveis do que os “pioneiros” em relação às firmas. Nesse caso reina a divisão do trabalho entre ciência e empresa, com reconhecimento de que ambos são autônomos. Há sinergia entre a pesquisa empresarial e acadêmica, sendo que o aprendizado acadêmico está a serviço da empresa e o aprendizado industrial nutre igualmente a pesquisa acadêmica. Quando há o máximo de sinergia e o mínimo de tensão entre a academia e a empresa, além da autonomia do cientista ser elevada, a produção científica é alta e os benefícios são compartilhados entre empresas e universidades. Segundo os autores, o grupo “janus” é o perfil mais promissor e o meio mais efetivo de transmissão de conhecimento entre empresa e universidade.

Há vários meios pelos quais a universidade pode transferir conhecimento: *spin-offs* e *start-ups*, licenciamento, contratação de pesquisa, consultoria e mobilidade de acadêmicos e pesquisadores (Wright *et al.*, 2008). Segundo os autores, a transferência de conhecimento é mais efetiva quando as pesquisas procuram atender à economia local, em relação à busca em áreas de pesquisa internacionalmente conhecidas.

Siegel *et al.* (2007) também destacam o grande crescimento das atividades de empreendedorismo nas universidades, através de patenteamento, licenciamento, parceria com empresas privadas para pesquisa e criação de *spin-offs*. O interesse em *spin-offs* universitários tem se tornado cada vez maior, especialmente na Europa e nos Estados Unidos, devido às mudanças legislativas, a políticas públicas e à criação de centros de transferência de tecnologia nas universidades. Com base em Zahra *et al.* (2007), os autores enfatizam que o surgimento de *spin-offs* está condicionado a três fatores ligados a uma “capacidade de conversão de conhecimento”: i) concepção e visão de aplicações do conhecimento; ii) configuração e desenho de possíveis produtos e aplicações; e (iii) incorporação do conhecimento ao produto. Clarysse *et al.* (2007) destacam o crescimento no número de *spin-*

offs acadêmicos e sugerem três causas. Em primeiro lugar, o fortalecimento dos direitos de propriedade intelectual para os escritórios de transferência de tecnologia nas universidades. Em segundo lugar, a pressão das instituições de pesquisa pela comercialização dos resultados de pesquisa através de licenciamento ou criação de *spin-offs*. Em terceiro lugar, a disponibilidade de recursos públicos ajudou a enfrentar o problema da escassez de financiamento.

Ndonzuau *et al.* (2002) buscam entender o processo de criação de *spin-offs* universitários do ponto de vista das universidades e das autoridades locais. A partir de casos de sucesso, os autores construíram um modelo geral do processo de transformação dos resultados de pesquisa em valor econômico. Foram identificados quatro estágios básicos dessa transformação. O primeiro consiste em gerar idéias de negócios a partir de pesquisa. O segundo, em desenvolver projetos oriundos das idéias geradas. O terceiro, em criar *spin-offs* baseados nos projetos desenvolvidos. O quarto, em fortalecer o processo de agregação de valor econômico aos produtos da pesquisa através das firmas criadas. É importante ressaltar o processo de seleção de insumos que existe a cada etapa, selecionando, primeiramente, as idéias com possibilidade de comercialização e, em seguida, as mais promissoras para receberem um projeto. Finalmente, os melhores projetos são eleitos para se tornarem *spin-offs*, que passarão por um período de amadurecimento.

Para o desenvolvimento do primeiro estágio, duas grandes dificuldades são encontradas. A primeira é a cultura acadêmica, que pode focar somente a pesquisa para fins de aumento do conhecimento da humanidade, sendo distanciada da aplicação prática e reconhecendo essencialmente a publicação e o ensino como formas de exploração do conhecimento. A segunda é a dificuldade na identificação e na avaliação de idéias com potencial para comercialização, devido à falta desse costume dentro das universidades.

Quanto ao segundo estágio, os principais problemas encontrados são a proteção das idéias, havendo dificuldade para identificar os donos dos direitos e para proteger eficientemente a inovação, o desenvolvimento do projeto de negócio, que envolve conhecimentos técnicos e comerciais, e o financiamento.

O terceiro estágio envolve dois tipos de obstáculos: o acesso a recursos tangíveis (capital e material) e intangíveis (recursos humanos); e o estabelecimento da relação entre a universidade e o *spin-off*, que, apesar de usualmente se separar da instituição de origem, mantém uma relação próxima com a mesma, da qual surgem conflitos de interesses em nível pessoal (entre a universidade e os pesquisadores) e institucional.

No estágio final, duas principais dificuldades são encontradas. A primeira está relacionada à economia local, que pode ter limitações para fornecer infra-estrutura adequada, profissionais qualificados e recursos suficientes. A segunda refere-se à não exploração do potencial total dos projetos tecnológicos, devido a dificuldades no processo de amadurecimento do *spin-off*.

Link *et al.* (2007) afirmam que há maior propensão de pesquisadores universitários à transferência informal de tecnologia, dada por meios não formais de comunicação. Considera-se como transferência formal de tecnologia aquela realizada através de mecanismos legais, como patentes, licenças ou royalties. Os modos informais de transferência de tecnologia seriam: transferência comercial de tecnologia, publicações com cientistas da indústria e consultoria industrial.

Os pesquisadores buscam basicamente reconhecimento na comunidade científica, através de publicações, ganhos financeiros pessoais e para pesquisa. Conseqüentemente, tornam-se muito importantes os incentivos da universidade para a produção e comercialização tecnológica, como a distribuição de *royalties* de uma nova tecnologia e as políticas de progressão na carreira. Os autores descrevem também outros fatores que influenciam a transferência de tecnologia, como a burocracia, a divisão de direitos de propriedade

intelectual, a qualidade da instituição, as redes sociais, o capital humano e a transferência de conhecimento tácito, fatores culturais da faculdade, o tamanho do grupo de pesquisadores, a dificuldade de negociação das empresas com os centros de transferência de tecnologia e os vínculos da universidade com as indústrias.

As evidências mostraram que homens, pessoas com cargos vitalícios e com bolsa de pesquisa têm maior probabilidade de se envolver com transferência informal de tecnologia. Uma interpretação para tal evidência é a de que a indústria busca pesquisadores conceituados, preferindo, portanto, aqueles com as duas últimas características citadas.

Os autores concluem que: (1) devido à frequência com que ocorre a transferência informal de tecnologia, as universidades podem estar explorando pouco essa potencial fonte de recurso; (2) as instituições de ensino devem se preparar para promover membros envolvidos em transferência formal de tecnologia; (3) há uma tensão entre as atividades financiadas por bolsas, cujos fins são o aprimoramento da ciência, e as atividades de transferência formal de tecnologia, voltada para a aplicação; e (4) a transferência informal de tecnologia tem maior probabilidade de ocorrer do que a formal. Conseqüentemente, é sugerido que as universidades revejam suas políticas de incentivo à transferência de tecnologia, instigando que os membros da faculdade o façam como profissionais da própria instituição e não apenas como consultores. Propõe-se também uma revisão na forma de divisão de *royalties*, a favor dos membros da faculdade, e um maior incentivo à transferência formal de tecnologia, para uma maior arrecadação de recursos.

Siegel *et al.* (2007) revelam também que, de acordo com diversos estudos citados, o engajamento de pesquisadores em atividades de empreendedorismo não compromete suas performances em publicações. Pelo contrário, há uma tendência de crescimento de ambos concomitantemente, o que lembra a categoria “janus” abordada anteriormente. Por outro lado, observa-se um conflito entre o sistema tradicional de recompensas das universidades, focado em publicações, e o sistema focado na transferência de tecnologia e nas pesquisas aplicadas. Dessa maneira, cabe às universidades incorporar às suas atividades a comercialização de pesquisa acadêmica.

Ao delinear políticas de transferência de tecnologia, destaca-se a importância de observar as especificidades da região, como seu nível de desenvolvimento, os tipos de indústria, os tamanhos das mesmas e suas diferentes demandas. Faz-se importante também o incentivo de autoridades regionais e a formação de redes de integração entre instituições da região. Ao mesmo tempo, observa-se o crescimento da importância dos escritórios de transferência de tecnologia, assumindo papel estratégico como “empreendedores institucionais”, protegendo, propagando e influenciando a geração de novas tecnologias. Com base em Colyvas *et al.* (2002), as atividades de escritórios de transferência de tecnologia são ainda mais importantes em locais em que as ligações entre a academia e a indústria são fracas.

Ao analisar o caso bem sucedido da Universidade Waterloo no Canadá, Bramwell e Wolfe (2008) consideram as universidades como agentes econômicos multifacetados, produtoras de conhecimento, geradoras de capital humano e importantes construtoras e perpetuadoras dos fluxos regionais de conhecimento. De acordo com os autores, as universidades exercem impactos positivos na economia local não somente por gerar conhecimento comercializável e formar pesquisadores qualificados, como por desenvolver outros mecanismos de transferência de conhecimento, como a atração de profissionais capacitados e a colaboração com a indústria local por meios formais e informais. Portanto, pode-se dinamizar a interação entre as universidades e as empresas por meio de iniciativas públicas e pelo estímulo ao empreendedorismo acadêmico.

3. O caso da Universidade Federal de Juiz de Fora

3.1. Evolução do Número de Docentes, Pesquisadores e Alunos

A UFJF apresentou aumento de 379% do total de docentes doutores no período 1997-2009, enquanto o número de mestres caiu 39% e o número de professores apenas graduados ou com especialização caiu 72%, por causa do esforço de capacitação docente no período. Nota-se que também houve aumento do número total de docentes de 718 para 783. Isso explicaria, em parte, a evolução favorável da proporção de doutores à medida que estes já são absorvidos pela UFJF com tal titulação (Tabela 1).

Tabela 1: Evolução do número de docentes segundo a titulação da Universidade Federal de Juiz de Fora. Período: 1997-2009

	Doutores			Mestres			Outros			Total		
	1997	2009	Var.	1997	2009	Var. %	1997	2009	Var. %	1997	2009	Var. %
Univ. Federal de Juiz de Fora	109	522	379%	274	168	-39%	335	93	-72%	718	783	9%

Fonte: elaboração própria a partir de dados da UFJF.

A Tabela 2 apresenta crescimento expressivo do número de doutores das áreas de engenharias e medicina/odontologia entre 2000-2007, da ordem de 104% para ambos, embora outras áreas de conhecimento passível de transferência para o setor produtivo também apresentem crescimento, variando entre 40 e 59%.

Tabela 2: Distribuição dos docentes doutores da UFJF por áreas de conhecimento. Período: 2000-2007.

Unidades	Número de docentes doutores			Variação %		
	2000	2005	2007	2000/2005	2005/2007	2000/2007
Engenharias	28	53	57	89	8	104
Ciências Exatas e da Terra	46	65	70	41	8	52
Farmacia e Bioquímica	10	13	14	30	8	40
Biologia	27	40	43	48	8	59
Medicina/Odontologia	28	47	57	68	21	104
Outros	87	170	228	95	34	162
Total	226	388	469	72	21	108

Fonte: Anuários Estatísticos da UFJF.

Compatível com a evolução da titulação do quadro docente da UFJF, o número de alunos de mestrado aumentou 3,7 vezes no período 2000-2007, enquanto o número de alunos de doutorado evoluiu de zero para 83 no mesmo período (Tabela 3). Tal evolução é necessária para criação de massa crítica mínima nas áreas tecnológicas, como mostra a Tabela 4.

Tabela 3: Evolução do número de alunos de mestrado e doutorado por áreas de conhecimento da UFJF

Unidades	2000		2005		2007	
	Mestrado	Doutorado	Mestrado	Doutorado	Mestrado	Doutorado
Engenharias	6	0	35	0	21	0
Instituto de Ciências Exatas	6	0	40	0	51	26
Farmacia e Bioquímica	0	0	0	0	0	0
Biologia	17	0	21	0	80	0
Medicina/Odontologia	0	0	24	0	68	14
Outros	105	0	232	36	277	43
Total	134	0	352	36	497	83

Fonte: Anuários Estatísticos da UFJF.

Tabela 4: Evolução da população e do número de doutores em áreas tecnológicas* por cidades selecionadas. Período: 1996-2008

Cidades	Doutores			População		Doutores por 10 mil hab.	
	1996	2008	Varição	1996	2007	1996	2008
São Paulo - SP	3.350	4.281	28%	9.839.066	10.886.518	3,40	3,93
Rio de Janeiro - RJ	1.802	2.820	56%	5.551.538	6.093.472	3,25	4,63
Porto Alegre - RS	983	1.330	35%	1.288.879	1.420.667	7,63	9,36
Campinas - SP	1.112	1.317	18%	908.906	1.039.297	12,23	12,67
Recife - PE	534	1.020	91%	1.346.045	1.533.580	3,97	6,65
Belo Horizonte - MG	609	992	63%	2.091.371	2.412.937	2,91	4,11
Curitiba - PR	434	924	113%	1.476.253	1.797.408	2,94	5,14
Florianópolis - SC	488	774	59%	271.281	396.723	17,99	19,51
Ribeirão Preto - SP	520	731	41%	456.252	547.417	11,40	13,35
Fortaleza - CE	274	697	154%	1.965.513	2.431.415	1,39	2,87
Salvador - BA	257	560	118%	2.211.539	2.892.625	1,16	1,94
Belém - PA	188	512	172%	1.144.312	1.408.847	1,64	3,63
Brasília - DF	295	500	69%	1.821.946	2.455.903	1,62	2,04
Niterói - RJ	322	475	48%	450.364	474.002	7,15	10,02
Manaus - AM	151	430	185%	1.157.357	1.646.602	1,30	2,61
Goiânia - GO	107	415	288%	1.003.477	1.244.645	1,07	3,33
São José dos Campos - SP	309	411	33%	486.167	594.948	6,36	6,91
Piracicaba - SP	358	407	14%	302.886	358.108	11,82	11,37
Natal - RN	164	400	144%	656.037	77.423	2,50	51,66
João Pessoa - PB	149	297	99%	549.363	674.762	2,71	4,40
Uberlândia - MG	118	275	133%	438.986	608.369	2,69	4,52
Pelotas - RS	86	267	210%	307.667	339.934	2,80	7,85
Campos dos Goytacazes - RJ	0	238	-	389.547	426.154	0,00	5,58
Londrina - PR	114	228	100%	421.343	497.833	2,71	4,58
Campina Grande - PB	107	216	102%	344.730	37.106	3,10	58,21
São José do Rio Preto - SP	70	196	180%	326.315	40.277	2,15	48,66
São Luís - MA	23	189	722%	780.833	957.515	0,29	1,97
Bauru - SP	83	186	124%	292.566	347.601	2,84	5,35
Juiz de Fora - MG	18	176	878%	424.479	513.348	0,42	3,43
Cuiabá - MT	31	165	432%	433.355	52.683	0,72	31,32
Maceió - AL	32	158	394%	723.142	896.965	0,44	1,76
Teresina - PI	0	92	-	655.473	779.939	0,00	1,18
Santo André - SP	0	80	-	624.820	667.891	0,00	1,20
Montes Claros - MG	0	49	-	271.608	352.384	0,00	1,39
Mogi das Cruzes - SP	0	35	-	312.685	362.991	0,00	0,96
São Bernardo do Campo - SP	30	35	17%	660.396	78.139	0,45	4,48
Guarulhos - SP	0	34	-	972.197	1.236.192	0,00	0,28
Vila Velha - ES	0	33	-	297.430	398.068	0,00	0,83
Caxias do Sul - RS	0	31	-	325.694	399.038	0,00	0,78
Joinville - SC	0	21	-	397.951	487.003	0,00	0,43
Duque de Caxias - RJ	0	16	-	715.089	842.686	0,00	0,19
Porto Velho - RO	0	14	-	294.220	369.345	0,00	0,38
Santos - SP	0	13	-	412.243	418.288	0,00	0,31
Sorocaba - SP	0	11	-	431.561	559.157	0,00	0,20
São Gonçalo - RJ	0	10	-	833.379	960.631	0,00	0,10
Aracaju - SE	0	9	-	428.194	520.303	0,00	0,17
BRASIL	16.122	28.764	78%	157.070.163	183.987.291	1,03	1,56

* Áreas tecnológicas: Ciências Agrárias, Ciências Biológicas, Ciências Exatas e da Terra, Engenharias e Ciências da Saúde.

Nota: Por causa da disponibilidade de dados no sítio do IBGE, o indicador de doutores por 10 mil habitantes de 2008, refere-se à divisão do número de doutores de 2008 pela população de 2007.

Fonte: elaboração própria com base em dados da CAPES e IBGE.

O fortalecimento dos programas de pós-graduação *stricto sensu* da UFJF é condição necessária para a consolidação e fortalecimento do surgimento de empresas de base tecnológica para a cidade de Juiz de Fora. Ao lado disso, o crescimento dos programas de

ciências humanas e sociais aplicadas é indispensável para planejar o processo de desenvolvimento tecnológico e gerir iniciativas criadas, tendo em vista que inovação requer competências multidisciplinares para ser bem sucedida.

Embora o crescimento da UFJF nos indicadores selecionados seja expressivo, é preciso ressaltar que a taxa de crescimento dos docentes nas áreas selecionadas precisa se sustentar ao longo do tempo para que Juiz de Fora alcance massa crítica comparável a de outras cidades de médio e grande porte de outras localidades do Brasil. Conforme se observa na Tabela 4, que possui ordenação decrescente pelo número de doutores em 2008, Juiz de Fora possuía 176 doutores em áreas tecnológicas, situando-se abaixo de outras cidades de porte similar (Campina Grande, São José do Rio Preto, Londrina, Uberlândia, São José dos Campos etc.), embora possa ser observada variação positiva de 878% do número de doutores no período 1996-2008. Em relação ao tamanho da população, o indicador de doutores por 10 mil habitantes, revela que Juiz de Fora evoluiu de 0,42 para 3,43.

Em termos de número total de doutores em 2008, destacam-se cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Campinas, Recife, Belo Horizonte e Curitiba, dentro outras. Isso denota elevada concentração de pesquisadores em áreas metropolitanas brasileiras, o que dificulta o processo de desconcentração regional da capacidade de pesquisa universitária em áreas tecnológicas, como já demonstrado em outros trabalhos (Diniz e Gonçalves, 2001). De qualquer forma, a evolução do número total de doutores e do indicador de doutores por habitantes em Juiz de Fora, ainda que estejam abaixo de outras cidades de grande e médio porte, mostram significativa evolução, que é pré-requisito para sustentar o processo de criação de empresas de base tecnológica.

3.2. Indicadores de oferta científica e tecnológica da UFJF

Nessa seção, a produção científica da UFJF, por áreas de conhecimento, é analisada através de artigos publicados em periódicos completos em dois triênios (2000-2002 e 2006-2008). Além da produção científica, a produção técnica do quadro docente é também obtida a fim de obter indícios de interação com o setor produtivo. Esses dados foram obtidos a partir de buscas realizadas pelo Centro de Gestão do Conhecimento Organizacional (CGCO) junto à plataforma Lattes Institucional do CNPq.

A produção científica da UFJF, considerando apenas áreas de conhecimento “tecnológicas”, cresceu 10,4% se comparados os triênios 2000-2002 e 2006-2008 (Tabela 5).² As áreas de conhecimento que mais contribuíram para esse desempenho foram engenharias e ciências biológicas, com crescimento de 78% e 51%, respectivamente. A área de engenharia elétrica apresentou aumento de 171%, enquanto a área de engenharia civil teve 75% de acréscimo. No caso da área de ciências biológicas, microbiologia, morfologia, imunologia e farmacologia apresentam altas taxas de crescimento, mas deve-se enfatizar que a produção do período inicial era muito pequena. Nesse sentido, zoologia parece despontar como área de maior massa crítica, tendo em vista o número de artigos científicos já no início da atual década. Em termos de peso relativo das subáreas científicas, o Quadro 1 evidencia que medicina está presente em todo o período como principal área de todas as publicações, embora sua participação tenha se reduzido de 21% para 15%.

² Como geralmente é enfatizado quando se trabalha com dados de publicações científicas, existem riscos de superestimação de publicações à medida que os artigos podem possuir co-autoria com pares da própria instituição. Entretanto, tanto essa fonte quanto a *Web of Science*, mantido pelo *Institute for Scientific Information* (ISI), estão sujeitos a erros como esse. De qualquer forma, esforço de pesquisa adicional deveria ser realizado para analisar a produção científica da UFJF também por esta última base de dados, cruzando seus resultados com a fonte ora usada nesse artigo.

Tabela 5: Publicações da UFJF em periódicos completos por áreas e subáreas científicas. Período: 2000-2008.

Áreas e subáreas	Publicações em periódicos			Variação %
	2000-2002	2003-2005	2006-2008	2000-2002/2006-2008
Ciências Agrárias	23	25	11	-52,2
Agronomia	0	6	1	-
Ciência e Tecnologia de Alimentos	14	18	4	-71,4
Medicina Veterinária	4	0	3	-25,0
Recursos Florestais e Engenharia Florestal	0	0	1	-
Zootecnia	5	1	2	-60,0
Ciências Biológicas	112	134	169	50,9
Biologia Geral	3	1	0	-100,0
Bioquímica	4	4	6	50,0
Botânica	8	10	15	87,5
Ecologia	5	8	4	-20,0
Farmacologia	5	5	14	180,0
Fisiologia	6	3	5	-16,7
Genética	9	7	8	-11,1
Imunologia	10	18	20	100,0
Microbiologia	2	6	9	350,0
Morfologia	4	10	13	225,0
Parasitologia	9	2	15	66,7
Zoologia	47	60	60	27,7
Ciências da Saúde	328	392	324	-1,2
Educação Física	19	36	47	147,4
Enfermagem	29	22	43	48,3
Farmácia	31	13	22	-29,0
Fisioterapia e Terapia Ocupacional	2	5	11	450,0
Fonoaudiologia	5	3	0	-100,0
Medicina	146	188	117	-19,9
Nutrição	2	4	2	0,0
Odontologia	65	86	49	-24,6
Saúde Coletiva	29	35	33	13,8
Ciências Exatas e da Terra	192	219	188	-2,1
Ciência da Computação	15	14	8	-46,7
Física	83	85	51	-38,6
Geociências	3	9	6	100,0
Química	87	103	112	28,7
Outros	4	8	11	175,0
Engenharias	46	82	82	78,3
Engenharia Biomédica	4	14	3	-25,0
Engenharia Civil	8	19	14	75,0
Engenharia de Produção	6	7	2	-66,7
Engenharia de Transportes	0	0	1	-
Engenharia Elétrica	21	34	57	171,4
Engenharia Mecânica	3	1	1	-66,7
Engenharia Naval e Oceânica	1	0	0	-100,0
Engenharia Sanitária	3	7	4	33,3
Total	701	852	774	10,4

Fonte: Plataforma Lattes a partir de buscas realizadas pelo CGCO/UFJF em 18/3/09.

Quadro 1: Participações das subáreas científicas da UFJF mais frequentes no total de publicações completas em periódicos, 2000-2008.

2000-2002			2003-2005			2006-2008		
Área	Artigos	%	Área	Artigos	%	Área	Artigos	%
Medicina	146	20,83	Medicina	188	22,07	Medicina	117	15,12
Química	87	12,41	Química	103	12,09	Química	112	14,47
Física	83	11,84	Odontologia	86	10,09	Zoologia	60	7,75
Odontologia	65	9,27	Física	85	9,98	Engenharia Elétrica	57	7,36
Zoologia	47	6,70	Zoologia	60	7,04	Física	51	6,59
Farmácia	31	4,42	Educação Física	36	4,23	Odontologia	49	6,33
Enfermagem	29	4,14	Saúde Coletiva	35	4,11	Educação Física	47	6,07
Saúde Coletiva	29	4,14	Engenharia Elétrica	34	3,99	Enfermagem	43	5,56
Engenharia Elétrica	21	3,00	Enfermagem	22	2,58	Saúde Coletiva	33	4,26
Educação Física	19	2,71	Engenharia Civil	19	2,23	Farmácia	22	2,84
Ciência da Computação	15	2,14	Ciência e Tec. de Alimentos	18	2,11	Imunologia	20	2,58
Ciência e Tec. de Alimentos	14	2,00	Imunologia	18	2,11	Botânica	15	1,94
Imunologia	10	1,43	Ciência da Computação	14	1,64	Parasitologia	15	1,94
Genética	9	1,28	Engenharia Biomédica	14	1,64	Engenharia Civil	14	1,81
Parasitologia	9	1,28	Farmácia	13	1,53	Farmacologia	14	1,81

Fonte: Plataforma Lattes a partir de buscas realizadas pelo CGCO/UFJF em 18/3/09.

A área de química ocupa a segunda posição nos três triênios. As áreas que alcançam melhores posições no período são duas: zoologia, que ocupava a quinta posição nos dois primeiros triênios e passa a ser a terceira principal área no triênio 2006-2008; e engenharia elétrica, que de nona passa a quarta principal área em termos de publicações.

O Lattes também pode ser fonte de informação relevante para trabalhos técnicos prestados por pesquisadores de áreas tecnológicas. Nesse item do currículo Lattes, os pesquisadores podem incluir relatórios técnicos relacionados a consultorias, a assessorias, a pareceres e a elaborações de projeto, oferecendo indícios de interação com o setor produtivo, ainda que nem toda informação registrada nesse campo seja necessariamente prestação de serviços a empresas. A Tabela 6 revela que as Ciências da Saúde registram 35% dos trabalhos técnicos elaborados por áreas tecnológicas da UFJF, enquanto as Ciências Biológicas e Engenharias participam com, respectivamente, 25% e 23%. A partir de informações mais desagregadas, nota-se que as subáreas de engenharia civil, botânica, zoologia e engenharia da produção possuem participações elevadas em relação ao total.

Para avaliar as conexões entre o sistema de produção científica e o sistema de produção tecnológica, seria interessante cruzar os dados da produção científica da UFJF, que possui liderança em termos de produção científica da região de Juiz de Fora, com a produção tecnológica da cidade, medida em termos de patentes.

Com base na Tabela 7, nota-se que a maior parte da produção tecnológica deve-se à capital do Estado, com participação de aproximadamente 52%. Juiz de Fora possuía a quarta posição, com 4% do total de patentes do estado no triênio 1999-2001. Pequena parte desses depósitos de patentes estão vinculadas a pessoas jurídicas, uma vez que a presença de inventores individuais é um traço distintivo de subdesenvolvimento tecnológico, do qual Minas Gerais e seus principais municípios não fogem à regra brasileira.

Entretanto, é conveniente salientar que muitas dessas pessoas físicas estão vinculadas, de alguma forma, a empresas. Municípios, como Contagem, possuem sua dinâmica de patenteamento de pessoas jurídicas associada a empresas como Risa-Refratários e Isolantes S.A. ou Belgo-Mineira Bekaert Arames, sendo o segundo município em termos de proporção de patentes de pessoa jurídica, após Belo Horizonte. Nesse ranking, Juiz de Fora assume a terceira posição com 3% de todas as patentes de pessoas jurídicas do Estado de Minas Gerais, com destaque para Becton Dickinson Indústrias Cirúrgicas LTDA (1 patente no período 1999-2001), Belgo Mineira Participação Indústria e Comércio S/A (1), Cronodata Indústria Eletrônica LTDA (2), Indústria e Comércio de Plásticos Santa Maria Ltda (1), Indústria Metalúrgica Moratori LTDA (1), P & M Embalagens LTDA (3) e Universidade Federal de Juiz de Fora (1). A participação de 1,8% de Betim, por sua vez, está fortemente vinculada à presença da FIAT Automóveis.

Tabela 6: Trabalhos técnicos por áreas e subáreas tecnológicas da UFJF, 2000-2008

Áreas e subáreas	2000-2008	%
Ciências Agrárias	3	0,73
Recursos Florestais e Engenharia Florestal	2	0,49
Zootecnia	1	0,24
Ciências Biológicas	104	25,30
Bioquímica	2	0,49
Botânica	36	8,76
Ecologia	10	2,43
Farmacologia	3	0,73
Fisiologia	6	1,46
Genética	2	0,49
Microbiologia	1	0,24
Morfologia	2	0,49
Parasitologia	3	0,73
Zoologia	39	9,49
Ciências da Saúde	147	35,77
Educação Física	7	1,70
Enfermagem	18	4,38
Farmácia	15	3,65
Medicina	30	7,30
Odontologia	25	6,08
Saúde Coletiva	52	12,65
Ciências Exatas e da Terra	61	14,84
Ciência da Computação	21	5,11
Física	1	0,24
Geociências	6	1,46
Química	2	0,49
Outros	31	7,54
Engenharias	96	23,36
Engenharia Biomédica	1	0,24
Engenharia Civil	39	9,49
Engenharia de Produção	36	8,76
Engenharia de Transportes	6	1,46
Engenharia Elétrica	14	3,41
Total	411	100,00

Fonte: Plataforma Lattes a partir de buscas realizadas pelo CGCO/UFJF em 18/3/09.

A produção tecnológica da UFJF medida em termos de patentes é pequena. Em parte, isso é reflexo do passado da UFJF, em que havia pouca ênfase em pesquisa acadêmica de ponta com potencial para aplicação no setor produtivo (Gonçalves, 1998). Portanto, era reduzido o potencial de geração de produtos e processos para o setor produtivo, em relação a outras universidades brasileiras, como a UNICAMP, que sempre tiveram maior tradição e se estruturaram adequadamente para tal, contando com escritórios de transferência de tecnologia e normas mais abrangentes desde muito cedo (Stal, 1995). Entretanto, na década atual essa realidade está sendo substancialmente

modificada, em virtude de iniciativas favoráveis à geração de empreendimentos de base tecnológica.

Tabela 7: Distribuição do número de depósito de patentes por municípios selecionados de Minas Gerais. Período: 1999-2001.

Municípios Selecionados	Total de Patentes	%	Patentes de Pessoa Jurídica	%
Belo Horizonte	733	51,55	153	46,50
Contagem	77	5,41	27	8,21
Uberlândia	60	4,22	8	2,43
Juiz de Fora	58	4,08	10	3,04
Uberaba	27	1,90	3	0,91
Ipatinga	19	1,34	0	0,00
Betim	19	1,34	6	1,82
Total de Minas Gerais	1422	100,00	329	100,00

Fonte: elaboração própria com base em dados do INPI.

Por outro lado, poucas instituições de ensino e pesquisa despontam como patenteadoras no período 1988 a 1996 (Albuquerque, 2003), o que deve ser explicado pela tendência cultural de pesquisadores brasileiros de não resguardar intelectualmente suas descobertas, embora este fato esteja mudando nas últimas décadas. A lista de instituições patenteadoras é a seguinte: UFSCar (2 patentes), UFJF (4), Univ. Estadual de Campinas (158), Univ. Estadual Paulista (14), UFSP (5), UFMG (47), UFLA (1), UFV (3), UFPE (1), UFPR (1), Univ. Estadual de Londrina (2), Univ. Estadual de Maringá (6), UERJ (1), UFRJ (4), Univ. Caxias do Sul (1), Univ. Católica de Pelotas (1), Univ. Vale do Rio dos Sinos (1), UFRGS (13), UFSM (3) e Fund. Univ. Federal do Sergipe (2). Nota-se que a UFJF é a única instituição de Juiz de Fora e área de influência que possui produção tecnológica, sob esse critério.

Mais recentemente, notam-se 12 pedidos de patentes junto ao INPI cujos inventores pertencem ao quadro docente da UFJF. Destes, 8 são depósitos efetuados em 2008 e os outros se referem aos anos de 2003 a 2007. O crescimento recente do número de depósitos está vinculado a algumas iniciativas de promoção da inovação do Governo do Estado de Minas Gerais, assim como da UFJF e SEBRAE, que será mais bem apresentada nas seções subseqüentes. É importante ressaltar, porém, que destas 12 patentes, 8 estão vinculadas a pesquisadores do departamento de física do ICE, 1 ao Colégio Técnico Universitário/ Arquitetura, 1 ao departamento de engenharia elétrica, 1 ao departamento de química e 1 ao Instituto de Ciências Biológicas.

Para saber se há alguma desconexão entre a “especialização” da produção científica universitária com a “especialização” tecnológica do município de Juiz de Fora, é preciso avaliar as patentes por domínios e subdomínios tecnológicos.³ Os dados de patentes, que possuem códigos de classes tecnológicas da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI), foram agrupados por domínios e subdomínios tecnológicos do *Observatoire des Sciences e des Techniques*, resultando na Tabela 8.

A Tabela 8 revela que o domínio “Consumo das Famílias e Construção Civil” é o de maior participação relativa no total de patentes do período 1999-2001, com cerca de 26%. Em conformidade com a tendência brasileira de atividade de patenteamento em setores de baixa e média tecnologia (Albuquerque *et al.*, 2005), o subdomínio “Consumo das Famílias” possui liderança entre os subdomínios, com 19%. Em contrapartida, há participação muito pequena ou nula nos subdomínios de “Biotecnologia”, “Semicondutores” e “Química Orgânica e Macromolecular”, que

³ Essa comparação pode ser refinada se utilizarmos a base de dados da *Web of Science* com sua classificação dos artigos publicados por disciplinas científicas com as classes tecnológicas da Classificação Internacional de Patentes da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI).

possuem maior conteúdo tecnológico. Em termos de ordem de importância, o domínio “Máquinas-Mecânicas-Transporte” detém 22% das patentes, particularmente por causa da influência do subdomínio “Transportes”, com 12%. Os domínios “Eletrônica-Eletricidade” e “Procedimentos Industriais” agrupam mais de 15% dos depósitos de patentes, respectivamente, devido aos subdomínios “Componentes Elétricos” e “Manutenção-Gráfica”. Cabe ressaltar que, em termos de conteúdo tecnológico por domínios, o de “Eletrônica-Eletricidade” é considerado um dos mais elevados, ao lado de “Instrumentação” e “Química Fina/Farmácia”.

Tabela 8: Patentes depositadas no INPI por pessoas físicas e jurídicas de Juiz de Fora classificadas por domínios e subdomínios tecnológicos. Período: 1999-2001.

Domínios tecnológicos	Subdomínios tecnológicos	Número de Patentes	%
Eletrônica-eletricidade	componentes elétricos	6	10,34
	audiovisual	3	5,17
	telecomunicação	0	0,00
	informática	0	0,00
	semicondutores	0	0,00
	<i>subtotal</i>	9	15,52
Instrumentação	Ótica	0	0,00
	Análise-Mensuração-Controle	4	6,90
	Engenharia Médica	3	5,17
	Técnicas Nucleares	0	0,00
	<i>subtotal</i>	7	12,07
Química-Materiais	Química Orgânica	1	1,72
	Química Macromolecular	1	1,72
	Química de Base	2	3,45
	Tratamento de Superfícies	0	0,00
	Materiais-Metalurgia	1	1,72
	<i>subtotal</i>	5	8,62
Farmácia e Biotecnologia	Biotecnologia	0	0,00
	Farmácia e Cosméticos	0	0,00
	Produtos Agrícolas e Alimentares	0	0,00
	<i>subtotal</i>	0	0,00
Procedimentos Industriais	Procedimentos Técnicos	0	0,00
	Manutenção-Gráfica	8	13,79
	Aparelhos Agrícolas e Alimentares	0	0,00
	Trabalho com Materiais	1	1,72
	Meio Ambiente-Poluição	0	0,00
	<i>subtotal</i>	9	15,52
Máquinas-Mecânica-Transportes	Máquinas-Ferramenta	0	0,00
	Motores-Bombas-Turbinas	1	1,72
	Procedimentos Térmicos	3	5,17
	Componentes Mecânicos	0	0,00
	Transportes	7	12,07
	Espacial-Armamentos	2	3,45
<i>subtotal</i>	13	22,41	
Consumo de Famílias e Construção Civil	Consumo das Famílias	11	18,97
	Construção Civil (BTP)	4	6,90
	<i>subtotal</i>	15	25,86
Total		58	100,00

Fonte: elaboração própria com base em dados do INPI.

Do que foi exposto, é possível identificar as seguintes convergências entre áreas científicas líderes e subdomínios tecnológicos líderes de Juiz de Fora: 1) o crescimento da produção científica da área de engenharia elétrica pode ser importante para reforçar a produção tecnológica no subdomínio de “Componentes Elétricos”; 2) a participação do subdomínio “Engenharia Médica”

pode se valer do peso constatado na produção científica da área de medicina; 3) o peso da produção científica da área de química com a importância relativa dos subdomínios “Química Orgânica”, “Química Macromolecular” e “Química de Base” que juntos possuem 4 patentes ou 6,9% do total. Essas conclusões são limitadas, porém, pela exigüidade do período de produção tecnológica que se está considerando (1999-2001) e pela não desagregação da produção científica por disciplinas e da produção tecnológica por classes e subclasses, como foi mencionado anteriormente.

Os dados de contratos de consultoria e de prestação de serviços da UFJF são uma forma de explorar interações da universidade com o meio empresarial, cruzando por si só oferta e demanda científica e tecnológica. Essas informações são relativas aos últimos 5 anos, ou seja, ao período 2004-2008.

De acordo com o Quadro 2, as engenharias aparecem como unidade com maior número de contratantes, tendo 67% do número total de contratos no período. Os principais contratantes são MRS Logística e construtoras, além de concessionárias, empresas do setor elétrico (Light) e suas reguladoras (ANEEL), de embalagem (Klabin S/A), têxtil (Companhia Industrial Cataguases), extração e refino de petróleo (PETROBRÁS S.A.) e mineração (Pedro Sul Mineração).

Cerca de 8% dos contratos são estabelecidos com o Instituto de Ciências Exatas, pelos quais as empresas CESAMA e Votorantin contrataram o departamento de Física e a Gemacom, que fabrica ingredientes de alimentos em Juiz de Fora, e o Laboratório Nacional de Agropecuária contrataram o departamento de Química. Outras unidades, como Medicina e Odontologia estabeleceram relação contratual com Bayer S/A, que atua em diferentes ramos como defensivos agrícolas, elastômeros e saúde humana e animal, e Boehringer Ingelheim do Brasil Química, do ramo farmacêutico. A Farmácia e Bioquímica apresenta apenas um contrato no período (ANVISA), não havendo contratos com empresas privadas.

De modo geral, a prestação de serviços aparenta ser pouco freqüente na UFJF, uma vez que em cinco anos a relação entre contratada e contratante só ocorreu uma única vez na maior parte das vezes. Talvez isso reflita o processo ainda recente de crescimento da pesquisa acadêmica e da titulação do corpo docente, como observado nas seções anteriores. Tal desempenho difere de universidades com maior tradição na interação com setor produtivo, como a UFMG, que possuía, no período 1998-2002, 125 contratos com empresas, repartidos com maior equilíbrio entre suas unidades: Instituto de Ciências Biológicas (38 contratos), Engenharia Elétrica (26), Instituto de Ciências Exatas (26), Farmácia (13), Medicina (12) e Instituto de Geociências (5) – (NÚCLEO, 2004).

Outra forma de medir o potencial de interação entre o meio acadêmico-universitário e setor empresarial é avaliar o financiamento da pesquisa universitária pelas empresas. A Tabela 9 revela que a participação das empresas alcança 9,15% do total de recursos destinados à pesquisa acadêmica no período 2004-2008. A FAPEMIG desponta como grande financiadora dos projetos, com 82% dos recursos aplicados em pesquisa no período considerado. Entretanto, é importante enfatizar que as participações relativas da Tabela 9 estão superestimadas. Os percentuais seriam bem menores se registrássemos a participação do CNPq no financiamento à pesquisa. Esse órgão de fomento possui mecanismos de auxílio financeiro direto a pesquisadores individuais, cujos valores exatos são conhecidos apenas pelo próprio pesquisador e pelo CNPq.

De qualquer forma, ressalta-se a participação das seguintes empresas no financiamento à pesquisa da UFJF: Genexion, empresa suíça que possui produtos para doenças inflamatórias crônicas e auto-imunes, PPD - Development LP, que atua em pesquisas médicas, Laboratórios Pfizer Ltda e Astra Z do Brasil Ltda, que financiaram pesquisas da Faculdade de Medicina; Schering-Plough Produtos Farmacêuticos Ltda; PETROBRÁS S.A.; Saint Gobain Construções; Hiperroll Embalagens Ltda, de Juiz de Fora; e Companhia Siderúrgica Nacional. Além dessas, há também companhias da área de geração, produção, comercialização e distribuição de energia, como Cia Transudeste de Transmissão, Duke Energy, Light Serviços de Eletricidade S.A., Companhia Força e Luz/Energisa, SAELPA, CELB, CENF, ENERGIPE, CEMIG, reguladoras, como ANEEL, e empresas de P&D na área, como o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL).

Quadro 2: Contratos de prestação de serviços por unidades contratadas da UFJF e por empresas contratantes (2004-2008)

Unidade	Contratos	Financiador
ICB	1	Belgo Siderúrgica
	1	IEF - Instituto Estadual de Floresta
	1	NP Consultoria Ambiental Ltda
	3	Total
Engenharia	1	Agência de Gestão Ambiental de Juiz de Fora
	1	ANEEL
	1	Caixa Econômica Federal
	1	Companhia Industrial Cataguases
	1	Concessionária Rio Petropolis
	1	Consórcio Jeceaba
	1	Consórcio Santa Barbara
	1	Construtora Andrade
	1	Construtora Piacentini
	1	Costrutora Vibrat Ltda
	1	Engevix
	1	Haec Congel Construções Gerais Ltda
	1	Hochtief
	1	IEF - Instituto Estadual de Floresta
	1	Klabin S/A
	1	Light Serviços de Eletricidade S/A
	2	Mendes Junior
	15	Mrs Logística
	1	Odebrecht
	1	Paranasa
1	Pedro Sul Mineração	
1	PETROBRÁS - Petróleo Brasileiro S.A	
1	Prefeitura de Juiz de Fora	
1	Rdr Engenharia Ltda	
	39	Total
ICE	1	CESAMA
	1	Gemacom
	1	Lab Nac de Agropecuária
	1	SEBRAE
	1	Votorantin
	5	Total
Farmácia/Bioquímica	1	ANVISA
	1	Total
Medicina/Odontologia	1	Bayer S/A
	1	Boehringer Ingelheim do Brasil Quimica e
	2	Total
Outros*	1	Fundação Cataguases Indústria Metalúrgica
	1	Nestle Brasil Ltda
	2	PROMEL - Produção Operação Manut Elétrica Ltda
	1	Prod Roche Químicos e Farm AS
	1	Quintiles
	1	Voest Alpine
	1	Unimed
	8	Total
Total	58	

* Inclui contratos com Hospital Universitário, CTU, Faculdade de Educação Física.
Fonte: UFJF.

No período 2004-2008, a frequência de ocorrências de financiamento à pesquisa é, geralmente, de uma por empresa citada acima, exceto para PETROBRÁS, que financiou pesquisas do departamento de química por duas vezes, para concessionárias de energia elétrica (CEMIG) e para o CEPEL, que concede auxílio financeiro às pesquisas da Engenharia Elétrica de modo mais

regular. Logo, o financiamento de empresas à pesquisa da UFJF é ainda pouco frequente, limitando-se a algumas empresas da indústria farmacêutica, papel e papelão, siderúrgica, extração, refino de petróleo e do setor elétrico. Entretanto, com as mudanças observadas na estrutura de pós-graduação *stricto sensu* da UFJF, espera-se um aumento desse tipo de interação com o setor empresarial.

Tabela 9: Participação relativa de organizações selecionadas no financiamento de projetos de pesquisa da UFJF (2004-2008)

Financiador	%
FAPEMIG	82,30
EMPRESAS	9,15
FINEP	4,93
MIN. DA EDUCAÇÃO	2,41
COPPETEC	0,58
SECTES-Minas Gerais	0,50
Secretaria Nacional de Políticas Sobre Drogas	0,07
Fundação Biodiversitas e CEPAN	0,05
Total	100

Fonte: elaboração própria a partir de dados da UFJF.

A melhoria da infra-estrutura laboratorial da universidade também concorre para reforçar as interações mencionadas acima. No caso da área de fármacos, houve investimentos para construção do primeiro laboratório de Minas Gerais capaz de realizar testes de equivalência e bioequivalências farmacêuticas, tornando esta universidade referência nacional para desenvolvimento e análise de medicamentos candidatos a drogas genéricas. Os Laboratórios de Equivalência e Bioequivalência testam e analisam medicamentos que são tratados como similares, para poderem receber status de “genérico”. O teste de equivalência verifica os parâmetros de eficácia, segurança e controle de qualidade da droga, enquanto o de bioequivalência farmacêutica compara o perfil cinético (absorção, distribuição no organismo e biotransformação). Ambos os testes são realizados pelo Núcleo de Identificação e Quantificação Analítica (NIQUA) da UFJF, que recebeu recursos da ordem de R\$ 1 milhão de fontes como FAPEMIG (R\$ 600 mil), FINEP (programa CT-infra; R\$ 200 mil), Secretaria de Estado de Saúde – Minas Gerais (R\$ 40 mil) e recursos da Fundação de Apoio e Desenvolvimento ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FADEPE/UFJF) – (UFJF, 2004).

O NIQUA conta com 22 projetos em andamento, desde sua criação, tendo como clientes empresas de Juiz de Fora, Manaus, Joinville, Belo Horizonte e São Paulo. Alguns clientes são: Saldanha Rodrigues LTDA, que fabrica equipamentos medico-hospitalares como seringas, Laboratório Catarinense S.A., Medquímica Indústria Farmacêutica, SP Farma LTDA Distribuidora e Fracionadora de Insumos Farmacêuticos, AvanteFarma LTDA e EFICETEC.

Outra iniciativa recente foi a criação de um centro de P&D conjunto, denominado Instituto Nacional de Energia Elétrica (INERGE), envolvendo a faculdade de Engenharia Elétrica da UFJF e mais quatro faculdades de outras universidades, como Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Federal Fluminense (UFF). Sediado na UFJF, o INERGE pretende, no curto prazo, fortalecer programas de pós-graduação *stricto sensu* das instituições cooperantes, melhorar infra-estrutura laboratorial, aumentar patentes e publicações. No longo prazo, os resultados esperados são: fortalecimento dos programas de pós-graduação das instituições parceiras, qualificação de recursos humanos e treinamento em novas tecnologias para o mercado, suporte técnico a empresas de base tecnológica em incubadoras e parques tecnológicos vinculados ao instituto, consecução de auto-suficiência financeira do instituto através de parcerias com o setor privado no desenvolvimento de P&D, formação de maior número de doutores e mestres e aumento da quantidade de publicações e patentes (DADOS, 2008).

3.3. Iniciativas de suporte ao empreendedorismo de base tecnológica na UFJF

3.3.1. Incubadora de Base Tecnológica do CRITT

O Quadro 3 apresenta características das empresas graduadas pela incubadora do CRITT/UFJF quanto ao perfil dos empreendedores, ano de entrada na incubadora, setor de atuação da empresa e número de empregos envolvidos, além do status atual da empresa, ou seja, se ativa com CNPJ ou extinta. Há uma descrição de 14 empresas ou projetos de P&D que passaram pela incubadora do CRITT, desde sua criação em 1995, e se graduaram. De forma predominante, 10 das 14 empresas são voltadas para os setores de informática e eletrônica. Esse padrão de especialização nesses setores é mais acentuado que a tendência nacional em que 25% e 14% das empresas incubadas se enquadram nos segmentos de software/informática e eletroeletrônica, respectivamente (ANPROTEC, 2004).

Quadro 3: Características das empresas graduadas pela UFJF.

Empresas	Entrada na incubadora	Origem	Setor	Empregos*	Status Atual**
Quiral química	-	2 professores UFJF	Química Fina/Farmacêutica	n.d.	Ativa
Virtual Business Solutions	2002	2 engenheiros eletricitistas	Informática	13	Ativa
Dynamicad Software Técnico	2002	1 engenheiro civil e 1 estudante de informática	Informática	8	Ativa
GDE Business Solutions	1997	2 engenheiros eletricitistas e 1 engenheiro civil	Consultoria empresarial e informática	n.d.	Ativa
GeminiSistemas	1999	2 engenheiros eletricitistas	Informática	10	Ativa
Geratec Soluções em TI	1995	2 graduados em tecnologia de processamento de dados e 2 doutores da EMBRAPA	Informática para agropecuária	n.d.	Extinta
Laboratório Barros	1996	1 advogado	Química/Farmacêutica	7	Ativa
Life	1997	1 médico	Eletrônica	n.d.	Ativa
Preditec	1996	1 engenheiro e físico e 1 professor UFJF	Manutenção Industrial	5 sócios	Ativa
Tecnológica	1996	-	Eletroeletrônica	24	Ativa
Zeus	2000	2 engenheiros eletricitistas 1 administrador 1 técnico em informática	Informática	40	Ativa
ORTOFARMA	2002	2 farmacêuticos	Química/Farmacêutica	63	Ativa
Vale Verde	2003	1 engenheiro agrônomo e 1 engenheiro eletricitista	Informática	110	Ativa
Lupa	2002	2 engenheiros eletricitistas	Eletrônica e Automação	16	Ativa

* inclui fundadores da empresa

** situação do cadastro do CNPJ na Receita Federal.

Fonte: elaboração própria com base em dados do CRITT/UFJF.

É possível notar que o empreendedorismo está vinculado predominantemente aos profissionais com formação em engenharia, mais frequentemente engenharia elétrica, informática e processamento de dados. Houve envolvimento de pesquisadores da UFJF na criação ou em apoio informal dos empreendimentos de base tecnológica em alguns casos, como no caso emblemático de *spin-off* acadêmico da Quiral Química, mesmo antes da criação do CRITT em 1995, por dois pesquisadores do departamento de química da UFJF.⁴ Espera-se que, por meio de iniciativas como o Programa de Incentivo à Inovação (PII), o empreendedorismo acadêmico seja fortalecido dentro da UFJF.

Outro caso de interação entre pesquisadores da UFJF e empresas de base tecnológica é o da Preditec, que desde sua criação em 1996, possuía apoio do departamento de física no desenvolvimento do fototacômetro a laser usado na manutenção de equipamentos rotativos industriais, tendo como clientes diversas empresas da região. Como projeto selecionado pelo PII, o produto passa por inovações incrementais, possibilitando a criação de uma tecnologia nacional que substitui produtos importados, que possuem preço mais elevado e menor sofisticação tecnológica. O exemplo da Preditec sinaliza a construção de uma rede de inter-relações com pesquisadores externos à empresa, que possuem alta qualificação ou titulação. Isso é necessário a fim de reduzir os elevados custos fixos de P&D, aumentar a capacidade de aprendizado da firma, gerar inovações bem sucedidas tecnicamente e reduzir o ciclo de vida do produto a fim de conseguir aumentar a apropriabilidade do retorno sobre investimentos vinculados à inovação.

⁴ Para maiores detalhes sobre o processo de criação dessa empresa, ver Gonçalves e Diniz (1999) e Gonçalves (1998).

Os casos da Vale Verde e Geratec também assinalam interação entre empreendedores locais e pesquisadores da EMBRAPA, embora esta última não tenha logrado êxito depois da saída da incubadora por causa de dificuldades vinculadas ao mercado de software no Brasil. Por outro lado, a Vale Verde é um caso de sucesso pois seus 3 sócios e 2 estagiários criaram outra empresa, denominada Vale Verde Floresta e Reflorestamento, que conta atualmente com 107 funcionários.

O projeto de P&D desenvolvido pelo Laboratório Barros contou com a colaboração de dois pesquisadores da UFJF, evidenciando que empresas já estabelecidas na cidade podem aumentar e diversificar sua linha de produtos, assim como desenvolver outros de maior conteúdo tecnológico a partir da interação com o meio acadêmico. O projeto de P&D desenvolvido pela Ortofarma, empresa existente desde 1993, contou com a colaboração de um doutor da Faculdade de Farmácia e Bioquímica da UFJF, assim como a Dynamic Cad foi auxiliada pelo departamento de estruturas da Faculdade de Engenharia (Gonçalves e Gavio, 2002). No caso da Lupa, há prestação de serviços e geração de soluções para diversos setores produtivos através da aplicação de tecnologias em eletroeletrônica. A empresa nasceu com alunos da engenharia elétrica, um deles do mestrado, realizando parcerias com professores do curso de Engenharia Elétrica. A empresa possui produtos para o setor de siderurgia (Lupa AC450 - Ferramenta Gráfica para Visualização das Variáveis do Controlador ABB AC450), proteção contra descargas atmosféricas e surtos de tensão, e para redes de distribuição de energia elétrica (S2R - Sistema de Supervisão de Rede; APCI - Acessório de Proteção de Correntes de Inrush; ALTERE - Atualização Tecnológica de Religadores Hidráulicos; URCD - Unidade Remota para Conexão Discada; HARPIA - Discadora para Alarme de Falta de Energia).

O processo de incubação de empresas foi apoiado também pela existência do projeto Genesis, Geração de novos Empreendimentos em Software, Informação e Serviços, que foi criado em novembro de 1995 pelo Programa SOFTEX-2000, inicialmente subordinado ao Departamento de Ciências da Computação do Instituto de Ciências Exatas da UFJF (Gonçalves, 1998). Posteriormente, em 2007, o Genesis deixou de ser um agente Softex, não havendo mais programas de pré-incubação e incubação. Entretanto, sua existência foi capaz de viabilizar a pré-incubação de empresas como DynamicCad Engenharia e Sistemas Ltda., GDE Business Solutions e Iopen WF Associados, que posteriormente foram para a incubadora do CRITT. Além dessas, houve graduação das seguintes empresas: Plangeo, Urbandata, SIN - Soluções Informatizadas para Negócios, Aerosis, AUE Soluções, Ipixel, Cabaret Voltaire, Mazzetti e Universoft. Os números mostrados acima mostram claramente a necessidade de reestruturar novamente programas de pré-incubação como o Genesis dentro da universidade, o que vem sendo assumido recentemente pela incubadora do CRITT.

Em que pesem os casos de sucesso do programa de incubação de empresas, é comum que a taxa de insucesso ou mortalidade entre empreendimentos de base tecnológica seja grande, o que reflete não somente as dificuldades pelas quais as pequenas empresas geralmente são submetidas mas também o fato de se tratar de empreendimentos para os quais o mercado às vezes ainda não existe, tendo em vista seu caráter inovador. Logo, pesquisa adicional sobre casos de insucesso forneceria valiosa informação para correção de falhas institucionais no processo de incubação do CRITT, contribuindo para o fortalecimento do empreendedorismo em Juiz de Fora.

Atualmente, a incubadora conta com apenas 4 empresas (Proveu, Sonar, Aprimorar e Infomobi), que participaram dos editais de seleção abertos em 2005 e 2007, sendo que em 2008 não houve edital de seleção por causa do planejamento de obras de expansão das instalações da incubadora do CRITT.⁵ Nota-se, também em relação a essas 4 empresas, um predomínio dos setores de atuação vinculados à informática e à eletroeletrônica, que persiste desde os primeiros anos de incubação do CRITT (Quadro 4).

A Proveu, que atua no setor eletroeletrônico, tem como principal produto relógios de ponto informatizados com tecnologia nacional, e conta com apoio de um professor do curso de Engenharia Elétrica. A Aprimorar fornece software de alta tecnologia, Index MS e GeeMail, que

⁵ Aprimorar e Infomobi foram selecionadas no edital de dezembro de 2007, mas somente entraram efetivamente na incubadora em 2008.

funciona como sistema gerenciador de conteúdo para todo tipo de sítio ou portal, no primeiro caso, e como gerenciador de envio de e-mail, no segundo. A Sonar atua nas áreas de tecnologia de informação e logística, produzindo um aparelho, denominado INFOGÁS, e o software que o acompanha, com vistas a monitorar e emitir um sinal antes do término do gás. A Infomob trabalha com desenvolvimento de software para dispositivos móveis.

Quadro 4: Relação de empresas incubadas no CRITT/UFJF.

Empresas Incubadas	Ano de Entrada	Origem	Setor	Empregos
Proveu	2005	1 graduado em informática e 1 em ciência da computação	Eletroeletrônica	19 (incluindo 2 sócios)
Sonar	2005	1 administrador	Tecnologia da informação	2 (sócios)
APRIMORAR	2008	1 graduando de informática empresarial	Informática	3 (1 sócio)
INFOMOBI	2008	2 graduando em informática e 1 técnico em informática	Informática	3 (sócios)

Fonte: CRITT/UFJF.

O sucesso e consolidação de programas, como o PII, podem fazer o modelo de empreendedorismo de Juiz de Fora transitar daquele em que as empresas são criadas apenas por recém-formados dos cursos de graduação para outro em que empreendedores também sejam os próprios pesquisadores, seus alunos de pós-graduação (mestrado e doutorado) ou ambos.

3.3.2. Programa de Incentivo à Inovação (PII)

O Programa de Incentivo à Inovação (PII) foi criado para fomentar a atividade inovadora no ambiente acadêmico-universitário. É uma iniciativa da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais (SECTES-MG) em parceria com o SEBRAE-MG, instituições de ciência e tecnologia (universidades) e prefeituras de várias cidades do Estado de Minas Gerais.

O PII estimula o empreendedorismo latente da instituição de ensino e pesquisa através do suporte financeiro e gerencial ao projeto com vistas a fazê-lo progredir do estágio inicial em que se encontra até o mercado de consumo final (UFJF, 2009).⁶

O suporte financeiro é caracterizado por recursos da ordem de R\$ 30 mil que se destinam à compra de insumos, de equipamentos e à contratação de recursos humanos para P&D do projeto. Embora os recursos não sejam suficientes para financiar todo o processo de P&D, dado o alto custo deste em algumas inovações, sinaliza para o mercado financeiro ou de *venture capital* que o projeto tem a chancela do Estado e do meio universitário. O suporte gerencial é concedido através da construção de estudos de viabilidade técnica, econômica, comercial e de impactos ambiental e social do projeto (EVTECIAS), assim como de planos tecnológico e de negócios. Através desses planos tecnológicos, que utilizam métodos de gestão de desenvolvimento de produtos, o pesquisador recebe apoio para fazer o projeto transitar pelas fases de pesquisa acadêmica, de prototipagem laboratorial da tecnologia e do produto até a fase de produto comercial prestes ao lançamento no mercado.

Algumas dessas ferramentas têm a vantagem de reduzir a incerteza mercadológica que envolve a futura inovação que o projeto ou invenção do pesquisador representa. Enquanto a qualificação da equipe de pesquisadores pode atuar no sentido de atenuar a incerteza técnica da futura inovação, a incerteza mercadológica surge porque é uma tarefa difícil ligar idéias novas ao mercado, ou seja, avaliar o grau de aceitação do futuro produto ou processo proposto. Essa avaliação exige inúmeras competências do pesquisador-empreendedor, dentre as quais a gerencial é uma das principais.

Por causa dessas razões, o PII possui grande potencial para fortalecer programas de pré-incubação ao criar empreendedores em potencial para demandar serviços da incubadora ou,

⁶ Várias sugestões de melhorias operacionais no mecanismo do PII podem ser consultadas no seu relatório final (UFJF, 2009).

dependendo da fase do projeto, do próprio parque tecnológico existente na região, além de fortalecer escritórios de transferência de tecnologia das universidades (UFJF, 2009).

Com base nisso, serão analisados os 70 projetos inscritos no PII de Juiz de Fora com o intuito de revelar indícios do grau de empreendedorismo latente no meio acadêmico. A partir dessas informações, pode-se, indiretamente, conhecer o potencial de surgimento de empresas de base tecnológica, as quais poderão ser abrigadas pela incubadora do CRITT ou por um futuro parque tecnológico.

Os 70 projetos inscritos no PII envolveram 106 pesquisadores pertencentes a instituições de pesquisa de Juiz de Fora (EMBRAPA Gado de Leite, UFJF e ex-CTU) e 7 pesquisadores vinculados a outras instituições do País, como: EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, EMBRAPA Solos, EMBRAPA Pecuária Sudeste, UNESP, UFV, UFG e UFMG. O envolvimento de pesquisadores de outras regiões do País nos projetos submetidos em Juiz de Fora revela um potencial de formação redes de colaboração em pesquisa, que pode ser considerado como efeito potencial benéfico do PII.

De forma geral, a EMBRAPA participou de 15 dos 70 projetos inscritos no programa. Isso significa que 21% dos projetos submetidos ao PII possuem pelo menos um pesquisador da EMBRAPA (Tabela 10). Em termos de proporção de pesquisadores, a EMBRAPA participa com cerca de 35% do total. Dois dos projetos dessa instituição foram propostos por pesquisadores da EMBRAPA em parceria, respectivamente, com a empresa Vale Verde e com a Gemini Sistemas, cujas origens remontam à própria EMBRAPA e à incubadora do CRITT. Esses números e informações qualitativas reforçam o potencial da EMBRAPA em termos de criação de pesquisa aplicada e apoio a empreendimentos de base tecnológica em Juiz de Fora.

Em seguida, os departamentos de Física e Energia da UFJF tiveram, respectivamente, 4 e 7 professores que participaram, cada um, em 10 dos 70 projetos. Se for somada a participação dos departamentos de Energia e Circuitos Elétricos, o número de projetos alcança 17. Essa informação, conjugada com o perfil de formação e origem dos empreendedores da incubadora, revela que há relativo potencial de empreendedorismo em Juiz de Fora vinculado às áreas de conhecimento de Física e Engenharia Elétrica. Ressalta-se também a participação do CTU, com 8 projetos e 6 professores, o qual poderá contribuir ainda mais para esse processo de empreendedorismo ao ser fortalecido com o status de IFET. Ao todo, a Faculdade de Engenharia participa com 22 pesquisadores do total de 113.

Ao fim da primeira fase do programa, 20 projetos foram selecionados para construção do EVTECIAS, dos quais 13 foram contemplados com os recursos financeiros do PII e passaram para a segunda fase do programa. O acompanhamento da evolução desses projetos permitiu concluir que os resultados dependeram da fase em que se encontrava a pesquisa acadêmica.

Alguns puderam ser transferidos para o setor produtivo porque se situavam já na fase de protótipo laboratorial do produto, protótipo funcional ou produto comercial, enquanto outros estavam na fase de pesquisa acadêmica, com indefinições quanto ao uso futuro em termos de tecnologia de processo ou produto. Nos primeiros, houve retorno para a UFJF em termos de pagamentos de bolsas a estudantes e retorno financeiro para seus pesquisadores e departamentos universitários por causa da definição de luvas, R\$ 350 mil em uma transferência efetivada, e de royalties (2,7%), assim como a efetiva proteção da propriedade intelectual. Independentemente da fase do projeto do pesquisador, houve depósito de patentes no escritório brasileiro (INPI) em 3 casos, sendo um também em escritórios internacionais, enquanto em 9 outros casos as tecnologias estavam em processo de patenteamento. Ao todo, cerca de 20 alunos de mestrado ou doutorado e de 69 alunos ou bolsistas de graduação participaram das equipes dos 70 projetos inscritos no PII.

Em termos de *spin-offs*, a criação de empreendimentos de base tecnológica ocorreu efetivamente em um projeto, no qual o pesquisador do departamento de Fundamentos da Faculdade de Educação Física optou pela abertura de um empreendimento (SensorMed) que montaria e distribuiria no mercado um novo dinamômetro, capaz de registrar a força de cada dedo da mão humana. Esse mesmo pesquisador também inscreveu mais três projetos no PII, que são: o ergonômetro para cadeira de rodas, o software (*Get Fit*) usado para avaliação, prescrição e

acompanhamento da atividade física e o Sistema Isoinercial para fins de treinamento e reabilitação neuromuscular.

Tabela 10: Participações de pesquisadores no Programa de Incentivo à Inovação (PII) por instituições de pesquisa e departamentos da UFJF (2007)

Unidade / Departamento	Número de Participações	Pesquisadores	
		Número	%
EMBRAPA Gado de Leite	15	39	34,51
Física	10	4	3,54
Energia	10	7	6,19
CTU	8	6	5,31
Circuitos Elétricos	7	6	5,31
Química	6	7	6,19
Fundamentos	4	1	0,88
Ciência da Computação	4	7	6,19
Engenharia de Produção	3	4	3,54
Civil/Estruturas	3	3	2,65
Clínica Médica	2	2	1,77
Morfologia	2	2	1,77
Economia, Finanças e Controladoria	2	7	6,19
Farmácia	2	2	1,77
Estatística	1	3	2,65
Farmácia e Veterinária (UFMG)	1	3	2,65
Laboratório de Ecologia Aquática	1	2	1,77
Engenharia Civil (UFV)	1	2	1,77
Arquitetura e Urbanismo	1	1	0,88
NUGEO	1	1	0,88
Biologia	1	1	0,88
Transporte	1	1	0,88
Química (UNESP)	1	1	0,88
UFG/GO	1	1	0,88
Total	70*	113	100

* O número de participações supera 70 porque cada instituição/departamento pode participar em mais de um projeto simultaneamente.

Fonte: elaboração própria com base em dados da UFJF.

Em outros 5 casos é provável que surjam mais empresas: 1) para produzir ou prestar serviços médicos com novo equipamento de perimetria computadorizada que está sendo desenvolvido em conjunto com um médico e 3 pesquisadores do departamento de Estatística; 2) para produzir aparelho que detecta adulteração do leite por água ou sal, desenvolvido por 2 pesquisadores do departamento de Física e dois alunos (graduação e pós-graduação); 3) para prestação de serviços com base no sistema automatizado para analisar e prever defeitos em pavimentos (Veículo Brasileiro para Avaliação de Rodovias); 4) para produzir mudas de cana-de-açúcar com qualidade genética superior pela EMBRAPA; 5) para gerir recursos hídricos através do aparelho chamado “derivador monitorado”, fruto de pesquisas do laboratório de Ecologia Aquática do ICB e do departamento de Energia da Faculdade de Engenharia.

A transferência da tecnologia de processo ou de produto ocorreu nos seguintes casos: 1) no fototacômetro a laser que monitora equipamentos rotativos industriais, em que a empresa Preditec, cuja origem remonta à incubadora do CRITT e ao envolvimento com o departamento de Física em 1996, desenvolveu versão mais sofisticada tecnicamente do produto em parceria com pesquisadores desse departamento; 2) no Kit Estéril e Descartável à Base de Silicone para Estereotaxia

(diagnóstico de câncer de mama), em que uma empresa brasileira da Zona Franca de Manaus com escritório em São Paulo adquiriu a tecnologia e patenteou o produto no exterior; 3) no caso da nova técnica de transferência de embriões em cabras e ovelhas desenvolvida pela EMBRAPA e licenciada para uma empresa com sede em Belo Horizonte (DiskLab Ltda); 4) no caso do rastreador que monitora e previne acidentes ferroviários por acoplar o sistema aos rolamentos dos vagões de trem, que foi desenvolvido por pesquisadores da EMBRAPA e inicialmente pensado para fins de aplicação de campo, em comportamentos de bovinos. Nessa tecnologia a empresa Vale Verde foi parceira no desenvolvimento inicial do projeto e na fase atual, que pretende atender necessidades da logística ferroviária.

Há também a pretensão de licenciamento de tecnologias para uma empresa estabelecida em Erechim (RS) – Menno – em outros casos. No primeiro, desenvolveu-se o fluxômetro portátil que acompanha o paciente, oferecendo mais conforto no que tange a exames de urina. Tecnologia similar foi desenvolvida pelos pesquisadores em outro aparelho, cujo projeto também foi um dos 70 inscritos no PII, que se destinava a tratar a incontinência urinária noturna em crianças, em que a Menno manifestou interesse de produzir 60 aparelhos para teste e futura comercialização. O aparelho começou a ser desenvolvido em 2006, no laboratório do departamento de Física em parceria com pesquisador do departamento de Morfologia (Medicina) da UFJF. O segundo exemplo é o do leitor óptico de código de barras com tecnologia *Spinlaser*, em que a tecnologia foi novamente desenvolvida sob encomenda e em parceria com a empresa Menno, por um pesquisador do departamento de Física.

Um efeito do PII, que fortalece o arcabouço institucional de suporte a inovações no ambiente local de Juiz de Fora é representado pelas demandas que tais transformações impõem sobre o setor de transferência de tecnologia do CRITT/UFJF, exigindo pessoal e estrutura adequados para realização de maior número de transferências de tecnologia para o setor produtivo. Isso impõe à universidade necessidades de maiores investimentos no setor de transferência de tecnologias com a devida proteção da propriedade intelectual.

Em relação à década anterior, pode-se constatar a evolução desse arcabouço institucional através da qualificação do CRITT como Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), através da Resolução 31/2005, do Conselho Superior da UFJF, além da implementação de suporte voltado à transferência e à proteção da propriedade intelectual.

Muitos desses desenvolvimentos de pesquisa aplicada nasceram a partir da evolução favorável da titulação do corpo docente, do crescimento da pós-graduação *stricto sensu* da UFJF e da conseqüente maior capacidade de captação de recursos pela UFJF para financiamento de pesquisa acadêmica. Estima-se que a captação tenha aumentado em 18 vezes no período 2000-2007, evoluindo de R\$ 466 mil para R\$ 8,5 milhões (ARBEX, 2007).

4. Considerações Finais

Esse texto abordou o papel da UFJF em termos de oferta científica e tecnológica e sua inter-relação com o setor produtivo, com ênfase nos mecanismos que auxiliam a difusão e consolidação do processo de criação de empresas de base tecnológica. É possível extrair as conclusões, enumeradas a seguir:

- 1) o crescimento da pós-graduação *stricto sensu* da UFJF é condição *sine qua non* para consolidação do empreendedorismo de base tecnológica de Juiz de Fora e região. O crescimento dos programas de mestrado e doutorado de áreas tecnológicas está estreitamente vinculado ao aumento dos indicadores de empreendedorismo acadêmico;
- 2) houve crescimento das publicações nas subáreas de conhecimento relacionadas à engenharia elétrica, imunologia, microbiologia, morfologia e farmacologia no triênio 2006-2008 em relação ao triênio 2000-2002. Destaca-se também o peso das publicações da área medicina, química, zoologia e física no total de subáreas de conhecimento. Em que pesem as limitações dos indicadores de produção científica usados, o avanço dessas subáreas indicam: i) a criação de vantagem comparativa nessas áreas de conhecimento; ii) uma estreita e benéfica relação com outras iniciativas como o NIQUA e o INERGE; iii) potencial de criação de empreendimentos de base tecnológica

nessas áreas, explicando também o grande envolvimento de alunos egressos dos cursos de Engenharia Elétrica na criação de empresas, desde 1995, e o recente envolvimento de pesquisadores dos departamentos de Circuitos Elétricos, Energia Elétrica, Física, Morfologia e Química nas propostas submetidas ao PII. O desenvolvimento de projetos de P&D na área farmacêutica e de medicamentos pode se valer das potencialidades presentes nas áreas de conhecimento de química e farmacologia, a exemplo dos projetos do Laboratório Barros, Ortofarma e Quiral Química.

3) o empreendedorismo de base tecnológico também apresenta elevado potencial nas áreas de conhecimento da EMBRAPA Gado Leite. A EMBRAPA destaca-se por expressiva participação no número de propostas e percentual de pesquisadores envolvidos na inscrição de projetos no PII, o que pode reforçar os laços de cooperação institucional EMBRAPA-UFJF na pesquisa científica. Nos casos da Vale Verde e Gemini Sistemas houve parceria com essa instituição, o que demonstra fortalecimento e continuidade da rede de colaboração de pesquisa mesmo após a criação das empresas, que, em muitos casos, remonta à própria EMBRAPA. Esse envolvimento tem criado alguns empreendimentos no setor de software e de dispositivos eletrônicos vinculados à área agropecuária, além de ser excepcional indicador de continuidade do processo de P&D, visto que o capitalismo exige que a inovação seja um processo contínuo;

4) a experiência do PII revelou: i) significativo potencial de empreendedorismo acadêmico; ii) potencial de criação de demanda tecnológica para a incubadora e futuro parque tecnológico induzido pela própria capacidade de oferta científico-tecnológica nas subáreas citadas acima; iii) potencial de favorecer a cultura da inovação dentro da universidade e promover maior interação universidade-empresa; iv) natureza multidisciplinar da inovação, tendo em vista parcerias entre pesquisadores de departamentos e instituições diferentes; v) fortalecimento do arcabouço institucional local; e vi) continuidade das relações de colaboração em P&D entre empresas egressas da incubadora e pesquisadores locais. Associada a maiores investimentos para ampliação dos processos de pré-incubação e incubação da UFJF, a continuidade desse programa (PII) pode conduzir a bons resultados para um futuro parque tecnológico.

5) a estrutura produtiva de Juiz de Fora e seu entorno, caracterizada predominantemente por empreendimentos do setor metalúrgico, agropecuário, automobilístico e têxtil-vestuário, não parece gerar demanda potencial para a estrutura de incubação de empresas e de um futuro parque tecnológico. Isso é constatado pelo perfil das experiências de criação de empresas de base tecnológica e pelos contratos de financiamento à pesquisa e de prestação de serviços. No caso dos contratos, há maior número de ligações com empresas de fora da região da Zona da Mata, além de expressiva concentração em setores de construção e de concessionárias de energia elétrica. No caso das empresas de base tecnológica, há, porém, duas empresas que prestam serviços para grandes empresas locais, como Preditec e Lupa, que demonstram contribuição indireta da base produtiva local para sustentação do empreendedorismo de base tecnológica.

6) o fortalecimento das competências científico-tecnológicas das instituições de pesquisa locais pode se constituir em fator atrativo de empresas intensivas em tecnologia de maior porte, que instalem seu centro de P&D para explorar as vantagens da base de conhecimento local.

5. Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, E. M. Patentes e atividades inovativas: uma avaliação preliminar do caso brasileiro. In: VIOTTI, E. B., MACEDO, M. M. (Orgs.), *Indicadores de ciência e tecnologia e de inovação no Brasil*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

ALBUQUERQUE, E. M., BAESSA, A., SILVA, L. A. Atividade de patenteamento no Brasil e no Exterior. In: *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo: 2004*. São Paulo, FAPESP, v. 1, 2005, p. 6.1-6.37.

ARBEX, D. Pesquisas da UFJF atraem Harvard e investimento privado. *Tribuna de Minas*, 27 set. 2007. Disponível em: <<http://www.tribunademinas.com.br>>. Acesso em 27 set. 2007

BRAMWELL, A.; WOLFE, D. A. Universities and regional economic development: The entrepreneurial University of Waterloo. *Research Policy*, v. 37, p. 1175-1187, 2008.

- CLARYSSE, B.; WRIGHT, M.; LOCKETT, A.; MUSIAR, P.; KNOCKAERT, M. Academic spin-offs, formal technology transfer and capital raising. *Industrial and Corporate Change*, v. 16, n. 4, p. 609-640, 2007.
- COLYVAS, J.; CROW, M.; GELIJNS, A.; MAZZOLENI, R.; NELSON, R. R.; ROSENBERG, N.; SAMPAT, B. N. How Do University Inventions Get Into Practice? *Management Science*, v. 48, n. 1, p. 61-72, 2002.
- DADOS do projeto do Instituto Nacional de Energia Elétrica – INERGE*. Juiz de Fora: Faculdade de Engenharia, 2008, p. 34.
- ETZKOWITZ, H. The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university–industry linkages. *Research Policy*, v. 27, p. 823-833, 1998.
- ETZKOWITZ, H., LEYDESDORFF, L. *Universities in the Global Economy: A Triple Helix of University–Industry–Government Relations*. Londres: Cassell Academic, 1997.
- ETZKOWITZ, H., WEBSTER, A. GEBHARDT, C., TERRA, B. R. C. The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*, v. 29, p. 313–330, 2000.
- GOLDSTEIN, H. A. What we know and what we don't know about the regional economic impacts of universities. In: VARGA, A., (Ed.), *Universities, knowledge transfer and regional development: geography, entrepreneurship and policy*. Cheltenham/Northampton: Edward Elgar, 2009.
- GONÇALVES, E. *Possibilidades e limites para o desenvolvimento da indústria de alta tecnologia em Juiz de Fora*. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 1998. (Dissertação de Mestrado).
- GONÇALVES, E., DINIZ, C. C. Sistema local de pesquisa e desenvolvimento de empresas de base tecnológica em Juiz de Fora. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-119, 1999.
- GONÇALVES, E., GÁVIO, F. P. H. Capacidade de inovação regional: o papel de instituições e empresas de base tecnológica em Juiz de Fora. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 89-115, 2002.
- LINK, A. N.; SIEGEL, D. S.; BOZEMAN, B. An empirical analysis of the propensity of academics to engage in informal university technology transfer. *Industrial and Corporate Change*, v. 16, n. 4, p. 641-655, 2007.
- MERTON, R. K. The normative structure of science. In: Merton, R.K. (Ed.), *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago: University of Chicago Press, 1973.
- NÚCLEO EXECUTIVO DO PARQUE TECNOLÓGICO DE BELO HORIZONTE. *Projeto parque tecnológico de Belo Horizonte*. Belo Horizonte, 2004, 64 p.
- MOWERY, D. C., SAMPAT, B. N. Universities in national innovation systems. In: FAGERBERG, J., MOWERY, D. C., NELSON, R. R. (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, New York: Oxford University Press, 2005.
- NDONZUAU, F. N.; PIRNAY, F.; SURLEMONT, B. A stage model of academic spin-off creation. *Technovation*, v. 22, p. 281-289, 2002
- SHINN, T., LAMY, E. Paths of commercial knowledge: Forms and consequences of university–enterprise synergy in scientist-sponsored firms. *Research Policy*, v. 35, p. 1465–1476, 2006.
- SIEGEL, D. S.; WRIGHT, M.; LOCKETT, A. The rise of entrepreneurial activity at universities: organizational and societal implications. *Industrial and Corporate Change*, v. 16, n. 4, p. 489-504, jul. 2007.
- STAL, Eva. A contratação empresarial da pesquisa universitária. *Revista de Administração*. São Paulo, v. 30, n. 1, p. 3-18, jan-mar.1995.
- UFJF pronta para analisar genéricos. *Estado de Minas*, Belo Horizonte, 28 dez. 2004.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA – UFJF. *Relatório final da segunda fase do PII (Programa de Incentivo à Inovação)*. Juiz de Fora, mar. 2009.
- WRIGHT, M., CLARYSSE, B., MUSTAR, P., LOCKETT, A. *Academic Entrepreneurship in Europe*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2008.
- ZAHRA, S. A., VAN DE VELDE, E., LARRAFIETA, B. S. Knowledge conversion capability and the performance of corporate and university spin-offs. *Industrial and Corporate Change*, v. 16, n. 4, p. 569-608, 2007.