

Redes de Cooperação Tecnológica em Bio-Manguinhos: o Papel das Tecnologias de Informação e Comunicação

Lázaro Pereira de Oliveira[†]

Fundação Oswaldo Cruz / Universidade Estácio de Sá

Claudio Pitassi^Ω

Faculdades Ibmecc

Antônio Augusto Gonçalves[¥]

Universidade Estácio de Sá

RESUMO

Este artigo tem como objetivo identificar e discutir a contribuição das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para os projetos de cooperação tecnológica de Bio-Manguinhos, laboratório farmacêutico pertencente à Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) e responsável pela produção de vacinas, de reativos e de biofármacos voltados para atender, prioritariamente, às demandas da saúde pública brasileira. Trata-se de um estudo de caso com abordagem qualitativa e observação participante, com finalidades descritiva e explicativa. Os dados foram coletados em 14 entrevistas realizadas com gestores de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de alta relevância para a organização. Os resultados permitem concluir que as TICs envolvendo, necessariamente, maior interdependência entre os parceiros com fluxos bidirecionais de conhecimento ainda não eram utilizadas. Também ficou evidente a importância de uma maior aproximação entre a área de Tecnologia da Informação (TI) e a área de P&D. Conclui-se que um futuro posicionamento de Bio-Manguinhos como um centro tecnológico voltado para a descoberta e comercialização de novos princípios ativos pode favorecer o uso de ferramentas que contribuam para um nível maior de integração entre os parceiros das redes de colaboração tecnológica.

Palavras-chave: Inovação tecnológica. Pesquisa e desenvolvimento. Tecnologias da informação e comunicação. Redes de colaboração tecnológica.

Recebido em 03/10/2013; revisado em 06/12/2013; aceito em 13/02/2013; divulgado em 04/05/2015

***Autor para correspondência:**

[†]. Mestre em Administração de Empresas (MADE) pela Universidade Estácio de Sá - UNESA

Vínculo: Gerente de TI de Bio-Manguinhos - na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e Professor da Universidade Estácio de Sá - UNESA
Endereço: Rua dos Sabiás, Cosmorama, Mesquita - Rio de Janeiro - RJ - Brasil
E-mail: lazaro.made@gmail.com
Telefone: (21) 9 8799-8492

^Ω Doutor em Administração de Empresas pelo Instituto de Administração e Gerência (IAG) da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio

Vínculo: Professor Assistente e Pesquisador do Mestrado em Administração das Faculdades Ibmecc-Rio
Endereço: Av. Presidente Wilson, RJ, Rio de Janeiro - RJ - Brasil
E-mail: claudio.pitassi@gmail.com
Telefone: (21) 4503-4000

[¥] Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ

Vínculo: Professor Adjunto do Programa de Mestrado em Administração (MADE) da Universidade Estácio de Sá
Endereço: Rua do Resende, Rio de Janeiro- RJ - Brasil
E-mail: augusto@inca.gov.br
Telefone: (21) 3207-5202

Nota do Editor: *Esse artigo foi aceito por Emerson Mainardes*



1 INTRODUÇÃO

U

ma característica central das indústrias químicas que deram origem às empresas farmacêuticas contemporâneas foi o controle de todas as etapas da cadeia produtiva, incluindo a estruturação de centros profissionais de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), voltados à criação e à proteção da propriedade intelectual (PI) (CHESBROUGH, 2006).

A lógica de geração de receitas das grandes farmacêuticas globais era manter internamente o conhecimento imaterial e intangível gerado nos processos de farmacologia e síntese químicas, ou seja, a PI, até que os princípios ativos descobertos nos experimentos científicos pudessem ser convertidos em novas drogas com proteção patentária, o tipo preferencial de garantia de direitos de PI dessa indústria, o que foi denominado por Chesbrough (2010, p.356) de “Modelo de Negócios *Blockbuster*”.

O advento da Biotecnologia moderna, vale dizer, do uso de engenharia genética, de biologia molecular e de bioquímica para descobrir e produzir drogas, mudou dramaticamente a gestão do processo de inovação tecnológica na indústria farmacêutica (CHIARONI; CHIESA; FRATTINI, 2008; MALERBA; ORSENIGO, 2001). Em face do aumento de custos e de prazos, em parte decorrente de exigências regulatórias cada vez mais rígidas, e diante dos riscos e da impossibilidade de deter todos os conhecimentos envolvidos nas descobertas científicas em biologia molecular, fortaleceram-se na indústria farmacêutica os arranjos em redes de colaboração tecnológica (POWELL *et al.*, 2005) e a defesa de modelos abertos de gestão da P&D (HUGHES; WAREHAM, 2010).

A Biologia Molecular, em especial os experimentos científicos sobre a estrutura e função do material genético e seus produtos de expressão, as proteínas, foi um campo de conhecimento que se apoiou no uso intensivo dos computadores desde a sua origem na década de 1960 (CATANHO; MIRANDA; DEGRAVE, 2007).

Com a preponderância dos modelos colaborativos, estudos realizados a partir de meados da década de 1990 trazem evidências da importância crescente das Tecnologias da Informação e de Comunicação (TICs) na gestão do conhecimento pertinente ao processo de P&D (CHESBROUGH, 2006; ROTHWELL, 1994). Estudos também demonstram que as TICs contribuem para a virtualização do próprio processo inovativo, reduzindo prazos e custos dos projetos de P&D (DOGSON; GANN; SALTER, 2006; PITASSI, 2012; THOMKE, 2003; VERONA; PRANDELLI; SAWHNEY, 2006), incluindo a modelagem

dinâmica de moléculas e proteínas (MCGUFFEE; ELCOCK, 2010).

Esta pesquisa situa-se no campo de estudo do uso de TICs em apoio à inovação tecnológica em redes de inovação e aprendizagem. Este trabalho estende esse campo de investigação científica buscando responder à seguinte questão: qual a contribuição das TICs para os projetos de colaboração tecnológica em que as organizações farmacêuticas brasileiras estão envolvidas atualmente? O objetivo deste artigo é identificar e discutir a contribuição das TICs para os projetos de cooperação tecnológica do Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos, o Bio-Manguinhos, laboratório farmacêutico público pertencente à Fundação Osvaldo Cruz (FIOCRUZ) e responsável pela produção de vacinas, de reativos e de biofármacos voltados para atender, prioritariamente, às demandas da saúde pública brasileira.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NAS ORGANIZAÇÕES FARMACÊUTICAS

A revolução da Biotecnologia exigiu das organizações farmacêuticas o acesso a conhecimentos-chave em Biologia Molecular para a condução dos seus projetos de P&D (MALERBA; ORSENIGO, 2001). Em Biologia Molecular, os estudos das possíveis causas do mau funcionamento das informações transmitidas pelo DNA originaram as pesquisas em **Genômica**, que analisam o sequenciamento genético visando a quantificar a expressão dos genes nas células; em **Proteômica**, que realizam experimentos para identificar as estruturas das proteínas e suas funções nos organismos vivos; e em **dinâmica molecular**, que simula os movimentos físicos de átomos e moléculas (OSTROWSKI; WYRWICZ, 2009).

Chiaroni, Chiesa e Frattini (2008) elaboraram um modelo, o qual será adotado nesta pesquisa, retratando o processo típico de P&D que predomina atualmente na indústria farmacêutica. Apresenta-se, a seguir, uma breve descrição de cada etapa retratada na Figura 1, conforme sumarizado em Oliveira (2011, págs. 35-36). Referências adicionais foram acrescentadas como indicação para o aprofundamento das ideias envolvidas nas etapas do modelo.

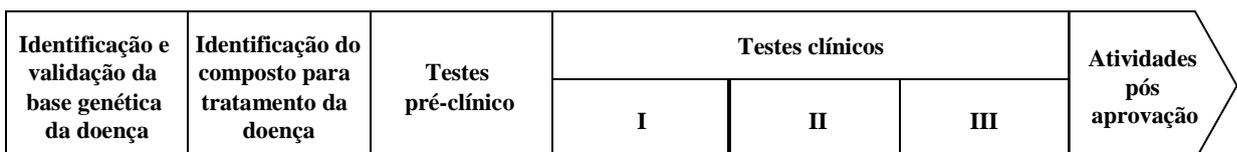


Figura 1 - Processo de P&D na indústria farmacêutica
Fonte: Chiaroni *et al.*, (2008).

A primeira etapa do processo de P&D tem como objetivo identificar o gene, a proteína ou a sequência de ambos que está na base da patogenia de uma doença alvo de estudo. A segunda etapa envolve o estudo do gene ou proteína identificados visando a entender a sua interação com o organismo como um todo e checar, por meio do acesso a bases de dados públicas, a possível existência de direitos de PI acerca de qualquer substância utilizada no produto que se deseja desenvolver. Uma discussão mais detalhada das técnicas e das ferramentas aplicadas nessas fases iniciais pode ser vista em Bare *et al.* (2010).

Após a avaliação da base genética da evolução da doença, a pesquisa precisa identificar o composto que apresenta os efeitos desejados no tratamento da doença alvo do estudo. Esse composto representa o princípio ativo da futura droga. A fase de otimização adiciona ao composto as demais substâncias incluídas na formulação da droga visando a proteger, suportar e melhorar a estabilidade do princípio ativo e a aumentar a resposta do paciente ao medicamento.

Nos testes pré-clínicos, realizam-se estudos para avaliar os efeitos, especialmente em animais não-humanos (*in vivo testing*), dos mecanismos de absorção, da distribuição, do metabolismo, da excreção e da toxicidade da nova droga. Antes de entrar nas fases de testes clínicos, é necessária uma primeira aprovação das agências governamentais.

Os testes clínicos, em que há o envolvimento direto de pacientes humanos, são realizados em três fases. Na primeira, a pesquisa testa a nova droga em um pequeno grupo (20 a 80) de pessoas saudáveis para avaliar a sua segurança e para determinar a dosagem adequada. Na segunda, a droga é testada em uma amostra maior de pessoas (100-300) afetadas pela doença alvo para se avaliar a sua efetividade e determinar os efeitos colaterais comuns de curto prazo e possíveis riscos na utilização. Na terceira, a amostra de pacientes é ampliada (1000-3000) para se confirmar a efetividade da droga e para se avaliar a relação benefício-custo da sua aplicação. Se as três fases forem bem sucedidas, as agências públicas tem que aprovar sua comercialização.

A quinta e última etapa do processo - compreende o teste das atividades complementares de compra, produção, logística, marketing e vendas da nova droga. Também envolve os testes pós-marketing do desempenho da droga ao longo de todo o seu ciclo de vida, com o propósito de dimensionar riscos e benefícios adicionais.

Bastos (2005) apresenta mais detalhes a respeito do padrão de inovação tecnológica na indústria farmacêutica atual. Uma interessante discussão sobre a interdependência entre as

fases iniciais da pesquisa científica e as demais atividades a jusante no processo de inovação da indústria farmacêutica pode ser vista em Malerba e Orsenigo (2001). O artigo seminal de Teece, Pisano e Shuen (1997) auxilia na melhor compreensão da importância do domínio das etapas de comercialização para a geração de um do valor apropriado na criação de novas drogas.

2.2 REDES DE COLABORAÇÃO TECNOLÓGICA

Como defende Oliveira (2011), a defesa da abertura das estruturas de P&D não é um argumento novo, desvinculado da evolução da Economia Capitalista ao longo do Século XX. Desde que a perspectiva sistêmica ganhou relevância na Teoria Organizacional, em meados da década de 1950, diferentes tradições teóricas buscaram compreender a relação da organização com o ambiente externo e o impacto dessa relação no processo inovativo (TROTT; HARTMMANN, 2009).

A imagem da organização como um organismo vivo em permanente relação com o seu ecossistema foi explorada na literatura de Ecologia Organizacional (HANNAN; FREEMAN, 1977). O entendimento de que a firma encontra-se imersa (*embedded*) nas relações sociais com outras organizações também contribuiu para tirar o foco da análise na firma isolada (UZZI, 1997). Os constructos trazidos pela *embeddedness* influenciaram fortemente a visão de redes (em inglês, *networks*) em diferentes campos de estudo, particularmente no de estratégia (DYER; SINGH, 1998; GULATI, 1998; JARRILLO, 1998). A construção de *networks* (GOMES-CASSERES, 1996) e o estabelecimento de alianças estratégicas (NOOTEBOON, 1999) foram vistos como mecanismos efetivos de acesso às fontes externas de conhecimentos aplicados no processo inovativo.

Na perspectiva das capacidades distribuídas - em inglês, *distributed capabilities*, (COOMBS; METCALFE, 2000), as redes usam rotinas organizacionais que permitem a cada parceiro complementar os conhecimentos necessários à geração e difusão de novos produtos e processos, usando para tal a especialização proposital e os fluxos multidirecionais de transferência de conhecimento entre os parceiros. De acordo com Dantas e Bell (2009, pág. 831), as redes de aprendizagem e de inovação (RAI) “[...] são arranjos organizacionais que envolvem atores com diferentes capacitações e que dão importância aos fluxos de conhecimentos e à coordenação do aprendizado e inovação”.

O reconhecimento da importância dos vínculos externos para o desempenho inovativo da firma individual não significa que inexistam, como alertam Laursen e Salter (2006), fatores que condicionam a efetividade das redes de colaboração. Isso decorreria da dificuldade

cognitiva de lidar com um número excessivo de parceiros e de rotas tecnológicas. Em linha com essa argumentação, Pisano e Verganti (2008) defendem que o tipo de colaboração com parceiros externos depende da maturidade do conhecimento buscado.

A Figura 2 descreve a tipologia proposta por Pisano e Verganti (2008), que será adotada nesta pesquisa. Apresenta-se, em seguida, uma breve descrição dos objetivos e mecanismos habilitadores de cada modo de colaboração do Modelo, conforme apresentado pelos autores no artigo original e sumarizado em Oliveira (2011, págs. 38-40). O modelo proposto envolve aspectos da governança e do grau de abertura das redes de colaboração discutidos mais detalhadamente por outros autores ligados à Economia de Inovação e de Gestão da Inovação. Onde julgado pertinente, novas referências foram acrescentadas, caso o leitor deseje um maior aprofundamento das ideias ou dos conceitos em questão.

Shopping de Inovação	Comunidades de Inovação	PARTICIPAÇÃO ABERTA
Círculo de Elite	Consórcio	
GOVERNANÇA		
HIERÁRQUICA	IGUALITÁRIA	

Figura 2 - Modos de colaboração com parceiros externos
Fonte: Pisano e Verganti (2008).

No **Shopping de inovação**, a empresa recebe um grande número de soluções sobre domínios científicos que podem estar além de seus conhecimentos ou experiências, mas deseja manter o controle da direção do processo inovativo. Este modo é recomendado quando a empresa detém os conhecimentos chave e quer manter a integridade de um sistema, usando a rede para acelerar o desenvolvimento de inovações incrementais de menor complexidade. Para um melhor detalhamento a respeito dos tipos de inovação incremental ou radical ver Sivadas em Dwyer (2000). O maior desafio é atrair muitas ideias de vários campos de conhecimento, examiná-las sistematicamente e escolher a direção adequada (HUSTON; SAKKAB, 2006) discutem o impacto no P&D decorrente da conexão aos mercados de tecnologia. Os mecanismos habilitadores deste modo são: i) a habilidade de entender a necessidade dos clientes e de testar e examinar soluções dentro de custos aceitáveis (um sumário sobre processos de experimentação pode ser vista em Thomke (2003); ii) a capacidade de desenhar sistemas que desmembrem problemas maiores em partes discretas nas

quais cada parceiro pode trabalhar de forma autônoma, e que possam ser posteriormente integrados pela empresa; iii) plataformas de informação que facilitem a colaboração dinâmica. Em Pitassi (2012) há uma discussão mais aprofundada sobre redes de colaboração virtual.

Na **Comunidade de Inovação**, usualmente associada aos movimentos de código aberto, qualquer empresa ou parceiro pode propor problemas ou oferecer soluções específicas e com contorno bem definido. A interação entre a adesão às comunidades de código aberto e as estratégias competitivas e tecnológicas abertas é tratada em Chesbrough e Appleyard (2007). Esse modo é recomendado quando a empresa pode usar os conhecimentos gerados na rede para melhorar seus próprios produtos e processos. O maior desafio é criar valor com o conhecimento trocado na rede em proporção maior do que o valor que seria criado mantendo o conhecimento dentro da empresa (PITASSI, 2012). Seus mecanismos habilitadores são: i) uma arquitetura de produto ou serviço modular, que facilite a delimitação do problema e o desenvolvimento de soluções (a relação entre arquitetura modular e a estratégia competitiva é tratada com mais detalhe em Christensen, (2006); ii) mecanismos de incentivo que fortaleçam o adensamento contínuo da comunidade *vis-à-vis* tecnologias concorrentes; iii) portais de internet que permitam a participação dos parceiros (cf. PITASSI, 2012).

No **Círculo de Elite**, a empresa seleciona os parceiros que considera os mais capacitados nos conhecimentos subjacentes à solução pretendida, mantendo rígido controle sobre a evolução da pesquisa e sobre a captura o valor da inovação. É recomendado nos momentos de inovação radical (cf. SIVADAS; DWYER, 2000) ou nas fases iniciais da pesquisa, quando a direção correta não está clara. Os maiores desafios são a identificação dos campos de conhecimentos subjacentes, os parceiros mais capacitados e a escolha da direção correta. Laursen e Salter (2006) analisam os impactos da amplitude e profundidade dos relacionamentos externos na efetividade das redes de colaboração.

Os mecanismos habilitadores desse modo são as capacidades de: i) identificar uma necessidade do cliente ainda não atendida. Brown (2008), destaca a contribuição de um pensamento inspirado no *design* para a inovação orientada ao cliente; ii) identificar parceiros talentosos na concepção da solução; iii) estabelecer relacionamentos de confiança e mecanismos de incentivo que privilegiem os parceiros mais capacitados e remunerem os investimentos específicos. O artigo seminal de Dyer e Singh, (1998), explica a contribuição dos construtos associados à visão relacional para a construção da capacidade de a empresa manter vínculos efetivos com parceiros externos; iv) desenvolver uma arquitetura de produto que facilite as interações e os desenvolvimentos subsequentes e; v) virtualizar etapas do

processo inovação por meio das TICs (cf. DOGSON *et al.*, 2006).

No **Consórcio**, nenhuma empresa detém isoladamente todos os campos de conhecimento potencialmente envolvidos na solução. A mútua dependência e as múltiplas direções dos conhecimentos trocados desfavorecem tentativas de controle sobre a captura do valor gerado com a inovação (esse é um dos argumentos centrais em defesa da adoção de uma estratégia de Inovação Aberta na visão de Chesbrough (2006). É recomendado em ramos cuja pesquisa envolve altos custos e riscos e todos dividem os ônus e os bônus da inovação. Os maiores desafios são identificar os conhecimentos subjacentes e os parceiros melhor capacitados e influenciar a direção da inovação no sentido de obter contribuições que serão rentáveis para a empresa (há uma interessante discussão sobre essa capacidade em Lichtenthaler e Lichtenthaler (2009). Os mecanismos habilitadores desse modo são: i) a habilidade de encontrar parceiros com os conhecimentos necessários e com capacidade de trabalhar com conhecimentos distribuídos e complementares (essa capacidade é discutida em Coobs e Metcalfe (2000); ii) processos e regras que estimulem os parceiros a trabalhar de forma orquestrada para atingir objetivos compartilhados; iii) TICs que permitam o desenvolvimento remoto, simulações e prototipação virtual (cf. THOMKE, 2003).

2.3 O USO DE TICS NOS EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS DA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Com os avanços na digitalização, as TICs passaram a atuar como ferramentas de apoio à gestão da P&D, permitindo, como argumentam Dogson *et al.* (2006, p. 335), “fazer experiências com o futuro”. Logo, a forma como as empresas geram ideias, conduzem experimentos, testam e prototipam novos produtos, serviços e processos de negócio pode ser alterada pelas TICs (THOMKE, 2003), particularmente em um contexto no qual a P&D é cada vez mais realizada em modelos abertos de relacionamento (CHESBROUGH, 2003), apoiadas no uso de equipe virtuais (GASSMANN; VON ZEDTWITZ, 2003).

No caso das organizações farmacêuticas, a consolidação da Biologia Molecular como rota tecnológica alternativa para o desenvolvimento de biofármacos trouxe a necessidade recorrente de se analisar um volume crescente de dados a respeito de mapas genéticos e estrutura de proteínas, cujos experimentos envolviam várias áreas de conhecimentos e dependiam da manipulação de grande volume de dados (BALDI; BRUNAK, 2001; WAGNER, 2006). A complexidade daí decorrente permitiu o desenvolvimento da Bioinformática, campo de conhecimento que foi se conformando ao longo das últimas décadas como resultado da interdependência entre a evolução das TICs e da Biologia

Molecular (ATTWOOD *et al.*, 2011). Nos experimentos de Bioinformática, recorre-se a conhecimentos de ciência da computação, ciência da informação, matemática, física, química e biologia, entre outros (WAGNER, 2006).

O aperfeiçoamento da infraestrutura computacional contribuiu sobremaneira para facilitar os experimentos em biologia molecular por meio da utilização de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD), Sistemas Gerenciadores de *Workflows* Científicos (SGWFC), Sistemas de Gestão de Laboratórios (LIMS) e plataformas gráficas 2D e 3D para visualização de moléculas. A Bioinformática e a Biologia Computacional permitiram solucionar problemas biológicos complexos, tais como o sequenciamento, a análise de expressões gênicas, a determinação de estruturas proteicas e a inferência de árvores filogenéticas (BALDI; BRUNAK, 2001; SETÚBAL; MEIDANIS, 1997).

Para tanto, a Internet se apresentou como uma ferramenta fundamental, não apenas no processo de disseminação e compartilhamento dos resultados gerados e armazenados nos bancos de dados biológicos, mas também no tocante ao processamento remoto de dados biológicos, quando confrontados com bancos de dados genômicos espalhados em vários sítios disponíveis na *World Wide Web* (WWW) (LESK, 2008). A Tabela 1 resume os tipos de TIC identificados na literatura de inovação tecnológica.

Tabela 1 – O Uso de Tics nas Redes de Colaboração Tecnológica

TICs	Objetivo	Referências Bibliográficas
Sistemas de gerência de <i>workflows</i> no apoio a experimentos científicos	Gerenciar o compartilhamento de dados, ideias e resultados de experimentos entre pesquisadores internos e externos à organização.	Digiampietri (2007); Curcin e Ghanem (2009); Hacievliyagil (2007).
Sistemas de Gestão do conhecimento	Identificar criar, apresentar e compartilhar conhecimento no contexto de uma organização de saúde.	Bose (2003); Barbosa <i>et al.</i> (2009); Febles Rodriguez e Gonzalez Perez (2002); Huston e Sakkab (2006); Rothwell (1994); Nambisam (2002).
<i>Grid Information Technology</i>	Usar coordenadamente os recursos computacionais distribuídos em experimentos científicos multiorganizacionais.	Maqueira e Bruque (2007); Neubauer, Hoheisel e Geiler (2006); Digiampietri (2007).
Sistemas computacionais de experimentação	Apoiar experimentos de genômica e proteômica envolvendo grande manipulação de dados e interações realizadas em curtos períodos de tempo e a modelagem tridimensional de biomoléculas.	Catanho <i>et al.</i> (2007) ; Dogson <i>et al.</i> (2006); Sakkab (2002); Lenoir (1998); Naznin <i>et al.</i> (2011) ; Thurow <i>et al.</i> (2004).

<i>High Throughput Screening</i>	Acelerar a descoberta de drogas por meio da associação de sofisticados softwares de controle, robótica, ótica, instrumentos para manipulação de líquidos e visualização	Chen (2006); Bleicher <i>et al.</i> (2003); Persidis (1998).
Tele interação	Possibilitar o intercâmbio de informações, a prestação de serviços e a interação entre equipes virtuais de pesquisadores de modo a superar as barreiras de tempo e de espaço.	Hebert <i>et al.</i> (2006)
Prototipação, simulação e otimização virtual	Criar protótipos virtuais de embalagens, produtos e processos produtivos.	Catanho <i>et al.</i> (2007); Bare <i>et al.</i> (2010); Dogson <i>et al.</i> (2004); Kohlbacher <i>et al.</i> (2007), Lenoir (1998); Thomke (2003).
<i>Toolkits</i> para clientes	Oferecer aos clientes e parceiros ferramentas amigáveis de TI para habilitá-los a participar no desenvolvimento de novos produtos:	Nambisan (2002); von Hippel e Katz (2002); Freeman e Soete, (1997)
Ferramentas Web de colaboração virtual	Utilizar Blogs, <i>wikis</i> e comunidades virtuais, inclusive <i>open source</i> , na colaboração voltada a P&D.	Brown (2003); Gassman e von Zedwitz (2003); Pisano e Verganti (2008); Stajich e Lapp (2006); Trieglaff e Sturm (2007).
Portal da empresa com funcionalidades para apoiar a inovação	Usar o portal de empresa na internet como meio regular de conexão com potenciais inventores e pesquisadores.	Sakkab (2002); Pisano e Verganti (2008).
<i>Virtual Knowledge Brokers</i>	Usar infomediários que alavancam o acesso ao conhecimento disponível no mercado global de tecnologia.	Hacievliyagil (2007); Verona <i>et al.</i> (2006).
Sistema de gestão de laboratórios.	Gerenciar, otimizar e automatizar os processos laboratoriais.	Nakagawa, 1994; Thurow <i>et al.</i> , (2004)

Fonte: Elaborado pelos autores.

3 METODOLOGIA

A pesquisa retratada neste artigo buscou entender, na perspectiva dos próprios cientistas que atuam em áreas de P&D, a contribuição das TICs para os projetos de colaboração tecnológica das organizações farmacêuticas, o que justificou a escolha de uma abordagem qualitativa (DENZIN; LINCOLN, 2000).

A unidade de análise primária (YIN, 1994) são os projetos de colaboração tecnológica de Bio-Manguinhos indicados pela Vice-presidência de Desenvolvimento Tecnológico. Quanto aos fins (VERGARA, 2007), a pesquisa foi descritiva, na medida em que identifica os tipos de TICs usados, e explicativa, já que discute como estas TICs são utilizadas nos projeto e qual a sua contribuição para os objetivos pretendidos.

Quanto aos meios, a pesquisa adotou o método de estudo de caso único na busca pela resposta no campo. O uso de caso único é uma estratégia de pesquisa defendida em casos emblemáticos (YIN, 1994). A escolha de Bio-Manguinhos como este caso (STAKE, 1995) deve-se ao fato de a organização ser a referência no Brasil na produção de vacinas e *kits* diagnósticos, e ao esforço de cooperação empreendido pela organização nos últimos anos como mecanismo para a aceleração da inovação tecnológica.

Os sujeitos da pesquisa foram: 14 profissionais ligados aos projetos da área de P&D; a saber: Vice-Diretor da área de Desenvolvimento Tecnológico, que em Bio-Manguinhos é o responsável pelo centro de P&D; Gerentes de Projetos; Gerentes de Programas; Gerente do Escritório de Projetos; Gerente de TI; Gerente da área de Segurança da Informação e a Gerente do Laboratório de Tecnologia de Anticorpos Monoclonais - LATAM.

A coleta de dados baseou-se em três fontes de evidências: bibliografia; documental e entrevistas realizadas no período compreendido entre abril e março de 2012. A observação participante foi vista como uma fonte indispensável (CHECKLAND, 1991), já que o investigador, gestor da área de TI de Bio-Manguinhos, teve a capacidade de atuar no ambiente estudado no que diz respeito aos projetos de TI em apoio à área de P&D. As entrevistas apoiaram-se em um roteiro de pesquisa. Todas as entrevistas foram gravadas com a autorização prévia dos entrevistados. Os dados coletados foram tratados por meio da análise de conteúdo categorial (BARDIN, 1979).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foram estudados diretamente sete projetos de P&D realizados em colaboração com parceiros: 1) Kit de Teste de Ácido Nucléico, conhecido como Kit NAT HIV/HCV, do programa de reativos; 2) Dengue, do programa de vacinas virais; 3) Microarranjo, do programa de reativos; 4) Febre amarela, do programa de vacinas virais; 5) Testes Rápidos, que envolvem três projetos: 5.1) teste confirmatório de HIV (*imunoblot* rápido); 5.2) Teste Rápido de Sífilis; 5.3) Teste Rápido de Leishmaniose Visceral Canina. Os resultados consolidados da pesquisa podem ser visto nas Tabelas 2 e 3. A discussão feita a seguir focou nos aspectos julgados pelos autores desse estudo os mais relevantes com vistas a responder ao problema da pesquisa e a atingir o objetivo proposto nesse artigo.

Tabela 2 – Resultado Consolidado das Entrevistas – Parte 1

Projeto	Objetivo	Entrevistado	Parceiro	Etapas do processo de P&D			Modo de Colaboração com Parceiros
				Início	Momento atual	Foco	
1) NAT	Desenvolver uma tecnologia (PCR em tempo real) baseada em biologia molecular para identificação de mais um patógeno (HIV e HCV) ao mesmo tempo (multicêntrico) em uma mesma reação – kit diagnóstico.	2) Gerente do Projeto NAT (Doutorado em Ciências Biológicas pela UFRJ, com especialização em genética).	1) UFRJ (Rio de Janeiro) 2) IBMP (Curitiba) 3) PerkinElmer (EUA) 4) QIAGEN (Alemanha) 5) APPLIED (EUA)	Identificação e validação da base genética.	Atividades pós-aprovação (última etapa).	Atividades pós-aprovação (última etapa).	Círculo de elite
2) Dengue	Desenvolvimento de uma vacina para prevenção da dengue, onde o adjuvante é propriedade intelectual do parceiro (segredo industrial).	3) Gerente do projeto (Doutorado em Ciências Biológicas pelo IOC, com especialização em virologia). 4) Assessoria da Vice-Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico (Doutorado em Ciências Econômicas pela COPPE/UFRJ, com especialização em Engenharia de Produção).	GSK (Bélgica)	Testes pré-clínico	Testes pré-clínico	Atividades pós-aprovação	Círculo de elite
3) Microarranjo	Desenvolver multiteste para fazer a triagem sorológica de todo o sangue doado no país por meio da criação de uma nova tecnologia denominada XMAP em substituição à atual tecnologia ELISA.	5) Gerente do Projeto Microarranjo (Mestrado em Biologia Celular e Molecular pelo IOC, com especialização em Gestão Industrial de Imunobiológicos).	1) IBMP (Curitiba) 2) ICC (Curitiba) 3) Parceiro “X”	Pré-desenvolvimento	Desenvolvimento experimental	Pós-Marketing (última etapa)	Círculo de elite
4) Febre amarela	Desenvolver uma nova vacina para Febre amarela (com base na expressão em plantas) que não tenha mais os eventos adversos graves como há na atual vacina atenuada – com vírus vivo e atenuado.	6) Gerente do Programa de Vacinas Virais e Gerentes do Projeto Febre Amarela (Doutorado em Ciências Biológicas pela UFRJ, com especialização em Química biológica).	1) FRAUNHOFER (EUA) 2) Ibio (EUA)	Identificação e validação da base genética	Testes pré-clínico	Atividades pós-aprovação (última etapa)	Círculo de elite
5) Teste confirmatório para HIV (Himunobiote).	Desenvolvimento do teste confirmatório para diagnóstico do vírus HIV	7) Gerente dos Projetos de Transferência de Tecnologia de Testes Rápidos (Mestrado em Microbiologia/Imunologia pelo IOC, com especialização em Biologia Celular e Molecular).	Chembio Diagnostics (EUA)	Pré-desenvolvimento	Pós-Marketing	Pós-Marketing	Círculo de elite
6) Teste rápido de Sífilis	Simple transferência tecnológica do teste rápido de sífilis			Registro do produto (Simple Transf. Tecnol.)	Pós-Marketing	Pós-Marketing	
7) Teste rápido de Leishmaniose visceral canina	Desenvolvimento de uma nova base tecnológica para o teste rápido de Leishmaniose visceral canina em substituição ao antigo teste confirmatório que utiliza a tecnologia imunofluorescência.			Pré-desenvolvimento	Pós-Marketing	Pós-Marketing	

Fonte: Entrevistas da dissertação

Redes de cooperação tecnológica em Bio-Manguinhos:
o papel das tecnologias de informação e comunicação

Tabela 3 – Resultado Consolidado das Entrevistas – Parte 2

Algumas das TICs utilizadas nos Projetos	Limitação caso a TIC utilizada não estivesse disponível	Tipos de TIC		
		TIC Desejada pela equipe de P&D	Contribuição da TIC desejada	Classificação das TIC utilizadas na estratégia de colaboração
1) Sequenciador automatic com sistema Sequencing Analysis; 2) PCR em tempo real com sistema para interpretar os dados e gerar resultados; 3) Automação da pipetagem; 4) Tecnologia de extração de ácido nucleico; 5) <i>High throughput screening</i> ; 6) Portal PubMed; 7) Banco de sequência <i>GenBank</i> ; 8) Teleconferência.	Retardamento do processo	1) Videoconferência nas dependências de Bio-Manguinhos; 2) Sistema para armazenamento e troca dos dados com os parceiros.	Agilidade na consulta à informação.	1) Ferramentas web de colaboração virtual; 2) Sistemas computacionais de experimentação; 3) Prototipação e visualização virtual; 4) Tele-interação; 5) <i>High throughput screening</i> ; 6) Sistema de gestão de laboratórios; 7) <i>Virtual knowledge brokers</i> ; 8) Portal da empresa com funcionalidades para apoiar a inovação.
1) Teleconferência; 2) Portal PubMed; 3) Banco de sequência <i>GenBank</i> ; 4) Sequenciamento genômico; 5) Análise de sequenciamento; 6) <i>E-mail</i> criptografado; 7) Sistema para registro de atas, dados e resultados de análises (do parceiro); 8) <i>Gotomeeting</i> para videoconferência (do parceiro)	Retardamento do processo	1) LIMS integrado com EPM; 2) Uso do <i>SharePoint</i> para troca com parceiros externos.	1) Evitar deslocamento para filial do parceiro; 2) Retenção e compartilhamento das informações.	1) Ferramentas web de colaboração virtual; 2) Sistemas computacionais de experimentação; 3) Prototipação e visualização virtual; 4) Tele-interação; 5) Sistema de gestão de laboratórios; 6) <i>Virtual knowledge brokers</i> ; 7) Portal da empresa com funcionalidades para apoiar a inovação.
1) Tecnologia xMAP; 2) Portal PubMed; 3) Sistema xPONENT ou similar para leitura e geração de arquivo CSV com resultados dos testes realizados; 4) Automatização do processo de pipetagem; 5) EPM; 6) Teleconferência.	Retardamento do processo	1) Sistema para registro de lições aprendidas; 2) Sistema de gestão do conhecimento.	1) Retenção e disseminação do conhecimento; 2) Velocidade no processo.	1) Ferramentas web de colaboração virtual; 2) Tele-interação; 3) Sistema de gestão de laboratórios.
1) Tecnologia de agro-infiltração; 2) Sequenciamento; 3) Análise de sequências; 4) <i>High throughput screening</i> ; 5) Portal PubMed; 6) Banco de sequências <i>GenBank</i> ; 7) Teleconferência; 8) EPM.	Retardamento do processo	1) Videoconferência disponível nas dependências de Bio-Manguinhos; 2) Sistema de gestão do conhecimento; 3) Sistema para registro de lições aprendidas.	1) Facilidade na comunicação com parceiros; 2) Velocidade de interação no processo; 3) Retenção e disseminação da informação.	1) Ferramentas web de colaboração virtual; 2) Sistemas computacionais de experimentação; 3) Prototipação e visualização virtual; 4) Tele-interação; 5) <i>High throughput screening</i> ; 6) Sistema de gestão de laboratórios; 7) <i>Virtual knowledge brokers</i> ; 8) Portal da empresa com funcionalidades para apoiar a inovação.
1) Imunocromatografia de fluxo lateral em plataforma tecnológica DPP (Dual Path Platform); 2) Portal PubMed; 3) Teleconferência; 4) Videoconferência; 5) Skype e MSN; 6) EPM.		1) Canal FTP para troca de arquivos com parceiros; 2) Sistema para gestão do conhecimento e base de lições aprendidas; 3) EPM (com o <i>SharePoint</i>) disponível na web para o parceiro; 4) Sistema para troca de informações com parceiros externos via web; 5) Ferramenta para videoconferência nas dependências de Bio-Manguinhos.	1) Agilidade; 2) Segurança; 3) Acesso rápido às informações.	1) Ferramentas web de colaboração virtual; 2) Tele-interação; 3) Sistema de gestão de laboratórios.

Fonte: Entrevistas da dissertação.

O estudo mostrou que Bio-Manguinhos busca selecionar criteriosamente os parceiros que participarão dos projetos de cooperação tecnológica que se encontram nas fases iniciais do processo de P&D. A opção pelo modo de colaboração “Círculo de Elite”, predominante nesse estágio, está de acordo com o modelo proposto por Pisano e Verganti (2008). No entanto, mesmo depois de adquirido o *know-how*, Bio-Manguinhos mantinha o vínculo aos parceiros por entender que esta opção lhe traria velocidade ao processo de P&D.

As evidências indicam que essa opção pode estar associada à busca por velocidade no processo de P&D, considerando-se que as principais aquisições de insumos, matérias primas e tecnologias podem ser realizadas diretamente pelo parceiro sem que para isto seja necessário superar os entraves burocráticos a que estão submetidas as organizações públicas de pesquisa brasileiras. O depoimento abaixo evidencia esta preocupação: “Eu penso que Bio-Manguinhos pratica um Círculo de Elite... as aquisições de insumos e matérias-primas podem ser feitas pelo parceiro e, com isso, conseguimos acelerar o processo”.

No que diz respeito às TICs identificadas na literatura pesquisada, a **Tele-Interação** revelou-se presente em todos os projetos de colaboração tecnológica estudados, particularmente quando estão envolvidos parceiros situados fora do Brasil. Até a data em que esta pesquisa foi realizada, as equipes de Bio-Manguinhos usavam basicamente a teleconferência. Como pode ser visto no relato a seguir, a indisponibilidade da videoconferência no ambiente interno de Bio-Manguinhos causou impactos indesejados:

Eu, particularmente, não tive a oportunidade de experimentar uma videoconferência, mas a teleconferência não foi muito bem sucedida não, porque, como já disse, prefiro ver e não apenas ouvir a pessoa com quem troco ideias, pois posso fazer leitura labial.

Na medida em que não possuíam uma ferramenta alternativa à videoconferência, alguns gerentes utilizavam o MSN e o Skype de seus computadores pessoais para trocar informações, já que a área de segurança da informação não permitia a instalação desses softwares nas máquinas da empresa. Ao recorrer a essa alternativa, informações reconhecidas pelos próprios pesquisadores como sigilosas podem ter trafegado em meios vulneráveis. O uso alternativo da plataforma de comunicação de parceiros causava transtornos, como pode ser observado no depoimento a seguir:

Se tivéssemos como realizar uma videoconferência aqui em Bio-Manguinhos, nosso processo ganharia velocidade. Para você ter uma ideia, quando a gente precisa fazer uma videoconferência com a GSK, nós precisamos nos deslocar até Jacarepaguá para utilizarmos a sala e o aparelho deles e isto toma muito o nosso tempo.

Bio-Manguinhos não dispunha de qualquer sistema de informação (SI) que apoiasse o registro e o compartilhamento informações geradas ao longo da gestão do processo de P&D com os parceiros externos. Essa carência fez com que os gerentes recorressem a uma pasta do Windows, denominada “Restrito”, para esta finalidade. Muito embora os entrevistados alegassem que a pasta cumpria com os objetivos para os quais foi criada, o estudo mostrou que os próprios gerentes reconheciam que a situação ideal seria um SI aplicado à **Gestão do Conhecimento**, como pode ser visto no depoimento a seguir:

Hoje, nós aprendemos muito porque trocamos muitas informações internas e acabamos aprendendo com as experiências e com os erros dos nossos colegas, mas não estamos tão perto assim de todos os projetos e, por isso, não temos a oportunidade de trocarmos internamente com todos os gerentes de programa. Se tivéssemos uma base de conhecimento e de lições aprendidas seria um sonho.

É importante ressaltar que Bio-Manguinhos possuía, à época da pesquisa, uma TIC que poderia se adequar satisfatoriamente a essa função, o Software *Sharepoint* da Microsoft, uma ferramenta de colaboração que chegou à instituição por meio da aquisição do software *Enterprise Project Management* (EPM) (ferramenta de apoio ao gerenciamento de projetos). O EPM integra uma biblioteca de documentos os quais poderiam, por meio do *SharePoint*, ser compartilhados pela WEB com os parceiros externos. Para contornar essa limitação, alguns Gerentes de Projetos de Bio-Manguinhos, repetindo a prática já observada com outras ferramentas, faziam uso do *Sharepoint* de parceiros externos. Ainda assim, o uso da ferramenta do parceiro agilizou consideravelmente a troca de informações, facilitando a comunicação e, conseqüentemente, a velocidade do projeto, como pode ser visto na seguinte narrativa:

Mesmo reconhecendo esses ganhos parciais, a assessora da Vice-diretoria de Desenvolvimento Tecnológico (DT) argumentou que seria preciso trabalhar a cultura interna de Bio-Manguinhos para que se pudesse criar uma base sólida e confiável que permitiria a utilização do *Sharepoint* como ferramenta de Gestão do Conhecimento dos projetos conduzidos em colaboração com os parceiros externos:

Verdadeiramente, as pessoas aderirem e abraçarem esta ideia. Disponibilizar isto para os gerentes de projeto, para os gerentes de programa, para os parceiros externos... Enfim, precisamos criar esta cultura e utilizar melhor esta ferramenta.

Essa narrativa reforça a evidência encontrada na literatura de que não basta adotar uma TIC para que ela funcione. É preciso implantá-la adequadamente, atuando nos mecanismos organizacionais que estimulam as pessoas a capturem os benefícios potenciais existentes nas tecnologias (KLEIN; SORRA, 1996).

A Bio-Manguinhos utilizava, quando aplicável, tecnologias de **High-Throughput Screening** (HTS) nos projetos de P&D estudados. No projeto Febre Amarela, por exemplo, essa tecnologia foi utilizada no processo de formulação da vacina, quando foram realizados testes simultâneos e em alta velocidade de várias substâncias visando a saber qual delas permitia estabilizar melhor a proteína alvo. Também no projeto NAT, que funcionava 24 horas/dia, a HTS era empregada, o que permitia analisar 552 amostras em apenas sete horas e meia.

As evidências coletadas comprovam que a TIC **Ferramenta Web de Colaboração Virtual** é utilizada em todos os projetos estudados. Pesquisas frequentes no portal PubMed buscavam materiais bibliográficos, tais como artigos científicos relevantes para os projetos em curso na organização. Entre algumas das vantagens relacionadas à utilização dessa ferramenta, foram citadas: i) Descobrir se havia um projeto similar ao que estava sendo desenvolvido por Bio-Manguinhos; ii) Realizar pesquisas patentárias; iii) Buscar empresas com capacidade para produzir insumos relevantes aos projetos em questão; iv) Observar experimentos feitos por outros pesquisadores e que poderiam contribuir de alguma forma para o projeto de P&D.

A área de P&D Bio-Manguinhos fazia uso intensivo dessa TIC de banco de sequências de células, denominado GenBank, presente no portal PubMed. Por meio desse módulo, os pesquisadores buscavam sequências que pudessem ser encaminhadas às empresas especializadas (*Contract Research Organizations* - CRO), para que estas fizessem a síntese e disponibilizassem o *primer* (sequenciamento genético sintetizado) para a equipe de P&D. Assim como faziam o *download* de sequências, os pesquisadores também disponibilizavam no GenBank o sequenciamento realizado internamente ou por meio de outros laboratórios parceiros de Biologia Molecular.

As evidências obtidas demonstram que os **Sistemas Computacionais de Experimentação** eram utilizados nos projetos de Febre Amarela, Dengue e NAT. Nestes a TIC era aplicada no sequenciamento de vírus e também na comparação entre as sequências geradas pela equipe interna de P&D e aquelas sintetizadas por empresas especializadas, tais como as CRO. No entanto, quando se tratava de sequenciamento genômico que requeria um processamento computacional mais complexo, por não dispor de uma infraestrutura adequada, Bio-Manguinhos recorria às outras plataformas existentes dentro do campus da Fiocruz e, em alguns casos, fora da instituição.

A **Prototipação e Visualização Virtual** também foram encontradas em Bio-Manguinhos. Por exemplo, a equipe de P&D do projeto de Febre Amarela visualizava e analisava estruturas tridimensionais da proteína do vírus por meio da utilização de ferramenta específica de análise de sequência, que continha algoritmos matemáticos complexos. Outro exemplo refere-se ao projeto Dengue, que utilizava essa TIC para a realização de análises das sequências por meio do método chamado filogenia. Para fazer essas análises, Bio-Manguinhos utilizava softwares específicos e gratuitos, alguns disponíveis no endereço eletrônico, tais como: www.nvbi.nlm.nih.gov. Esses softwares carregavam a sequência definida pelo pesquisador para um banco no provedor, que então realizava o processamento remoto.

Na época em que esta pesquisa foi realizada, o LATAM de Bio-Manguinhos desenvolvia anticorpos monoclonais e policlonais para atender às demandas de pesquisadores internos e externos à instituição. Esses materiais biológicos ficavam armazenados em um Banco de Material Biológico (BMB), que é gerido pelo próprio LATAM. Para atender às necessidades do laboratório, a equipe interna de TI, com apoio da COPPE/UFRJ, desenvolveu um LIMS - **Sistema de Gestão Laboratórios**. Esse sistema, implantado há aproximadamente três anos, permitia que o usuário registrasse a movimentação dos anticorpos e células no BMB, garantindo assim a total rastreabilidade desses materiais biológicos, o que possibilitava: i) a identificação do local físico de armazenamento (Botijão, Canister, *Rack*, Criotubos); ii) a origem da demanda e o projeto para o qual foi utilizado nas pesquisas.

Reconhecendo a importância dos conhecimentos aportados pela TTI, os entrevistados afirmaram que outros módulos seriam implantados para ampliar o escopo de utilização do sistema. A área de DT também pretendia integrá-lo com o software gerenciador de projetos – EPM, de modo a permitir que os pesquisadores planejem a utilização dos materiais biológicos relacionados às atividades de um projeto.

Quando os projetos de P&D demandavam um sequenciamento genômico de maior complexidade, Bio-Manguinhos recorria às Plataformas de Biologia Molecular à sua disposição, tais como: Laboratório de Biologia Computacional e Sistêmica – LBCS, do Instituto Oswaldo Cruz no campus da FIOCRUZ; o Instituto de Biologia Molecular do Paraná - IBMP; o Centro de Pesquisa René Rachou, pertencente à Fiocruz em Minas Gerais e o Laboratório Nacional de Computação Científica - LNCC, ligado ao Ministério da Ciência e Tecnologia.

Para ter acesso a esses laboratórios, a Bio-Manguinhos praticava a modalidade de “Carta Compromisso”, um tipo de contrato entre empresas do governo por meio do qual há o repasse legal de verbas. Como foi relatado ao longo das entrevistas, e posteriormente ratificado pelo vice-diretor de DT, a Bio-Manguinhos não fazia internamente experimentos em genômica de maior complexidade por entender que este não era o seu foco. Caso essa realidade mudasse, o gestor entendia que não seria necessário criar laboratório de bioinformática, já que a organização poderia optar pela formação de uma parceria com um laboratório especializado.

Por fim, esta pesquisa indica que poderiam ser obtidos ganhos significativos com uma maior aproximação entre a área de TI e a área P&D, mesmo tomando por base iniciativas mais simples. É interessante notar que, à época, a Bio-Manguinhos já dispunha de tecnologias básicas, tais como *File Transfer Protocol-FTP* ou, até mesmo *Virtual Network Communities-VNC*, que resolveriam a contento os entraves de comunicação e segurança da informação. Como resultado das entrevistas realizadas no âmbito desta pesquisa, a área de TI disponibilizou, por meio de demandas recebidas da área de DT, um canal FTP para facilitar a transferência dos arquivos relacionados aos projetos de P&D com os parceiros externos. O desenvolvimento do LIMS para o LATAM é um exemplo emblemático de como as melhores práticas de Gestão da Informação, teoricamente de maior domínio dos profissionais de SI, poderiam contribuir para a área de P&D de Bio-Manguinhos.

O estudo de caso trouxe evidências de que a cultura ainda predominante entre os pesquisadores em biologia molecular, particularmente entre os bioinformatas, favorece o uso isolado de ferramentas de código aberto e portais públicos da Internet. Dadas às dificuldades usualmente encontradas nas organizações no que se refere ao apoio da TI corporativa, esses profissionais recorriam às ferramentas *Office*, o que lhes trazia liberdade para conduzir suas análises. As evidências colhidas mostram que essas ferramentas acabaram assumindo em Bio-Manguinhos um papel que não seria o mais adequado no contexto de laboratórios de pesquisa em biologia molecular, que podem se valer de ferramentas mais robustas e integradas aos demais sistemas de pesquisa clínica e de informática médica, dentro e fora da organização. Pode se afirmar que, em parte, isso se devia ao desconhecimento demonstrado pelos pesquisadores a respeito do potencial de contribuição das TICs corporativas.

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste artigo foi identificar e discutir a contribuição das TICs para os projetos de cooperação tecnológica de Bio-Manguinhos. O estudo mostrou que as parcerias

estabelecidas pela organização contribuíram decisivamente para imprimir maior velocidade aos projetos estudados, entre outros motivos, pelas restrições hoje impostas no Brasil aos centros públicos de P&D. A adoção preferencial pelo modo “Círculo de Elite” para contornar essa restrição, em circunstâncias que justificariam a substituição desse modo por modos de colaboração mais flexíveis e abertos, pode estar associada à preocupação ainda predominante na instituição quanto ao controle da PI.

A falta de projetos que envolvessem a colaboração interdependente, com fluxos bidirecionais de conhecimento, parece explicar por que algumas das TICs identificadas na literatura científica de bioinformática, tais como Workflows Científicos e *GIT*, ainda não eram utilizadas por Bio-Manguinhos. Sendo assim, uma mudança em direção aos Consórcios poderia alterar a percepção da organização em relação ao valor dessas TICs. Essa suposição pode ser formulada na forma de uma questão para a pesquisa futura: Caso a Bio-Manguinhos se envolvesse, de fato, em processos de co-desenvolvimento de drogas ou vacinas, qual seria a contribuição que o uso das TICs hoje ausentes traria para a capacidade inovativa da organização?

O estudo também mostrou que a Bio-Manguinhos não dispõe de um sistema estruturado de gestão do conhecimento, o que acarreta sérias limitações à interação entre as equipes internas de P&D e destas com as equipes de P&D dos parceiros tecnológicos. Dado que a Bio-Manguinhos apresenta atualmente um quadro de colaboradores formado por um contingente expressivo de terceirizados, e em face da dificuldade de retenção de talentos no contexto de organizações públicas de pesquisa, a ausência dessa TIC aumenta o risco relacionado à perda de conhecimentos valiosos. Para suprir tal ausência, os pesquisadores recorriam às ferramentas da plataforma *Office*, inadequadas para lidar com as complexidades da inovação tecnológica apontadas na literatura científica.

Os autores deste estudo entendem que esta pesquisa traz contribuições relevantes para a teoria e prática administrativa. Em termos teóricos, o estudo expande o conhecimento existente demonstrando a relevância de se aprofundar as pesquisas sobre a utilização de TICs em apoio à gestão do processo de colaboração tecnológica em contextos organizacionais de alta complexidade, como é o caso das empresas que atuam em ramos farmacêuticos. Do ponto de vista da prática administrativa em Ciência, Tecnologia e Inovação - C&T&I, o estudo permite que os gestores de projetos de P&D que envolvam biotecnologia, particularmente os pesquisadores que atuam nos laboratórios públicos brasileiros de farmacêutica, sejam beneficiados pelas evidências obtidas para fazer uso mais efetivo das TICs à sua disposição.

Pelo fato de a Biologia Molecular ter se convertido em uma área de conhecimento baseada em informações, o estudo traz evidências da importância de uma maior aproximação entre esse campo de conhecimento e a Ciência da Informação. Em decorrência da natureza dos processos de P&D na indústria farmacêutica, há grandes benefícios advindos de uma maior integração entre a área de P&D e a área de TI corporativa, particularmente se a organização em questão possuir uma área própria de Bioinformática ou de Biologia Computacional. O caso também deixa claro que, no que tange às áreas de P&D, as regras de acesso e de segurança da informação não devem ser as mesmas das demais áreas de uma organização.

Por fim, entende-se que, diante de um cenário de uso crescente de Computação nas Nuvens (*Cloud Computing*), de *Web Services* e de Softwares como um Serviço (SaaS), a contribuição da área de TI de uma empresa deve estar cada vez mais direcionada para os objetivos fins do negócio. No caso estudado, fica evidente como uma área de TI sufocada por demandas administrativas e de caráter transacional, sem tempo e sem capacitação para explorar a realidade dos processos típicos da área de P&D, pode se converter em sério prejuízo para a capacidade de inovar de uma organização nos ramos de ciência da vida.

REFERÊNCIAS

- ATTWOOD, T. K. et al. Concepts, historical milestones and the central place of bioinformatics in modern biology: an European perspective. In: MAHDAVI, M. A. (Ed.). **Bioinformatics-trends and methodologies**. Rijeka: Intech.Online Publishers; 2011.
- BALDI, P.; BRUNAK, S. **Bioinformatics: the machine learning approach**. Boston: MIT Press, 2001.
- BARBOSA, J. G. P. et al. A proposed architecture for implementing a knowledge management system in the Brazilian National Cancer Institute. **Brazilian Administration Review-BAR**, v. 6, n. 3, p-246-262, 2009.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1979.
- BARE, J. C. et al. Integration and visualization of systems biology data in context of the genome. **BMC Bioinformatics**, v. 11, p. 382-90, 2010.
- BASTOS, V. D. Inovação farmacêutica: padrão setorial e perspectivas para o caso brasileiro. **BNDES Setorial**, n. 22, p. 271-296, 2005.
- BIO-MANGUINHOS. **Bio-Manguinhos: relatório de atividades 2010**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2010.
- BLEICHER, K.H. et al. Hit and lead generation: beyond high-throughput screening. **Nature Review Drug Discovery**, v. 2, p. 369-378, 2003.

BOSE, R. Knowledge management-enabled health care management systems: capabilities, infrastructure, and decision-support. **E. Systems with Applications**, v.24, n.1, p.59-71, 2003.

BROWN, C. The changing face of scientific discourse: analysis of Genomic and Proteomic database usage and acceptance. **Journal of the American Society for Information Science & Technology**, v. 54, n. 10, p. 926-938, 2003.

BROWN, T. Design thinking. **Harvard Business Review**, Jun. 2008.

CATANHO, M.; DE MIRANDA, A. B.; DEGRAVE, W. Comparando genomas: bancos de dados e ferramentas computacionais para a análise comparativa de genomas procarióticos. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde**, v. 1, n. 2, p. 335-358, 2007.

CHECKLAND, P. B. From framework through experience to learning: the essential nature of action research. In: NISSEN, H.; KLEIN, H. K; HIRSCHHEIM, R. A. (Eds.). **Information systems research: contemporary approaches and emergent traditions**. Amsterdam: North-Holland, 1991.

CHEN, L. S. **Triagem de alto desempenho na detecção de atividade de epóxido-hidrolases e monooxigenases utilizando células íntegras**. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas (SP), 2006.

CHESBROUGH, H. W. **Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology**. Boston: Harvard Business Scholl Press, 2003.

_____. Open innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation. In: CHESBROUGH, H.W.; VANHAVERBEKE, W. J. **Open innovation: researching a new paradigm**. New York: Oxford University Press, 2006.

_____. Business model innovation: opportunities and barriers. **Long range planning**, v.43, p.354-363, 2010.

CHESBROUGH, H.W.; APPLEYARD, M.M. Open innovation and strategy. **California Management Review**, v.50, n.1, p.57-76, 2007.

CHIARONI, D.; CHIESA, V.; FRATTINI, F. Patterns of collaboration along the Bio-Pharmaceutical innovation process. **Journal of Business Chemistry**, v.5, n.1, p.7-22, 2008.

CHRISTENSEN, J. F. Whiter core competency for the large corporation in an open innovation world? In: CHESBROUGH, H; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. **Open innovation: researching a new paradigm**. London: Oxford University Press, 2006.

COOMBS, R.; METCALFE, J.S. Organizing for innovation: co-ordinating distributed capabilities. In: FOSS, N.; MAHNKE, V. **Competence, governance and entrepreneurship**. London: Oxford University Press, 2000.

CURCIN, V.; GHANEM, M. Scientific workflow systems: can one size fit all? In: PROCEEDINGS OF THE CAIRO BIOMEDICAL ENGINEERING CONFERENCE, 2008, Cairo (EGY). **Anais...** Cairo, 2008, p. 1-9.

- DANTAS, E.; BELL, M. Latecomer firm and the emergence and development of knowledge networks: the case of Petrobras in Brazil. **Research Policy**, v.38, p.829-844, 2009
- DENZIN, N. K.; LINCOLN Y. S. **Handbook of qualitative research**. California: Sage Publications; 2000.
- DIGIAMPIETRI, L. A. **Gerenciamento de workflows científicos em Bioinformática**. Tese (Doutorado) - Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas (SP), 2007.
- DOGSON, M.; GANN, D.; SALTER, A. The role of technology in the shift towards open innovation: the case of Procter & Gamble. **Research & Development Management**, v.36, n.3, p.333-346, 2006.
- DYER, J.H.; SINGH, H. The relational view: cooperative strategies and sources of interorganizational competitive advantage. **Academy of Management Review**, v.23, n.4, p.660-679, 1998.
- FEBLES RODRIGUEZ, J. P.; GONZALEZ PEREZ, A. Aplicación de la minería de datos en la Bioinformática. **ACIMED [online]**, v.10, n.2, p.69-76, 2002
- GASSMANN, O.; VON ZEDTWITZ, M. Trends and determinants of managing virtual R&D Teams. **Research & Development Management**, v.33, p.243-262, 2003.
- GOMES-CASSERES, B. **The alliance revolution: the new shape of business rivalry**. Cambridge: Harvard Business Press, 1996.
- GULATI, R. Alliances and networks. **Strategic management journal**, v.19, n.4, p.293-319, 1998.
- HACIEVLIYAGIL, N. K. **The impact of open innovation on technology transfers at Philips and DSM**. 2007. (Tese) - Delft University of Technology, 2007.
- HANNAN, M.; FREEMAN, J. The population ecology of organizations. **American Journal of Sociology**, v.82, p.929-964, 1977.
- HEBERT, M. A.; KORABEK, B.; SCOTT, R. E. Moving research into practice: a decision framework for integrating home telehealth into chronic illness care. **International Journal of Medical Information**, v.75, p.786-794, 2006.
- HUGHES, B.; WAREHAM, J. Knowledge arbitrage in global pharma: a synthetic view of absorptive capacity and open innovation. **Research & Development Management**, v.40, n.3, p.324-343, 2010.
- HUSTON, L.; SAKKAB, N. Connect and develop: inside Procter & Gamble's new model for innovation. **Harvard Business Review**, 85, p. 58-66, 2006.
- JARRILLO, J. C. On strategic networks. **Strategic Management Journal**, v.9, p.31-41, 1998.
- KOHLBACHER, O. et al. The challenge of innovation implementation. **Academy of Management Review**, v.21, n.4, p.1055-1080, 1996.

- LAURSEN, K.; SALTER, A. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. **Strategic Management Journal**, v.27, p.131-150, 2006.
- LICHTENTHALER, U.; LICHTENTHALER, L. A capacity-based framework for Open Innovation: complementing Absorptive Capacity. **Journal of Management Studies**, v.46, n.8, p.1315-1338, 2009.
- LENOIR, T. Shaping biomedicine as an information science. In: BOWDEN, M.E.; HAHN, T.B.; WILLIAMS, R.V. (Eds). In: CONFERENCE ON THE HISTORY AND HERITAGE OF SCIENCE INFORMATION SYSTEMS, 1998, Medford (NJ). **Anais...** Medford, 1998. p. 27-45.
- LESK, A. M. **Introdução à bioinformática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- MCGUFFEE, S. R.; ELCOCK, A. H. Diffusion, crowding & protein stability in a dynamic molecular model of the bacterial cytoplasm. **PLoS Computational Biology**, v.6, n.3, 2010.
- MALERBA, F; ORSENIGO, L. Innovation and market structure in dynamics of the pharmaceutical industry and Biotechnology: towards a history friendly model. **Industrial and Corporate Change**, v.11, n.4, p.667-703, 2001.
- MAQUEIRA, J. M.; BRUQUE, S. Grid information technology as a new technological tool for e science, healthcare and life science. **Journal of Technology Management & Innovation**, v.2, n.2, p.95-113, 2007.
- NAKAGAWA. A.S. **LIMS: implementation and management**. Cambridge: the Royal Society of Chemistry, 1994.
- NAMBISAN, S. Designing virtual customer environments for new product development: toward a theory. **Academy of Management Review**, v.27, n.3, p.392-413, 2002.
- NAZNIN, F.; SARKER, R.; ESSAM, D. Vertical decomposition with genetic algorithm for multiple sequence alignment. **BMC Bioinformatics**, v.12, p.353-79, 2011.
- NEUBAUER, F.; HOHEISEL, A.; GEILER, J. Workflow-based grid applications. **Future Generation Computer Systems**, v.22, n.1-2, p.6-15, 2006.
- NOOTEBOON, B. **Inter-firm alliances: analysis and design**. London: Routledge, 1999.
- OSTROWSKI, J.; WYRWICZ, L.S. integrating genomics, proteomics and bioinformatics in translational studies of molecular medicine. **Expert Review of Molecular Diagnostics**, v.9, n.6, p.623-630, 2009.
- OLIVEIRA, L.P. **O uso das TIC nas estratégias de P&D em colaboração com parceiros externos: caso de Bio-Manguinhos**. 1998. Dissertação (Mestrado) - Estácio de Sá, 2011.
- PERSIDIS, A. High-throughput screening. **Nature Biotechnology**, v.16, p.488-489, 1998.
- PISANO, G. P.; VERGANTI, R. Which kind of collaboration is right for you? **Strategic Management Journal**, dec. 2008.

PITASSI, C. A Virtualidade nas estratégias de inovação aberta: proposta de articulação conceitual. **Revista de Administração Pública**, v.46, p. 619-641, 2012.

POWELL, W. et al. Dynamics and field evolution: the growth of interorganizational collaboration in the life sciences. **American Journal of Sociology**, v.110, p.1132–1205, 2005.

ROTHWELL, R. Industrial innovation: success, strategy, trends. In: DODGSON, M.; ROTHWELL, R. (Eds.). **The handbook of industrial innovation**. Hants: Edward Elgar, 1994.

SAKKAB, N. Y. Connect and develop complements research and develop at P&G. **Research-Technology Management**, v.45, n.2, p.38-45, 2002.

SETÚBAL, J. C.; MEIDANIS, J. **Introduction to computational Molecular Biology**. Boston: PWS Publishing Company, 1997.

SIVADAS, E.; DWYER, R. F. An examination of organizational factors influencing new product success in internal and alliance-based processes. **Journal of Marketing**, v.64, p.31-49, 2000.

STAKE, R. E. **The art of case study research**. Thousand Oaks-USA: Sage, 1995.

STAJICH, J. E.; LAPP, H. Open source tools and toolkits for Bioinformatics: significance, and where are we? **Briefings in Bioinformatics**, v.7, n.3, p.287-296, 2006.

TEECE, D; PISANO, G; SHUEN. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal** v.18, n.7, p.509-533, 1997.

THOMKE, S. H. **Experimentation matters**: unlocking the potential of new technologies for innovation. Harvard Business School Press, 2003.

THUROW, K. et al. Laboratory information management systems for life science applications. **Organic Process Research & Development**, v.8, n.6, p.970-982, 2004.

TRIEGLAFF, O.; STURM, M. TOPP: the openMS proteomics pipeline. **Bioinformatics**, v.23, n.2, p.191-97, 2007.

TROTT, P.; HARTMANN, D. Why “Open Innovation” is old wine in new bottles. **International Journal of Innovation Management**, v.13, n4, p.715-736, 2009.

UZZI, B. Social structure and competition in interfirm networks: the paradox of embeddedness. **Administrative Science Quarterly**, v.42, p.36-67, 1997.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

VERONA G.; PRANDELLI E.; SAWHNEY, M. Innovation and virtual environments: towards virtual knowledge brokers. **Organizational Studies**, v.27, n.6, p.765-788, 2006.

VON HIPPEL, E.; KATZ, R. Shifting innovation to users via toolkits. **Management Science**, v.48, n.7, p.821-833, 2002.

*Redes de cooperação tecnológica em Bio-Manguinhos:
o papel das tecnologias de informação e comunicação*

WAGNER, G. **Geração e análise comparativa de sequências genômicas de *Trypanossoma rangeli***. 2006. Dissertação – (Mestrado) – Instituto Oswaldo Cruz, Biologia Celular e Molecular, 2006.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. London: SAGE Publications, 1994.