UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto
Departamento de Administração
Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações

IAN MARQUES PORTO LINARES

Desenvolvimento de novos produtos e gestão de projetos no segmento de sementes
geneticamente modificadas

Orientadora: Prof^a Dr^a Geciane Silveira Porto

Ribeirão Preto

2019

Prof. Dr. Vahan Agopyan
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. André Lucirton Costa
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto

Prof. Dr. Prof. Dr. Jorge Henrique Caldeira de Oliveira
Chefe de Departamento de Administração

IAN MARQUES PORTO LINARES

Desenvolvimento de novos produtos e gestão de projetos no segmento de sementes geneticamente modificadas

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração de Organização da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências. Versão Corrigida (Versão original encontra-se na unidade que aloja o Programa de Pós-graduação).

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Geciane Silveira Porto

RIBEIRÃO PRETO

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Linares, Ian Marques Porto

Gestão de projetos em biotecnologia agrícola: desenvolvimento de ferramentas
para análise e diagnósticos de projetos.

Ribeirão Preto, 2019.

188 p.: il.; 30cm

Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Economia, Administração e
Contabilidade de Ribeirão Preto/USP. Área de Concentração: Administração.

Orientador: Porto, Geciane Silveira

1. Gestão de projetos. 2. Biotecnologia agrícola. 3. Desenvolvimento de novos
produtos

DEDICATÓRIA

Dedico essa tese a meus pais e a minha noiva Camila, sem os quais não teria sido possível completar esse desafio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Prof. Dra. Geciane Silveira Porto, cujo apoio por todos esses anos foi imprescindível e inestimável para meu crescimento como profissional e pesquisador.

Agradeço a Fapesp pelos recursos que foram disponibilizados ao laboratório na forma da ferramenta de coleta de patentes.

Agradeço a Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto pela oportunidade da realização do curso de doutorado.

Agradeço ao Prof. Dr. Daniel Capaldo Amaral pela inspiração e apoio na definição do tema dessa pesquisa.

Agradeço a todos os respondentes que colaboraram no levantamento de dados na etapa de entrevistas.

Agradeço a equipe do laboratório Ingtec, em especial a Fernanda Basso por todas as contribuições a esta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Desenvolvimento de novos produtos e gestão de projetos no segmento de sementes geneticamente modificadas

RESUMO

A biotecnologia tem como uma de suas principais aplicações a área agrícola, especialmente no contexto da geração de sementes geneticamente modificadas (GM). Apesar da importância econômica dos produtos dessa natureza, poucas fontes trazem informações a fundo sobre a gestão de projetos, desenvolvimento de produtos, e geração de inovações a partir de cooperação tecnológica entre empresas. Esse estudo visa mitigar esta lacuna apresentando, informações relativas aos temas citados, com um mapeamento dos *stakeholders* de empresas de sementes GM pela ótica das mesmas, além de estudar a cooperação tecnológica dessas empresas com base em dados de patentes. Entre as ferramentas metodológicas utilizadas nesse estudo, se optou por entrevistas semi-estruturadas para a parte de projetos e *stakeholders*, e análise de redes sociais na parte de *stakeholders* e de cooperação tecnológica. Os resultados obtidos, além de enriquecer o arcabouço teórico do tema ligado a essa indústria, indicam que, em relação ao gerenciamento dos projetos, a definição de objetivos em um projeto é tanto um recurso crítico como um dos principais problemas encontrados pelos entrevistados, sendo que má comunicação e falta de recursos também entraram na lista de problemas encontrados neste tipo de projeto. A análise de *stakeholders* mapeou os relacionamentos quanto aos critérios de urgência, legitimidade, poder, e as demandas dos *stakeholders* entre os critérios de simplicidade e compatibilidade, sendo que ao final em um modelo de redes indicou que possíveis alterações nos relacionamentos poderiam ser positivas para o relacionamento das empresas com os clientes. Por fim, a análise de inovações e cooperações indicou que a rede de cooperações tem ficado progressivamente mais centralizada, com novas iniciativas partindo de empresas menores, institutos e universidades, de países de origem asiática.

Palavras Chave: Sementes, GM, Projetos, Redes, *Stakeholders*, Patentes

New product development and project management in the segment of genetically modified seeds

ABSTRACT

Genetically modified (GM) seeds are among of the main applications related to agricultural biotechnology. Despite the economic importance of products of this nature, few sources provide in-depth information on project management, product development, and the generation of innovations through technological cooperation between companies. This study aims to mitigate this gap by presenting, in addition to information related to the themes mentioned, a multi-approach mapping of the stakeholders of GM seed companies. Among the tools used in this study, for the projects and stakeholders were chosen semi-structured interviews, and also for the stakeholders analysis and for study of innovation in the form of joint patenting network analysis were chosen. The results obtained, besides enriching the theoretical framework of this industry, indicate that the definition of objectives is both a critical resource and one of the main problems encountered by the interviewees, as well as poor communication and lack of resources, which also entered the list of problems encountered in this type of project. Stakeholder analysis mapped relationships relating to the criteria of urgency, legitimacy, power, to the stakeholder demands which were classified through their simplicity and compatibility to the company's. Then, a stakeholder network indicated which possible change in the relationships could be positive for the relationship with customers. Finally, through the analysis of innovations and cooperation, it was indicated that the cooperation network became progressively more centralized, with new initiatives from smaller companies, institutes and universities, from countries of Asian origin.

Keywords: Seeds, GM, Projects, Networks, Stakeholders, Patents

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Gerenciamento de projetos: definições e variedades	16
2.2	A biotecnologia agrícola e os mecanismos de proteção industrial	22
2.2.1	Histórico e informações disponíveis de projetos de biotecnologia de sementes	24
2.3	Gestão de projetos na indústria farmacêutica	34
2.4.	Dimensões para análise de projetos	39
2.4.1.	Práticas de gerenciamento de projetos	40
2.4.2.	Fatores críticos	43
2.4.3.	Desempenho de projetos de P&D	47
2.5	Classificação técnica do processo de desenvolvimento de novos produtos	53
2.6	Análise de redes	55
3.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	58
3.1	Natureza da pesquisa	58
3.2	Perguntas de pesquisa	58
3.3	Descrição das etapas	59
4.	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS REFERENTES À GESTÃO DE PROJETOS.....	73
4.1	Identificação da visão de especialistas do setor sobre gerenciamento de projetos de desenvolvimento de sementes GM	73
4.1.2	Identificação das etapas ligadas à fase de descoberta e prova de conceito e método de gestão de projetos usados.....	73
4.1.3	Classificação técnica de projetos de novos <i>traits</i> de sementes	80
4.1.4	Características do projeto.....	83
5.	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS REFERENTES À ANÁLISE DE <i>STAKEHOLDERS</i>	93

6.	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS REFERENTES À ANÁLISE DE PATENTES E COOPERAÇÕES TECNOLÓGICAS.....	106
6.1	Configuração das cooperações tecnológicas do setor.....	120
6.2	Análise de cooperações tecnológicas das seis maiores empresas.....	134
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	158
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	164
	ANEXO A - Lista de empresas com maior volume de vendas de sementes no ano de 2009.	180
	APÊNDICE A - Roteiro de apoio a entrevistas sobre gestão de projetos de geração de novos <i>traits</i> em sementes - Parte 1	181
	APÊNDICE B – Informações coletadas sobre influências de stakeholders.....	184
	APÊNDICE C - Roteiro de apoio a entrevistas sobre gestão de projetos de geração de novos <i>traits</i> em sementes – Parte 2	187

1. INTRODUÇÃO

A biotecnologia, segundo a Convenção de Diversidade Biológica da Organização das Nações Unidas (CDB-ONU, 1992) corresponde a qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou derivados dos mesmos, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica. Já a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2014) trata a biotecnologia como aplicação da ciência e tecnologia para organismos vivos, assim como partes, produtos e modelos dos mesmos, para alterar materiais vivos ou não vivos para a produção de conhecimento, bens e serviços. Estas definições tornam clara que uma grande mescla de atividades se encaixa no tema, inviabilizando o seu tratamento como algo uniforme. Independentemente da área, a biotecnologia é tratada como uma ciência aplicada, relacionada a novos produtos, serviços, ou tecnologias - todos esses desenvolvidos por meio de projetos.

Deste modo, pesquisadores buscaram dividir a biotecnologia de acordo com sua área de atuação, sendo o modelo mais comum o que associa a cores, no qual: (a) processos biotecnológicos das áreas agrícolas e zootécnicas - são denominados biotecnologia verde, (b) processos relacionados à medicina e a saúde - são chamados de biotecnologia vermelha, (c) aplicação a ambientes marinhos ou aquático - são biotecnologia azul, e (d) aplicações industriais, de energias alternativas e de proteção do meio ambiente - biotecnologia cinza ou branca (ambas as denominações são encontradas) (KAFARSKI, 2012). Todos estes segmentos possuem elevada importância econômica e social, no entanto, a biotecnologia verde destaca-se por estar atrelada à segurança alimentar, em escala global, e por representar um setor fundamental na balança comercial brasileira (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2016). Dentro do tema biotecnologia verde, a agricultura se destaca sendo que cada vez mais tecnologia é aplicada para que empresas possuam alguma vantagem competitiva, e agricultores possam aumentar sua produtividade. A fim de desenvolver essas tecnologias, empresas por sua vez têm de adentrar em metodologias de gestão de projeto, para que possam desenvolver produtos dentro do escopo, tempo e recursos planejados. Projetos, segundo o Project Management Institute (PMI, 2014) constituem uma atividade temporária em grupo, concebida para produzir produtos, serviços, ou resultados únicos. O tema gerenciamento de projetos possui uma grande variedade de ramificações e interpretações (BOEHM e TURNER, 2004), e dentre as mais estudadas, estão àquelas relacionadas ao gerenciamento de projetos

tradicional, e as vertentes relacionadas ao gerenciamento ágil de projetos (EDER, et al. 2015). Cada uma destas vertentes apresenta uma grande variedade de ferramentas de gestão de projetos que podem ser combinadas de muitas maneiras, gerando processos híbridos de gerenciamento de projetos. A razão para esta combinação de ferramentas vem da ideia de que cada projeto possui particularidades únicas, e a abordagem utilizada na gestão do mesmo deve ser aprimorada para que sejam atingidos os melhores resultados possíveis (SHENHAR, 2001).

Levando em consideração as vantagens da otimização da gestão de projetos para campos de aplicação específicos, buscou-se, por meio de uma análise da literatura especializada, aferir a evolução do tema gerenciamento de projetos no campo de biotecnologia. Após este levantamento detalhado, verificou-se que existe pouca variação de ferramentas utilizadas na gestão de projetos neste segmento. Dentre as variações encontradas, está o gerenciamento de projetos baseados em análise de cadeia crítica (GOLDRAT, 1997), desenvolvida a partir da teoria das restrições (GOLDRAT, 1988) e responsável por um aumento de produtividade nos setores ligados à indústria farmacêutica (MICHALSKI, 2000); e a técnica de planejamento “*rolling wave*” que adia o detalhamento de cada fase para horizontes de tempo mais próximos do uso das mesmas (KENNEDY, 1998). Entretanto essas aplicações estão restritas à biotecnologia ligada ao segmento da saúde (vermelha), havendo uma ausência de aplicações para outros segmentos como a de biotecnologia agrícola (verde), mais especificamente na geração de novas sementes geneticamente modificadas (GM). Para esse segmento industrial, as pesquisas empíricas se restringem aos aspectos técnicos dos experimentos, às principais subdivisões do processo, à duração média do mesmo, aos principais *stakeholders*, aos custos, e ao número médio de candidatos por produto lançado, sendo que não foram encontrados estudos associados às ferramentas de gestão de projetos ligadas, por exemplo, aos mecanismos de comunicação, à delegação e ao processo decisório.

Esta ausência de estudos sobre ferramentas de gestão de projetos, por sua vez, não pode ser justificada por já se haver atingido eficiência máxima no segmento, já que o mesmo tem apresentado aumento de custos em todas as etapas de desenvolvimento com o passar dos anos (MCDUGAL, 2011). Tampouco se justifica por não serem necessárias novas melhorias nos produtos do mesmo, já que foi constatado que a produtividade de sementes deve aumentar em 60% até o ano de 2050 para suprir a demanda mundial crescente (FAO, 2012).

Assim, esta lacuna na literatura indica uma oportunidade para a execução de um estudo que vise mapear e aprimorar o gerenciamento de projetos para o desenvolvimento de novas sementes GM, podendo esta melhoria vir tanto por meio da combinação de técnicas de gestão já usadas por empresas, mas pouco divulgadas, como pela proposição de novas

alternativas. Para explorar essa oportunidade, é necessário entender que a difusão e criação de alternativas, são profundamente afetadas pela parca presença de literatura de gestão de projetos no segmento de biotecnologia agrícola.

Assim, este estudo buscou destacar, por meio de entrevistas, as etapas e práticas de gestão de projetos utilizadas em empresas de sementes GM já estabelecidas, o que tornou mais visível o funil de seleção de *traits* além de práticas e características do ambiente de projetos dessa natureza. O uso das informações presentes nesse estudo pode beneficiar empresas de biotecnologia entrantes interessadas em trabalhar em modelos de inovação aberta, uma vez que poderá vir a contribuir com uma identificação de oportunidades de cooperação através das redes. Outro aspecto positivo é que, o estudo traz uma maior facilidade em se compreender práticas de gestão utilizadas nas empresas, o que pode vir a aumentar a possibilidade de melhorias através da adição, por parte dos gestores, de outras práticas de gestão ainda não testadas que, teriam potencial de aumentar tanto a eficiência dos processos como melhorar a interação com alguns dos *stakeholders* envolvidos nos projetos.

É importante ressaltar que, a mensuração do posicionamento estratégico dos *stakeholders* depende da qualidade dos instrumentos analíticos utilizados, sendo que o uso de técnicas de análise de redes social (ARS) para interpretação das dinâmicas neste setor se mostrou uma valiosa alternativa neste estudo. Considerando as controvérsias técnicas e de mercado nas quais o setor está envolvido, destaca-se a importância que o uso de novas técnicas voltadas ao monitoramento e mapeamento de *stakeholders* possui para o setor de biotecnologia agrícola (RAMANI e THUTUPALLI, 2015) isso porque alguns *stakeholders*, como organizações não governamentais (ONGs) e agências regulatórias, possuem impacto direto na percepção de consumidores e consequentemente na estratégia de empresas deste setor (FUNK, et al. 2015), o que requer cuidadoso acompanhamento por essas empresas.

As técnicas de ARS também foram empregadas para compreender melhor a cooperação entre organizações na geração de novos produtos e a proteção de tecnologias em nacionalidades distintas, temas explorados neste estudo. Tais análises incluíram clusterizações realizadas com base nas parcerias tecnológicas detectadas pelo compartilhamento da publicação dessas patentes por atores distintos, segmentações temporais para que fosse possível observar tendências nestas cooperações para geração de tecnologias além de levantamento de estatísticas que indicassem tendências de desenvolvimento e interconexões do mercado como um todo.

A conexão entre os temas de gestão de projetos e geração de novos produtos com as informações levantadas por técnicas de ARS trouxe maior riqueza para a interpretação de

curvas de desenvolvimento, e para a interpretação de posicionamentos ligados à cooperação no desenvolvimento de novas tecnologias por essas empresas. Desta forma, foi buscado o equilíbrio entre as análises realizadas em relação às informações ligadas a gestão de projetos, as quais caracterizam o ambiente de inovação das empresas de sementes GM, e as análises a respeito das patentes que permitiram focar nas tendências de desenvolvimento tecnológico e na cooperação para geração de inovações.

Por meio de fontes de informação e abordagens de análise distintas as comumente usadas em pesquisas nesse setor, os resultados deste estudo, portanto, visam direcionar atenção para aspectos até então relativamente negligenciados pela literatura no campo de geração de novos produtos de um setor que foca tanto em produtividade. Por meio das análises de geração de novas tecnologias, ARS referentes aos *stakeholders* e as patentes, e compilação de informações teóricas associadas somadas as respostas das entrevistas, é esperado que se torne mais fácil, tanto para a academia quanto para as empresas, compreenderem o processo de geração de novos produtos e melhorá-lo.

É esperado que essa pesquisa auxilie na elucidação de aspectos sobre gestão do segmento de biotecnologia verde, mais especificamente da produção de sementes GM, o qual se constitui em um dos campos da biotecnologia com relevância global, bem como forneça elementos para aumentar sua eficiência, de modo a contribuir com o desafio, ainda pouco explorado, da gestão de biotecnologia agrícola.

Neste contexto, a pergunta de pesquisa que direciona a tese é:

Como ocorre o processo de geração de novos produtos, fluxo de depósito de patentes, e gestão de projetos no desenvolvimento de sementes geneticamente modificadas?

Para responder a esta pergunta, definiu-se como objetivo geral:

Explicar como ocorre o processo de inovação, por parte dos principais players no desenvolvimento sementes geneticamente modificadas.

Os objetivos específicos são:

- a) Identificar e detalhar as etapas dentro da fase de descoberta e de prova de conceito dos projetos de desenvolvimento de novos *traits* em sementes;
- b) Classificar, dentro do modelo de desenvolvimento de novos produtos, o processo de geração de novas tecnologias e patentes na área de projetos de desenvolvimento de novos *traits* em sementes;
- c) Identificar fatores críticos de sucesso e aspectos da gestão estratégica de projetos de desenvolvimento de novos *traits* em sementes.

- d) Analisar os temas das patentes das principais organizações que detém tecnologias na área de biotecnologia agrícola.
- e) Mapear as interações das empresas que possuem projetos de desenvolvimento de novos *traits* em sementes com *stakeholders* externos;
- f) Construir as redes de cooperação tecnológica, que resultaram em patentes, das principais empresas na área de biotecnologia agrícola no período do estudo;

A presente tese está estruturada em oito seções, a primeira seção traz a presente introdução. A segunda seção constitui-se da fundamentação teórica, na qual são abordados os temas de gerenciamento de projetos e suas vertentes, biotecnologia agrícola, as dimensões para análise de projetos e conceitos de análise de redes. Adicionalmente, foi inserida nessa seção uma subseção que foca em gestão de projetos em biotecnologia farmacêutica, em razão de ser a área da biotecnologia na qual mais se encontram estudos no tema, suprimindo, em parte, a lacuna de estudos no setor agrícola. A seção seguinte traz os procedimentos metodológicos, com a definição do universo de estudo, etapas da pesquisa, coleta de dados e o protocolo de pesquisa.

A etapa de resultados foi dividida em três subseções distintas pois, apesar do tema central ser biotecnologia agrícola, os objetivos e abordagens, apesar de complementares, trabalharam aspectos distintos da inovação nesse setor. Devido à divisão na parte de resultados, buscou-se manter a independência no desenvolvimento entre as subseções, com cada uma possuindo sua sequência de desenvolvimento.

Assim, a primeira subseção dos resultados apresenta os resultados sobre o detalhamento das etapas iniciais de geração de novas sementes GM, abordando também características ligadas ao desenvolvimento de novos produtos de sementes GM. Esta subseção também interpretou os dados voltados à gestão de projetos e fatores críticos da geração de sementes GM. Em seguida, a segunda subseção dos resultados volta-se para um mapeamento e aprofundamento da compreensão das interações entre os *stakeholders*. Por fim, a última subseção realiza uma análise aprofundada de cooperações tecnológicas que resultaram em tecnologias protegidas por patentes e dos respectivos campos tecnológicos de atuação destas empresas. Finalizando, há a seção de conclusões e a seção de referências bibliográficas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A discussão teórica está dividida em seis subseções. A primeira trata das principais vertentes de gerenciamento de projeto e suas variações. A segunda aborda a proteção intelectual (PI) na área agrícola, conhecimentos publicamente disponíveis sobre projetos e a história da biotecnologia agrícola e indústria de sementes. Já a terceira subseção discorre sobre a gestão de projetos na indústria farmacêutica. A quarta subseção foca na análise das dimensões do projeto, a qual foi a base para a construção dos instrumentos de pesquisa que são desenvolvidos no capítulo metodológico. A quinta subseção trata da classificação projetos e processos. Por fim, apresentam-se os conceitos ligados a análise de redes sociais (ARS), que agrupa um conjunto de ferramentas estatísticas usadas no decorrer do estudo.

2.1 Gerenciamento de projetos: definições e variedades

Entre as múltiplas abordagens de gerenciamento de projetos, há duas vertentes principais. A primeira, em geral chamada de tradicional, e a segunda de gerenciamento ágil. A vertente tradicional, segundo Eder et al. (2015), envolve certificações, como as realizadas pela ISO (Organização Internacional para Padronização), pela IPMA (Associação Internacional de Gestão de Projetos), e pelo PMI (Instituto de Gestão de Projetos), cujo referencial tem como repósitorios o PMBoK (Corpo de Conhecimento de Gestão de Projetos) e o ICB (IPMA *Competence Baseline*). Estas certificações tratam do tema com ótica similar, a qual é considerada robusta, porém, em alguns casos, demasiadamente estruturada, permitindo poucas alterações durante sua execução (WISOCKY e MCGARY, 2003), ou com disciplina e práticas rigorosas (BOEHM e TURNER, 2004). As certificações, ligadas ao PMI e ao IPMA, são consideradas as mais difundidas no mundo, sendo a primeira a dominante na América do Norte e a segunda na Europa (ERBELE, MEYER e ROSEN, 2011).

O PMBoK (PMI, 2014) compila diversas técnicas de gerenciamento de projetos, além de classificar projetos como um conjunto de atividades que podem ser expandidas em 47 processos distintos, estruturados em 10 áreas de conhecimento de gerenciamento e cinco áreas do conhecimento. Entre as principais atividades estão a interação com os *stakeholders* e a criação de entregáveis, sendo estes entregáveis moldados por limitações de escopo, qualidade, cronograma, recursos e riscos.

Já o ICB (IPMA, 2006) trabalha com o conceito de competências, as quais correspondem a uma coleção de conhecimento, atitudes pessoais, habilidades e experiências relevantes para o sucesso em determinada função. As competências podem ser divididas em seções chamadas de técnicas, comportamentais e contextuais, sendo que a estas possuem respectivamente 20, 15 e 11 competências cada.

O PMBoK possui um foco e detalhamento muito maior nos itens, que o ICB chama de competências técnicas, além de ser mais prescritivo e normativo e não permitir ajustes de seu conteúdo quando adaptado para outros países. Em contrapartida, o ICB permite maior flexibilidade, mas possui menor profundidade quanto às ferramentas de gerenciamento. Apesar das diferenças, os profissionais da área consideram seus métodos compatíveis e, de certa maneira, complementares (ERBELE, MEYER e ROSEN, 2011).

Uma das variações metodológicas da vertente tradicional que merece destaque por possuir alguns conceitos mais distintos é o gerenciamento de projetos por cadeia crítica (CCPM), o qual apresenta princípios da vertente tradicional complementados pela lógica da teoria das restrições de Goldrat (1988), e os processos do gerenciamento por qualidade total (TQM) de Deming (1982). O resultado é uma metodologia que não foca em datas, mas sim em estimativas de duração de tempo, que devem ser expandidas ou reduzidas de acordo com a sua importância para o cronograma do projeto. Dessa forma, se uma das etapas de desenvolvimento possui uma maior incerteza e impacto na duração total do projeto, seria buscado aumentar a eficiência nas demais etapas do projeto na tentativa de gerar excedentes de tempo que compensam atrasos na etapa mencionada (LEACH, 2000).

A segunda grande vertente, o gerenciamento ágil, vê os processos ligados ao gerenciamento de projetos por outra ótica, a qual assume como pontos centrais que: a) os indivíduos e respectivas interações devem ser mais valorizados que os processos e ferramentas; b) produtos funcionando devem ser mais priorizados que uma documentação detalhada; c) a colaboração com clientes deve ser posta acima da negociação de contratos; d) a resposta a mudanças deve ser colocada acima da execução de um plano (BECK et al., 2001).

Boehm e Turner (2004) consideram que projetos com gerenciamento ágil devem ser: a) Iterativos; b) Incrementais; c) Auto-disciplinados; d) Com não-predeterminação de processos, princípios e estruturas. Highsmith (2004), apud, Amaral et al. (2010, p. 16), alega que para projetos serem considerados ágeis esses devem focar em:

Entregar valor ao cliente, com foco na interação com este, inovação e adaptabilidade, ao invés de focar na eficiência e otimização de atividades; b) Focar em entregas interativas, com base em características e forte uso de prototipagem; c) Buscar excelência técnica ao mesmo tempo em que foca na exploração de novas metodologias; d) Formar equipes adaptáveis e auto gerenciáveis; e) Simplificar a documentação, com redução de burocracia.

O gerenciamento ágil, portanto, não é tão coeso quanto o tradicional, pois possui abordagens e modelos muito distintos, não sendo possível listar suas etapas de modo generalista. Entre os diferentes modelos de gerenciamento que se utilizam dos preceitos ágeis estão o Lean, Scrum, Extreme Programming (XP), planejamento iterativo, Adaptive Project Framework, Adaptive Software Development, Crystal, Dynamic System Development Method, Feature Driven Development, entre outras (BOEHM e TURNER, 2004; GALAL-EDEN et al, 2007; WISOCK e MCGARY, 2003). Eder et al. (2015) construíram uma comparação entre as duas correntes (Quadro 1).

Quadro 1: Comparação entre as principais características diferenciadoras dos gerenciamentos de natureza tradicional e ágil.

(Continua)

Característica	Gerenciamento de projetos tradicional	Gerenciamento de projetos ágil
Plano de projeto	Um único plano de projetos que abrange o tempo total do projeto e contém produtos, entregas, pacotes de trabalho e atividades.	Dois planos de projeto: a) Um plano geral que considera tempo total de duração do projeto b) um plano de curto prazo (iteração) que contém apenas as entregas e atividades referentes a uma fração de tempo do projeto.
Escopo do projeto	Descrição exata do resultado final por meio de texto com normas contratuais, números objetivos e indicadores de desempenho.	Descrição do resultado final de maneira abrangente, desafiadora, ambígua e metafórica.
Nível de detalhe e padronização das atividades	Atividades padronizadas em listas WBS. Contém códigos e são classificadas em pacotes de trabalho, entregas e produtos.	Não há padrão para a descrição das atividades, podendo ter forma de histórias, problemas, ações ou entregas. Sem tentativa de organização, apenas com priorização de realização no momento.
Horizonte de planejamento das atividades	Listas de atividades valem para o horizonte total do projeto.	Listas de atividades valem para uma iteração.

Quadro 1: Comparação entre as principais características diferenciadoras dos gerenciamentos de natureza tradicional e ágil.

(Continuação)

Estratégia utilizada para controle de tempo	Empregam-se relatórios com indicadores de desempenho, auditorias e análises de transição de fase. Reuniões não são frequentes.	Empregam-se dispositivos visuais que indicam entrega físicas do resultado final. Reuniões curtas e frequentes.
Estratégia utilizada para atingir o escopo	O gerente de projetos avalia, prioriza, adiciona ou altera as atividades, para que os resultados estejam em conformidade com o escopo assinado pelo cliente.	O cliente avalia, prioriza, adiciona ou altera o produto final conforme resultados são alcançados. Equipe altera atividades para atingir resultados propostos pelo cliente.

(Conclusão)

Fonte: EDER et al., 2015.

Ambas as abordagens possuem pontos negativos e positivos, com sua aplicação dependendo das características ambientais, do projeto e da equipe, não existindo metodologias completamente corretas ou incorretas, apenas situações específicas nas quais os aspectos positivos de determinada metodologia serão mais adequados/recomendados para uso.

Galal-Eden et al. (2007) alegam que os métodos tradicionais de gerenciamento de projetos são inadequados quando utilizados em projetos de natureza muito inovadora, uma vez que são raramente previstas mudanças de escopo durante a elaboração do projeto, focando na adesão ao método ao invés da geração do produto final. Ou seja, não preveem aspectos de criatividade individual, intuição ou aprendizado durante o desenvolvimento e, portanto, não se adaptam às mudanças do ambiente de negócios atual. Os mesmos autores reconhecem problemas com o método do gerenciamento ágil, como dificuldade de coordenar equipes com membros distantes, dificuldade em subcontratar empresas para desenvolvimento de etapas do projeto, dificuldade em coordenar grandes equipes e, por fim, a realização de tarefas demasiadamente complexas ou que não permitam erros.

Entre as características essenciais para o gerenciamento de projetos ágil identificadas por Conforto et al. (2014) estão as necessidades de proximidade física entre membros da equipe, equipes pequenas com maior nível de multidisciplinaridade, maior nível de experiência do gerente de projetos, alta dedicação de tempo exclusiva ao projeto, alta interação com clientes e fornecedores e uma cultura menos burocrática.

Em razão destas características situacionais da adequação dos modelos de gestão de projetos, ferramentas de detecção têm sido usadas para indicar quais tipos de gerenciamento melhor se encaixam a cada situação em particular. Como a técnica *home-grounds*, de Boehm

e Turner (2004), na qual quanto mais próximo do centro do gráfico, melhor se encaixam metodologias ágeis, sendo o oposto correspondente a técnicas tradicionais (Figura 1).

Figura 1: Ferramenta para indicação de quais dimensões de projetos se associam melhor a quais tipos de gerenciamento de projetos.

Fonte: BOEHM e TURNER, 2004.

Outra ferramenta de análise de Boehm e Turner (2004) é baseada na percepção de quais riscos estão mais presentes ou são mais impactantes para o projeto (Figura 2). Por exemplo, se existe alto risco do perfil e treinamento da equipe em metodologias ágeis não serem adequados, do produto final não permitir melhorias incrementais, ou caso exista um alto *turnover* dos membros da equipe, seria mais recomendado utilizar métodos tradicionais. Por outro lado, se o projeto possuir uma chance maior de passar por mudanças devido às alterações de tecnologia ou especificações supervenientes por parte de clientes, se existe forte necessidade de apresentação de resultados intermediários, ou se o ambiente é demasiadamente dinâmico, então é mais recomendado o uso de métodos ágeis.

Figura 2: Fluxograma de decisões quanto à utilização de gerenciamento de projetos baseado em probabilidade ou impacto de riscos associados ao tipo de gerenciamento.

Fonte: Adaptado de BOEHM e TURNER, 2004.

Outro conjunto de ferramentas de detecção da viabilidade da utilização da gestão ágil ou tradicional em projetos é o questionário validado no contexto brasileiro, desenvolvido por Conforto (2013). Esse foi desenvolvido com foco em empresas da área de tecnologia da informação e é dividido em características ambientais (denominadas fatores críticos de agilidade) e ferramentas ligadas ao gerenciamento ágil de projetos (denominadas características de agilidade).

Existe também a possibilidade de aplicação de técnicas híbridas, as quais mesclam as duas vertentes, tais como a ambidestria organizacional, na qual equipes operam simultaneamente de modo tradicional e ágil nas etapas do projeto mais apropriadas para cada modelo de gerenciamento (VINEKAR et al., 2006), e a ambidestria global, que foi testada em projetos com equipes grandes, em países diferentes e busca mesclar características de gerenciamento ágil (flexibilidade) com o tradicional (rigor) (LEE et al., 2006).

Práticas ágeis em desenvolvimento baseado em geração de documentos são usadas no desenvolvimento de software para indústria farmacêutica que, apesar de seguir vários preceitos do gerenciamento ágil devido à necessidade de geração de um alto volume de

documentação, acabou seguindo uma abordagem híbrida. Esta abordagem misturou os conceitos ágeis de interações - reuniões diárias, testes frequentes, e ambiente de trabalho informativo - com os tradicionais de extensa geração de documentação - *milestones*, pouco contato com cliente, e estabelecimento de prioridades no início do projeto (HEEAGER, 2014).

Após esta breve revisão é possível enxergar que a disciplina de gerenciamento de projetos continua a se renovar, sendo que existe espaço para diferentes combinações de técnicas, gerando combinações híbridas, melhor adaptadas a cada caso em que deverão ser aplicadas. Na subseção a seguir são abordados detalhes presentes na literatura do campo da biotecnologia agrícola, a qual é objeto deste estudo e cuja gestão de projetos se buscará compreender.

2.2 A biotecnologia agrícola e os mecanismos de proteção industrial

O processo de proteção de propriedade intelectual de sementes GM é regulado por tratados, como o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para Alimentação e a Agricultura (TIRFAA), a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), o Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (TRIPS) e a União Internacional para Proteção das Obtenções Vegetais (UPOV), além das leis de proteção de propriedade intelectual presentes em cada país.

No Brasil, apesar de a interpretação literal do art. 2 da Lei nº 9.456/1997 indicar que não é possível haver dupla proteção a um objetivo de atividade inventiva, essa proteção pode ocorrer ou por meio do registro do cultivar geneticamente modificado e/ou por meio do registro da sequência genética nele inserido (BRUSH et al., 2015).

Para a obtenção de um Certificado de Proteção de Cultivares são exigidos os requisitos de novidade, distinguibilidade, homogeneidade, estabilidade e denominação própria. O critério de novidade está atrelado a não comercialização do mesmo por um período maior que seis meses. Já o de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade tratam de conceitos como distinção de candidato a cultivares conhecidos em determinadas características, da capacidade deste candidato manter estas características quando a produção tem sua escala aumentada, e da estabilidade destas características em gerações subsequentes desta planta. Por fim, a denominação própria nada mais é que a presença de uma nomenclatura distinguível de outros cultivares já registrados (BRASIL, 1997).

A proteção de cultivares prevê situações em que usuários podem utilizar essas invenções sem infringir a lei. Entre elas estão o uso de reserva de sementes para uso próprio no próprio estabelecimento, a venda do produto obtido do plantio sem fins reprodutivos, uso em pesquisa científica e, no caso de pequenos produtores rurais, doação e troca com outros produtores rurais. Adicionalmente, exige-se que sejam enviadas amostras vivas para análises, e a União se reserva ao direito de licenciar compulsoriamente o cultivar, caso julgue necessário (BRASIL, 1997).

Sobre essa última exigência, é importante lembrar que o que seria enviado são sementes das linhagens reprodutivas, algo que é de extremo sigilo para as empresas desenvolvedoras, pois são à base de seu desenvolvimento estratégico de linhagens futuras. Desta forma, uma possível estratégia a ser usada por empresas não dispostas a correr este risco é não registrar o cultivar e manter as linhagens reprodutivas (germoplasma) guardadas em sigilo, pois somente os híbridos serão colocados no mercado.

Considerando a abrangência dessas permissões, especialmente a exigência de envio de amostra viva, e o fato de ser difícil comprovar a identidade de cultivares que não possuem diferenças claras em sua estrutura genética, não é de se estranhar que o número de registros de cultivares têm se mantido em geral estável com pequenas quedas ou crescimento conforme o cultivar nos últimos 15 anos (Quadro 2).

Quadro 2: Cultivares protegidos no Brasil entre 2000 e 2014

Cultura	2000-2004	2005-2009	2010-2014
Algodão	36	28	20
Arroz	29	24	33
Batata	36	26	27
Cana de açúcar	28	34	49
Feijão	22	18	22
Soja	204	245	316
Trigo	51	38	61

Fonte: Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), 2015 (apud Aviani e Machado, 2015, p. 236).

Em contrapartida, patentes não preveem tantos casos passíveis de licenciamento compulsório. No Brasil, patentes não podem proteger vegetais ou partes deles, porém, podem

ser depositadas patentes que protegem genes e sequência de nucleotídeos, permitindo que esta modalidade seja utilizada para proteger variedades de plantas GM.

Para ser patenteada, uma invenção tem de ser nova, apresentar atividade inventiva e possuir aplicação industrial. A novidade requer que a invenção não tenha sido divulgada (com exceção do período de graça¹), e não possua precedentes. A atividade inventiva está ligada à necessidade de o inventor comprovar que sua invenção não é somente a descrição de algo já presente na natureza. E, por fim, a aplicação industrial é a necessidade de esta invenção buscar um uso prático na sociedade (BRASIL, 1996).

Assim como no caso de cultivares, patentes preveem também casos de usos pelos usuários que não resultam em penalidades: terceiros podem usar a invenção em caráter privado sem finalidade comercial, podem ser realizadas pesquisas com finalidade experimental, e produtos podem ser vendidos no mercado quando permitido pelo detentor da patente. Da mesma forma que nas leis de registro de cultivares, também é dada a liberdade para que países, caso julguem necessário, licenciem compulsoriamente as invenções. Adicionalmente, em países como os Estados Unidos, é permitido o registro de cultivares por meio de patentes, tornando essa modalidade preferencial por fornecer mais benefícios aos depositantes. Outra diferença entre o Brasil e outros países está no papel da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) a qual é responsável aprovação ou reprovação do *trait* desenvolvido, diferentemente dos *Food And Drug Administration* (FDA) que somente apresenta os resultados de estudos de segurança.

Devido à opção de registro de cultivares não ser a via prioritária para empresas interessadas em proteger linhagens geradas por meio de engenharia genética, este estudo se atém na análise de patentes para descrever as interações tecnológicas e tendências no mercado.

2.2.1 Histórico e informações disponíveis de projetos de biotecnologia de sementes

A biotecnologia verde (KAFARSKI, 2012), ou ligada ao agronegócio, é um segmento tão amplo quanto os processos e produtos que inclui. Ela engloba desde a criação de insetos para bio-controle de pragas e inoculantes, até a geração de adubo orgânico com composições

---

¹ Regra da lei de propriedade industrial que afirma que não será considerada como estado da técnica a divulgação de invenção ou modelo de utilidade, quando ocorrida durante os doze meses que precederem a data de depósito ou a da prioridade do pedido de patente, se promovida pelo inventor; pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI; por terceiros, com base em informações obtidas direta ou indiretamente do inventor ou em decorrência de atos por este realizados.

específicas, sendo que grande cuidado é exigido quanto às interações com o meio em que o produto será usado e saúde de quem o manipula ou consome.

Neste tema, tem se destacado a geração de animais e plantas GM. O desenvolvimento de uma nova semente GM está diretamente relacionado ao principal entregável destes projetos, os *traits* transgênicos. Esses correspondem às características a serem estudadas e isoladas para inserção em variedades de interesse comercial de cada empresa.

Estima-se que o mercado de sementes GM movimentou 56 bilhões de dólares no ano de 2017, com um crescimento previsto até o ano de 2022, variando entre 78 e 113 bilhões de dólares (MORDOR INTELLIGENCE, 2017 e MARKETS & MARKETS, 2016). Esse mercado tem garantido a segurança alimentar global, pois o seu uso aumenta significativamente a produtividade dos cultivares e oferece ferramentas para adaptar culturas a mudanças climáticas ou a ambientes desfavoráveis (FEDOROFF, et al., 2010).

É estimado que somente sementes GM geraram 113,4 bilhões de dólares para os agricultores que as adquiriram (30% deste valor em redução de custos e o restante no aumento de 406,14 milhões de toneladas na produção anual) (BROOKS e BARFOOT, 2015). Além disso, é estimado que a utilização de sementes GM levou a uma redução de 473 milhões de quilogramas de pesticidas lançados na lavoura e diminuição de 18,7 milhões de toneladas de CO₂ liberadas na atmosfera. Esse número não leva em consideração o CO₂ adicional que é capturado anualmente devido ao aumento de produtividade que, somente no ano de 2013, beirava 26 milhões de quilogramas (BROOKS e BARFOOT, 2015). Para produzir a mesma quantidade de alimentos, caso a adesão aos organismos GMs não tivesse ocorrido, é estimado que fossem necessários 108.7 milhões adicionais de hectares em áreas agricultáveis, o que afetaria drasticamente ecossistemas por todo o mundo (JAMES, 2012).

Partindo de mais de duzentas empresas (BUTTLER e MARION, 1985) para o atual oligopólio (HOWARD, 2009), o mercado de sementes passou por intensas mudanças, sendo sua evolução marcada por eventos que a aceleraram. Até a década de 1930, sementes cruzadas com auxílio de técnicas de melhoramento genético clássico eram pouco utilizadas por produtores, sendo as aquisições dessas realizadas por meio de pequenas empresas.

A partir da década de 1930, a necessidade por aumento de produtividade na lavoura se agravou, especialmente na cultura do milho (HOWARD, 2009). Em 1954, houve o início da chamada revolução verde, que constituiu na transferência de tecnologia de países considerados de primeiro mundo, durante a guerra fria, para países aliados do, até então denominado, terceiro mundo, por meio de instituições governamentais de pesquisa e fundações. Essa revolução, considerada por alguns como a maior revolução agrícola até

aquele momento desde a invenção do arado (PARAYIL, 2003), possibilitou a segurança alimentar de múltiplas nações, além de fomentar o mercado para compra de sementes melhoradas por métodos tradicionais.

Na década de 1970, intensificou-se o processo de compra e fusão de empresas, que até então ocorria de forma lenta, devido à intensificação da valorização das sementes geradas por empresas de melhoramento. Em paralelo, intensificou-se a fiscalização quanto à propriedade intelectual pelo governo dos EUA (SRINIVASAN, 2003).

Após esse processo de aquisições, algumas empresas surgiram como dominantes devido a seu tamanho e força econômica. As principais empresas no mercado tiveram origem de duas outras indústrias distintas, sendo estas: a) a de agroquímicos, cuja entrada ocorreu a partir da década de 1980 (Du Pont, Monsanto, Dow, Syngenta) e que buscavam sinergias com o seu negócio original e b) a indústria farmacêutica, com maior intensidade a partir da década de 1990 (Novartis, Astra Zeneca, Bayer, Aventis, Eli Lilly), que apostaram na *expertise* biotecnológica para tentar prosperar no setor de sementes. No caso das farmacêuticas, um exemplo de sucesso nessa investida no setor de sementes é a *joint venture* entre Novartis e Astra Zeneca em 2000, que gerou a Syngenta, a terceira maior empresa do setor no mundo (SYNGENTA, 2015).

Paralelamente ao processo de fusões mencionado, ainda na década de 80, os efeitos do aumento de produtividade ligados à revolução verde começaram a ter menor impacto na produtividade total. A tecnologia do DNA recombinante, desenvolvida na década de 70, foi a alternativa encontrada, sendo que de 1994 em diante, uma série de produtos comercialmente viáveis foram lançados, dando início à chamada revolução genética (PARAYIL, 2003). O incremento de produtividade dos produtos transgênicos é proveniente de alterações pontuais altamente controladas e precisas no código genético da planta, que ao serem realizadas em determinados híbridos, complementam as características positivas atingidas pelos processos tradicionais que são baseados em um grande número de cruzamentos e seleções (NIELSEN et al., 2001).

O início da comercialização de sementes GM, acelerou o processo de aquisições e fusões ainda mais, o qual atingiu um pico entre 1994 e 2000 (PRAY, et al., 2005). Em 2009, 85% de todas as sementes GM de milho, e 69,9% das sementes GM de outras espécies, eram de origem das três maiores empresas do setor (Monsanto, Dupont e Syngenta), indicando que este campo se tornou altamente polarizado (GLENA e CAHOY, 2009).

De acordo com Fuglie et al. (2011), até o ano de 2000, as três maiores empresas eram as titulares de cerca de 47% das patentes ligadas à biotecnologia em sementes, indicando alta

velocidade do processo de centralização das pesquisas. Essa constatação é confirmada também por índices especializados para medição de concentração de mercado como o índice Herfindahl, segundo o qual, quanto maior o resultado do cálculo, maior a concentração de mercado e, no caso de sementes, subiu de 191, em 1994, para 991 em 2009 (FUGLIE et al., 2011). Este impacto é fortemente sentido no Brasil, sendo empresas estrangeiras dominantes devido ao uso de recursos biotecnológicos (SANTOS, 2013).

Outro identificador do nível de concentração nas pesquisas deste tema são os gastos em P&D na biotecnologia agrícola. As sete principais empresas com mais de 600 milhões de dólares em vendas de sementes GM até 2009 (Anexo A), somadas à BASF, a qual investia fortemente na pesquisa em biotecnologia agrícola, correspondiam a 75,6% do investimento mundial em biotecnologia agrícola no ano de 2006. Se comparado ao nível de investimento das 29 empresas de tamanho médio em vendas (com vendas em torno de 50 a 600 milhões de dólares) (Anexo A), fica clara a dimensão do abismo, já que estas correspondem a somente 13,7% da fatia mundial de investimentos em P&D no tema (FUGLIE et al., 2011).

Por fim, o termo “big six” foi cunhado para determinar as seis principais empresas no setor ligado à biotecnologia agrícola, sendo essas Bayer, Basf, Dow AgroSciences, Monsanto, Pioneer (subsidiária da DuPont), e Syngenta. Essas são as empresas com maior fatia do mercado do setor em 2015, sendo Bayer e Dow AgroSciences reconhecidas pelo rápido crescimento em vendas e elevado investimento em P&D ligado a biotecnologia agrícola, enquanto BASF se destaca mais por investimento em P&D (FERNANDEZ CORNEJO, 2004; HOWARD, 2009; FUGLIE, et al., 2011; ZHANG, 2017).

Essas empresas possuem controle sobre mais de 70% das patentes depositadas no tema (GLENA e CAHOY, 2009) e fazem parte do AGRICULTURE BIOTECHNOLOGY COUNCIL (2014). Já as recentes quedas no valor das sementes, decorrentes de fatores como superproduções e oscilações cambiais, contribuíram para consolidar ainda mais o já oligopolizado mercado de sementes, que busca obter sinergias e reduções de custo no processo (BURGER, 2015). Entre as fusões estão a da Dow com Dupont, Bayer com Monsanto e Syngenta com ChemChina (MACDONALD, 2017). A figura 3 representa a previsão de vendas de sementes após as fusões ocorrerem (ZHANG, 2017).

Figura 3: Vendas de sementes previstas após fusões em milhões de dólares.

Fonte: Adaptado de Zhang, 2017.

Partindo para os detalhes técnicos de projetos de desenvolvimento de *traits* transgênicos em biotecnologia agrícola, os ciclos têm, em média, 157 meses e dependem principalmente da velocidade de crescimento das plantas utilizadas e dos testes regulatórios. Os projetos concluídos entre 2008 e 2011 apresentaram um custo médio de 136 milhões de dólares, sendo os fatores de maior impacto nos prazos provenientes das etapas relacionadas aos aspectos regulatórios e custos de otimização de construtos e introgressão de *traits* (Figura 4). É preciso ressaltar que esse custo médio total possuiu um desvio padrão de 85 milhões, podendo ir de 50 milhões a mais de 200 milhões, o que indica a possibilidade de haver drásticas oscilações quanto à eficiência entre projetos e entre empresas. Por esses motivos, tanto o investimento quanto o risco na escolha de projetos de pesquisa na biotecnologia são muito altos (MCDOUGAL, 2011; SCHENKELAARS, et al., 2011).

Figura 4: Custos de etapas de descoberta de novos *traits*.

Fonte: MCDUGAL, 2011.

Nota: Etapa 1 consiste da busca por candidatos em bibliotecas genéticas, e *in-silico*. Etapa 2 consiste de testes em plantas modelo de outras espécies. Etapa 3 trata da montagem de construtos genéticos, inserção em plantas da espécie alvo, e avaliação preliminar de características negativas. Etapa 4 aborda testes de maior escala em busca de características de interesse em melhores candidatos. Etapa 5 consiste dos cruzamentos das melhores candidatas com híbridos comerciais. Etapas 6 e 7 envolvem testes em larga escala para preencher requisitos legais e procedimentos burocráticos.

Os *traits* também podem ser divididos como “*input*”, quando tem como função aumentar a produtividade da semente, e “*output*”, quando sua função é voltada a aumentar a satisfação dos compradores finais (GRAFF et al., 2010). O desenvolvimento de novos *traits*, mesmo quando realizado periodicamente, se trata de um novo projeto, pois cada um requer um novo planejamento devido às características individuais do mesmo e, deste modo, necessitam de experimentos distintos para o sua aprovação regulatória e sucesso comercial.

Segundo McDougal (2011), as principais etapas técnicas ligadas a geração de organismos transgênicos são a descoberta de genes candidatos, a confirmação de efeitos e viabilidade dos mesmos, a otimização da transferência destes, a seleção de melhores organismos gerados, o cruzamentos e testes de grande escala, os testes regulatórios e o registro de produto. O processo completo leva cerca de 14 anos, sendo o maior desafio a geração de híbridos com a manutenção das funções dos genes inseridos, mantendo simultaneamente alta eficiência nos outros aspectos adquiridos por melhoramento genético clássico (Figura 5).

Figura 5: Etapas da geração de novos *traits* transgênicos.

Fonte: Adaptado de MCDUGAL, 2011.

McDougal (2011) mapeou as alterações de duração de cada estágio com o passar dos anos, constatando de 2002 a 2011 uma redução de 38 meses para 25,8 no estágio de descoberta. Entretanto, no mesmo período, houve um aumento considerável nas etapas de otimização de construtos (de 18 meses para 32,8 meses), produção de eventos comerciais e seleção (de 24 meses para 34 meses) e nas etapas de registro e regulatórias (de 44,5 para 65,5). Outra tendência verificada foi o aumento no número de candidatos. Em 2002, existiam 1638 candidatos para cada *trait* enquanto, em 2011, eram 6204. Esse aumento de candidatos iniciais por *trait* também foi observado por Graff et al. (2010) o qual apontou um aumento no rigor da seleção de candidatos para as etapas subsequentes, já que em 2002 foram testados para seleção comercial em torno de 2853 candidatos enquanto, em 2011, somente foram testados 1302.

Privalle (2014), baseado na proposta de McDougal (2011), apresentou um modelo cuja duração excedia a anterior, atingindo quase 16 anos e seis meses (Figura 6). Nessa proposta é possível identificar certa similaridade com a indústria farmacêutica na nomenclatura de etapas divididas em fases.

Figura 6: Representação das etapas de geração de novos *traits* proposta por Privalle (2014).

	Descoberta (identificação de traits)	Fase I (prova de conceito)	Fase II (desenvolvimento inicial)	Fase III (desenvolvimento avançado)	Fase IV (pré-lançamento)
Duração média (meses)	53,9	27	30	37,2	48,8
	Integração do trait Testes em campo Geração de dados regulatórios Submissão regulatória Multiplicação de sementes				
Média de unidades testadas	10209	511	1302	2	1

Fonte: Adaptado de PRIVALLE (2014).

Entretanto, como ambos os autores não apresentaram uma divisão muito precisa de quais atividades ocorrem em cada etapa, esse estudo adotou como base o modelo proposto por McDougal (2011). O motivo dessa escolha se deu pelo mesmo ser o mais completo e, principalmente, por ser considerado por alguns como o padrão usado pelas empresas (BIOCERES, 2015).

Além de modelos ligados ao cronograma, estudos como o de Schenkelaars, et al. (2011) propuseram a divisão dos fatores de maior impacto no custo da geração de novos *traits* (Figura 7).

Figura 7: Divisão de etapas baseada nos principais custos.

Descoberta de traits	Construção de eventos	Desenvolvimento de produtos	Multiplicação de sementes	Regulação de OGM	Patenteamento e licenciamento

Fonte: SCHENKELAARS, et al. (2011).

O estudo de Graff et al. (2010) demonstrou, por meio de análises de coautoria de publicações, testes em campo e registros de produtos, que o setor público possui um impacto considerável nos estágios iniciais de descoberta de *traits*, sendo, até 2004, responsável por 49% das descobertas de *traits* de output, além de 8% adicionais provenientes de parcerias com empresas.

Entretanto, a maioria dessas descobertas permaneceu apenas como publicações científicas, pois 87% dos produtos registrados tiveram origem totalmente privada, sendo 13% de origem público-privada. Desde então outras parceiras aconteceram, como o caso entre a

BASF e EMBRAPA, cuja colaboração foi responsável pela geração dos primeiros *traits* de origem nacional (EMBRAPA, 2015). Quanto às parcerias entre empresas, embora ainda não tenham sido alvo de pesquisas acadêmicas, há exemplos recentes, como entre a Monsanto e BASF para o desenvolvimento de *traits* ligados à resistência à seca (MONSANTO, 2010), entre DowAgrosciences com empresa de menor porte, a Arcadia Biosciences para geração de novos *traits* (DOW, 2015) e entre empresas fora do BigSix, como Limagrain e Benson Hill (Benson Hill, 2017). Quanto a outros temas conectados à gestão do desenvolvimento de biotecnologia em sementes, algumas das publicações trataram da inovação neste mercado. Mumby (1994), em seu estudo para a FAO/ONU², tratou sobre aspectos ligados ao marketing, precificação e gerenciamento de portfólio de sementes. Fernandez-Cornejo (2004), em seu estudo para o departamento de agricultura norte americano (USDA), abordou uma grande variedade de temas, como a importância do desenvolvimento de sementes, a história da indústria de sementes, a interação de entidades públicas norte americanas e privadas na P&D, e as recentes dificuldades legais impostas para aceitação de novas sementes no mercado. Pray (2001) tratou de interações entre setores públicos e privados na P&D de empresas de sementes de países emergentes como Brasil, Índia e China. Pray et al. (2005), fizeram um resumo de temas de interesse ao se pesquisar sobre a dinâmica da indústria de sementes, que destacava a concentração de mercado causada por fusões e aquisições, e interações legais entre empresas e a sociedade, temas dentro do arcabouço de biotecnologia agrícola que também foram explorados por autores, como Wilson e Huso (2008), Howard (2009), entre outros.

Como ponto em comum nestas pesquisas está a indicação de que o desenvolvimento de novos produtos tem se tornado cada vez mais caro devido, principalmente, às imposições regulatórias ligadas a introdução de sementes GM. Este aumento de investimento saltou de 1,5 bilhões de dólares no meio da década de 1990 para 3,5 bilhões de dólares em 2010, sendo este cálculo ajustado à inflação (Figura 8).

---

² FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

Figura 8: Evolução nos níveis de investimento em P&D de sementes transgênicas entre os anos de 1994 e 2010.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Fuglie et al, 2011.

Além deste ponto, a opinião dos autores também converge quanto ao fato de a introdução de sementes GM representar um marco irreversível para o setor e de isto ser um dos elementos impulsionadores para a grande concentração de mercado gerada pelas várias ondas de aquisições e fusões entre empresas.

Outro tema ligado à biotecnologia agrícola com abundância de trabalhos publicados é o ligado à relação entre os *stakeholders* ligados ao desenvolvimento de novas sementes GM. Entre os *stakeholders*, os mais comumente citados são agricultores (ADENLE, 2014), representantes de órgãos governamentais ligados ou não à agricultura (BORCH e RASMUSSEN, 2002), organizações não governamentais (TAIT, 2009), empresas de biotecnologia (KRUEGER, 2001) e por fim os consumidores intermediários no caso de rações e finais em outros casos (WU, 2004).

Portanto, apesar de temas como impacto em *stakeholders* e concentração do mercado agrícola terem sido explorados, foi encontrada uma lacuna na literatura quando se trata de gestão de projetos em biotecnologia agrícola. Assim, com o intuito de expandir esta revisão, fez-se a opção de buscar características ligadas à gestão de projetos em biotecnologia no campo onde este tema foi mais explorado, o de biotecnologia farmacêutica.

2.3 Gestão de projetos na indústria farmacêutica

O campo da biotecnologia farmacêutica foi o escolhido para contextualizar o atual conhecimento de gestão de projetos biotecnológicos por ter uma presença mais robusta na literatura que a gestão de projetos em biotecnologia agrícola, foco do presente estudo. Primeiro serão apresentadas as aparentes similaridades e distinções destas indústrias e, em seguida, serão detalhadas as condições de gestão de projetos farmacêuticos.

Estes projetos, assim como projetos de biotecnologia agrícola, possuem longa duração, equipes altamente qualificadas, ocasionais interferências de organizações não governamentais (ONGs) e forte impacto regulatório em suas etapas. Estes fatores, apesar de serem em sua maior parte similares entre os dois segmentos, também possuem distinções e particularidades. Por exemplo, no caso da longa duração destes projetos, uma das soluções usadas por empresas farmacêuticas para enfrentar os desafios da longa duração dos projetos é o uso da técnica de gestão “*rolling wave*”, em que somente as ações da atividade atual são detalhadas (KENNEDY, 1998). Já sobre o impacto regulatório, no caso de biotecnologia agrícola, não somente aborda as interações ligadas a saúde de humanos e animais que consomem os produtos, mas também trata de possíveis impactos ambientais das sementes GM, como de transferência genética para organismos silvestres.

Ainda tratando das distinções entre os dois setores, outro elemento é a presença de inovação aberta, que atualmente é de grande importância para a indústria farmacêutica (GASSMAN e KEEPMEYER, 2004; SCHUMACHER, et al. 2016) e ocorre com menor intensidade na geração de novos *traits* (GRAFF et al., 2010). Este fenômeno pode ser causado pela dominância de empresas de maior porte no setor (FUGLIE et al., 2011) o que, como consequência, não estimula o surgimento de novas *startups* tecnológicas, cuja presença é mais significativa no setor farmacêutico.

Por fim, projetos ligados à indústria farmacêutica em muitos casos são tratados como programas, por incluírem estudos paralelos que buscam gerar dados ou usos adicionais para a molécula estudada, cujo sucesso não necessariamente compromete o desenvolvimento do produto (STEWART-LONG, 2010), algo que não ocorre no caso de desenvolvimento de novos *traits*. A comparação da dinâmica da P&D nestes setores está resumida no quadro 3.

Quadro 3: Comparação entre as características conhecidas de projetos de biotecnologia farmacêutica, e de biotecnologia agrícola.

Características dos Projetos de:	Biotecnologia agrícola	Biotecnologia farmacêutica
Controle Regulatório	Forte controle com foco em saúde humana e impacto ambiental	Forte controle com foco em saúde humana
Duração dos projetos	Longa	Longa
Perfil das Equipes	Altamente qualificadas	Altamente qualificadas
Adoção de Inovação aberta	Pouca inovação aberta	Forte presença de inovação aberta via empresas de médio e pequeno porte e parcerias público-privadas
Perfil das empresas participantes	Grandes empresas dominam o setor	Grandes empresas dominam o setor, com surgimento de inúmeras <i>startups</i> que são adquiridas pelas grandes corporações
Atuação de agentes externos	Forte influência de agentes externos como ONGs	Forte influência de agentes externos como ONGs
Etapas gestão de projetos que se sobressai	Forte impacto da etapa de seleção de portfólio	Forte impacto da etapa de seleção de portfólio
Desdobramentos dos projetos	-	Projetos adjacentes para verificar outros usos de moléculas

Fonte: Harpun (2010), GLENA e CAHOY (2009) e Fuglie et al. (2011).

Os parágrafos a seguir buscam apresentar exemplos encontrados da literatura de projetos em biotecnologia farmacêutica com o objetivo de fornecer mais elementos da gestão em biotecnologia.

Ahn et al. (2010) apontaram que o modelo NTCP de Shenhar (2007), que classifica projetos de acordo com os critérios de novidade (para empresa e mercado), complexidade (inter-relação e número de etapas), intensidade tecnológica e necessidade de velocidade, não se aplica apropriadamente no caso da indústria farmacêutica. Os autores sugeriram que o mesmo deveria ser expandido em mais três critérios (tamanho do mercado, velocidade de crescimento do mercado, e custo de desenvolvimento) e aplicado para cada projeto individualmente, devido à forte variedade de produtos e processos nessa indústria.

De acordo com Lead (2000), projetos da área de biotecnologia de saúde são ameaçados principalmente por: a) uma gestão inapropriada de recursos, b) uma gestão de projetos inadequada, c) inexperiência em determinada área científica, e d) problemas técnicos inesperados.

Já Murphy (1989) ressalta que, devido à forte presença de estrutura funcional na história do desenvolvimento da indústria farmacêutica, gerentes de projetos possuem pouca autoridade direta nas atividades de cada equipe, atuando mais como influenciadores.

Corroborando essa constatação, em um *survey* do PMI (2002) sobre o papel do gerente de projetos em indústria farmacêutica, foi constatado que existe uma tendência de considerar técnicos da área que consigam acompanhar os recursos e cronograma como bons gerentes, mesmo que estes não possuam habilidade de liderança, boa comunicação, ou mesmo conhecimento sobre gestão de riscos.

O estudo de Cooke-Davies e Azymanow (2003) comparou a maturidade da gestão de projetos de empresas de diferentes tamanhos na indústria farmacêutica com outras indústrias. O primeiro resultado constatou que empresas farmacêuticas de maior porte têm menos orientação a projetos e liderança organizacional que empresas de porte médio, principalmente devido ao baixo envolvimento da alta gestão com os projetos, o que, quando associado ao alegado por Nash (2009) de que empresas menores estão mais propensas à inovação aberta, indica uma relação entre o formato de gestão e cooperação destas empresas.

Já em comparação com outros setores, empresas farmacêuticas de todos os tamanhos se encontravam com baixa centralização de informações, sendo esta baixa centralização associada à pobre comunicação para a gestão dos projetos, além destas empresas pontuarem muito abaixo no parâmetro de liderança organizacional. Estes fatos são possivelmente alguns dos causadores da gestão de projetos neste setor ser considerada menos madura que em outras indústrias (DUNSON, 2010).

Segundo Kutzbach (1998), existem poucas oportunidades de redução do tempo do cronograma, especialmente devido às diretrizes regulatórias que instituem resultados mínimos e ordem de execução de certos experimentos. O caminho crítico é determinado pelas etapas de estudos clínicos e toxicológicos, mas problemas não detectados em etapas anteriores podem afetar o sucesso do projeto da mesma forma.

A gestão de portfólio na indústria farmacêutica é a área que recebe maior atenção da comunidade acadêmica. Esta área possui uma rica variedade de técnicas utilizadas e estudos científicos, que abrangem desde a discussão sobre qual etapa deve ser realizada esta gestão de portfólio (BODE-GREUEL e NICKISCH, 2008), as ferramentas de gestão de portfólio que engloba questionários (AHN, et al., 2009), simulações (SEGET, 2006), até análises de *real options* (HARTMAN e HASSAN, 2006).

Quanto à orientação ao mercado no desenvolvimento de produtos, De Luca et al. (2010) investigaram a relação dessa orientação e o sucesso de produtos de empresas italianas

e, após dividirem este conceito em orientações aos competidores e a consumidores, concluíram que devido à forte presença de proteção intelectual no setor, comparações com outras empresas não eram apropriadas, sendo a orientação ao consumidor somente válida quando a mesma vinha de uma integração formal e direta das equipes de P&D com marketing e vendas.

Shuh e Riesener (2012) apontaram como os fatores críticos de sucesso de maior relevância para empresas farmacêuticas de médio porte a orientação ao consumidor e responsabilidade social. Já Rautiainen (2001) apontou que os fatores variam com a nacionalidade das empresas, sendo que, no caso de empresas suecas, lacunas do mercado e financiamento público de pesquisa básica estavam entre os fatores críticos, enquanto empresas da Califórnia apontaram que os fatores críticos eram empreendedorismo, plataformas robustas, networking, e clusters de inovação.

Existem também trabalhos que abordam temas como *fuzzy front end* destes projetos, como de Elmquist e Segrestin (2007), que apontaram que essa etapa, em empresas farmacêuticas, é mais voltada à expansão de conceitos sobre os candidatos que sobre a seleção dos mesmos. Outro campo com publicações é o de simulações computacionais que visam a otimizar o tempo e quantidade de pessoas alocadas a cada fase do projeto (YU, 2012; YU e GITTINGS, 2008).

Como mencionado, inovação aberta é um tema recorrente neste setor havendo, assim, abundância de trabalhos sobre coordenação de portfólios de cooperação e técnicas de retenção de conhecimento (BIEDENBACH e MÜLLER, 2012). Indo ao outro extremo da geração de novos produtos, Zhao e Chen (2009) abordaram as etapas finais desses projetos e, com base em cálculos estatísticos, puderam estabelecer quando seria o momento ideal que as empresas deveriam deixar de aprimorar a eficácia de suas moléculas e passarem para as etapas mais avançadas de testes clínicos. No quadro 4, estão as principais informações encontradas quanto à gestão de projetos em empresas ligadas à biotecnologia farmacêutica.

Quadro 4: Resumo dos temas ligadas a projetos encontradas na indústria farmacêutica.

Temas	Conceitos encontrados
Estrutura organizacional	Empresas farmacêuticas tradicionais se encontram em estrutura matricial (NARAYANAN, et al., 2009) com maior força a gerentes funcionais (Murphy, 1989; PMI, 2012). Ku (2015) apontou que empresas farmacêuticas especializadas se encontram em estrutura organizacional em rede e terceirizam grande parte de suas análises.
Aprendizado organizacional	Aprendizado vem da melhor comunicação entre equipes (SCHAFER e KOLKHOF, 2012), e menor viés (LINDNER, 2007). Equipes devem distinguir a possibilidade de simular resultados da necessidade de testá-los (PISANO, 1996).
Times multifuncionais	Tadmor e Tidor (2005) confirmam a tendência de interdisciplinaridade nas equipes, e Subramanian, et al. (2013), reforçam que as mesmas devem possuir variedade também quanto a enfoque de pesquisa (básica ou aplicada).
Formalização do processo	Harpum (2010) indicou que o processo é altamente formalizado devido principalmente às necessidades legais de documentação.
Processos em paralelo	Harpum (2010) indicou que vários testes e etapas ocorrem em paralelo.
Integração externa	Gautam (2015), Nash, (2009), Gassman e Keepmeyer (2004) reforçam a importância da inovação aberta para o setor.
Localização	Gautam (2015) descreve a mudança da localização das pesquisas de “hubs” fechados para cidades “hotspots” com forte interação com pesquisadores externos.
Flexibilidade do cronograma	Kutzbach (1998) reforçou a dificuldade em se alterar ou acelerar etapas devido a requerimentos legais.
Fatores críticos de sucesso	Shuh e Riesener (2012) apontaram como os fatores críticos de sucesso a orientação ao consumidor e responsabilidade social. Já Rautiainen (2001) apontou que os fatores variam com a nacionalidade das empresas.
Dificuldade em gestão	De acordo com Lead (2000), projetos da área de biotecnologia de saúde são ameaçados principalmente por: a) uma gestão inapropriada de recursos, b) uma gestão de projetos inadequada, c) inexperiência em determinada área científica, e d) problemas técnicos inesperados.

Fonte: Elaboração própria

Fica evidente que a maturidade da discussão sobre gestão de projetos na indústria farmacêutica e as similaridades, apontadas anteriormente, com gestão de projetos biotecnológicos agrícolas podem tornar tentadora a extrapolação de resultados entre as duas áreas. Porém, existem ressalvas para este tipo de interpretação.

A primeira é de que é impossível alegar similaridade quando se sabe tão pouco da gestão de projetos na biotecnologia agrícola. A segunda é de que mesmo que se considere o conhecimento suficiente, a inovação aberta, uma das tendências fortes que ditam a evolução da gestão no setor farmacêutico, é pouco observada no campo da biotecnologia agrícola.

Além desses dois pontos existe um terceiro que não pode ser ignorado: a intensa queda de produtividade de projetos farmacêuticos que tem afetado o setor há mais de quinze anos

(PAUL et al., 2010; DIMASI e GRABOWSKI, 2007; HAY et al., 2014), o que pode indicar que elementos da gestão de projetos neste setor podem não estar sendo corretamente empregados, tornando a adoção dos mesmos para outros setores questionável.

Na subseção a seguir serão abordadas as possíveis divisões temáticas presentes quando se é realizada uma análise exploratória de um projeto, sendo cada dimensão de análise pormenorizada de acordo com o escopo deste estudo.

2.4. Dimensões para análise de projetos

A compreensão de como ocorre o processo de gerenciamento de projetos no campo da biotecnologia agrícola pode ser analisada partindo dos conceitos de dimensões de gestão de projetos de Conforto (2013), que focou na descrição de gerenciamento ágil em empresas e que baseou o diagnóstico dos projetos em três dimensões: práticas, fatores críticos e desempenho.

Como o presente estudo busca compreender os projetos ligados à biotecnologia agrícola, não se restringindo a focar em um modelo em particular de gerenciamento, seja este tradicional ou ágil, a dimensão “práticas” consistirá de todas aquelas ligadas ao gerenciamento de projetos, já exaustivamente listadas na literatura e descritas em outros campos não estudados nesta pesquisa.

Já a dimensão “fatores críticos” priorizará os fatores ambientais desta indústria. Assim como consequência dos efeitos das duas primeiras dimensões, o “desempenho” buscará compilar elementos que determinam o sucesso de um projeto desta natureza (Figura 9).

Figura 9: Interações entre as dimensões de gestão de projetos descritas por Conforto (2013). .

Fonte: Elaboração própria.

A revisão da literatura buscará cobrir estas três dimensões, sendo que, devido à abundância de listagens de práticas de gerenciamento de projetos (WILLIAM, 2007; FERNANDES et al., 2013; BESNER e HOBBS, 2008 e 2012) a enumeração das mesmas não será o foco da revisão. As outras duas dimensões, ligadas a fatores críticos e ao desempenho, por não estarem tão facilmente disponíveis como a primeira, contribuirão mais para a compreensão dos projetos em questão. Um cuidado especial deve ser prestado à dimensão de “desempenho”, pois a mesma apresenta interpretações mais variadas, dependendo da análise individual de cada indústria e projeto.

2.4.1. Práticas de gerenciamento de projetos

Partindo do conceito de práticas, que engloba ações, técnicas e ferramentas, é de se esperar que todas as práticas existentes no campo de gerenciamento de projetos componham uma lista demasiadamente extensa, nas quais ocorrem discordâncias entre autores quanto à relevância relativa de cada prática. Deste modo, por este estudo não ter como objetivo debater qual interpretação de determinado autor é a mais relevante, se buscou explicar e se ater às práticas detectadas após a primeira rodada de entrevistas.

Assim, após ser observado que os projetos seguem estritamente os preceitos do PMI, IPMA, ou de algum método ágil, foram listadas as práticas específicas envolvidas, com base no arcabouço destas metodologias, já que perguntar exaustivamente por cada prática usada nas empresas ampliaria demasiadamente o tamanho da entrevista, o que afetaria o volume e qualidade das respostas.

Entretanto, com base nos levantamentos de ferramentas de gestão mais utilizadas por empresas, e após compará-las com as ferramentas presentes no sistema de gestão do PMI, é possível ver que existe uma forte relação entre ambas, o que poderia ser um indicativo da dominância desta última frente a alternativas no meio empresarial, algo a ser confirmado para o caso de sementes após o questionário (Quadro 5).

Quadro 5: Comparação entre as ferramentas mais usadas por empresas e as ferramentas presentes no PMBoK. De acordo com as listas utilizadas como fonte, 34% das atividades mais usadas estão presentes no PMBoK.

Ferramentas mais utilizadas segundo Besner e Hobbs (2008)						
Relatório de progresso	Reunião de início	Definição de atividades por <i>software</i> *	Diagrama de Gantt*	Escopo preliminar*	Planejamento de <i>milestones</i>	
<i>Template</i> de pedido de mudança	Análise de pré-requisitos*	WBS*	Declaração de trabalho	Lista de atividades	Acompanhamento de atividades por <i>software</i> *	
Lições aprendidas	Plano de <i>baseline</i>	Formulário de aceitação de clientes	Inspeção de qualidade	Agendamento e recursos por <i>software</i> *	<i>Project charter</i> *	
Matriz de responsabilidade	<i>Survey</i> de satisfação do cliente	Plano de comunicação	Estimativa top-down	Documentos para gestão de riscos		
Ferramentas presentes no PMBoK segundo Kwak et al. (2006)						
Métodos de seleção de projetos	Project charter*	Escopo preliminar *	<i>Templates</i> e formulários	Análise de <i>stakeholders</i>	WBS*	<i>Template</i> de definição de atividades*
Diagramação de precedências*	Estimativa de custos por especialistas	Caminho crítico	Análise de cenários	Medição de desempenho	Cronograma por <i>software</i> *	Estimativa de custo de qualidade
Análise de custo benefício	<i>Benchmarking</i>	Análise de processos	Diagrama de causa e efeito	Diagramas de controle	<i>Flowchart</i>	Histogramas
Diagrama de Pareto	<i>Run Chart</i>	Diagramas de dispersão	Amostragem estatística	Diagramas organizacionais	Ferramentas de apresentação de informações	Técnicas de diagramação
Estratégia contingencial de resposta	Análise de variância e tendência					

Fonte: Besner e Hobbs (2008) e Kwak et al. (2006).

Nota: asteriscos indicam presença de ferramentas em ambos os levantamentos.

Entre os elementos que independem da abordagem de gestão adotada, está o levantamento de riscos e os modos de se lidar com os mesmos. Turner (2008) afirma que a gestão de riscos é a essência da gestão de projetos, opinião compartilhada por outros autores (ARTTO e KAHKONEN, 1998). De acordo com o PMI (2014), o risco pode ser definido como um evento incerto ou condição que, caso ocorra, tem impacto positivo ou negativo nos objetivos do projeto.

Entretanto, essa definição não é unânime, com grande parte dos autores inclinados a encarar riscos como eventos exclusivamente negativos (WANG, et al., 2010). Já a gestão de riscos é a tentativa estruturada de identificação, avaliação e priorização de riscos seguidos por planejamento de recursos, monitoramento e controle de probabilidade de impactos indesejáveis de eventos (SMITH e MERRITT, 2002).

Com base na revisão de literatura sobre gestão de riscos em projetos, Zhang (2011) dividiu a interpretação de riscos pelos autores em dois polos opostos: os autores que consideram risco como um fato objetivo e os autores que consideram risco como uma escolha subjetiva.

Os primeiros acreditam mais em ferramentas que estimem probabilidades e seguem a risca os resultados numéricos obtidos nas análises. Já os segundos acreditam que pessoas distintas enxergam riscos de maneiras diferentes, dão menos valor a probabilidades e se valem de decisões menos racionais ao gerir riscos.

Entre as ferramentas levantadas no uso de gestão de riscos em projetos de P&D estão: processo analítico hierárquico (AHP), processo analítico em rede (ANP), análises de Monte Carlo, *softwares* de simulação financeira, radar de risco, matriz de risco, FMEA, framework de gestão de riscos (RMF), e questionários sobre riscos e identificação sistemática de riscos/estimativas de impactos (MASTROIANNI, 2011; RAZ et al., 2002).

Outras práticas que são pouco afetadas pela abordagem adotada são as ligadas à sustentabilidade de projetos. Segundo Pope (2006), sustentabilidade é um conceito holístico, ambíguo, com visão de futuro, global e normativo, composto por uma mescla de considerações de fronteiras distintas como locais, qualitativas abstratas, com aspectos quantitativos, futurísticas ou de presente, e com aspectos conceituais.

Partindo para definições ligadas ao tema próximas do meio empresarial encontramos a responsabilidade social corporativa (RSC), que trata, segundo Glavic e Lukman (2007), do desenvolvimento seguro, respeitoso, liberal, que preze pela igualdade de desenvolvimento humano, contribuindo para a humanidade e meio ambiente.

Um conceito próximo e de mais simples definição é o “*triple botton line*” que define como “sustentável” resultados positivos nas dimensões econômicas, ambientais e sociais (DE MEDEIROS, et al., 2014). A importância dessa dimensão no desenvolvimento de novos produtos já é bastante reconhecida e existe uma série de ferramentas e normas voltadas ao tema. Marcelino-Sadaba et al. (2015), ao mapear as publicações sobre gestão de projetos e sustentabilidade, as dividiu nas seguintes dimensões: ligadas ao produto (como normas da família ISO 14000, *ecodesign*, e construções verdes); ligadas ao processo (como análise de

stakeholders); ligadas à gestão de ciclos de vida, avaliações de sustentabilidade e às ferramentas para tomada de decisões; ligadas às corporações (RSV) e ligadas ao gerente de projeto (ética).

2.4.2. Fatores críticos

Adaptando de Almeida et al. (2012), fatores críticos de agilidade são os fatores internos ou externos à empresa que afetam direta ou indiretamente o desempenho do projeto. Conforto (2013) dividiu estes fatores em ligados à organização; ao processo; ao time de projeto; e ao produto/projeto.

A seguir os mesmos foram listados, com o cuidado de retirar os estritamente ligados à medição de aspectos dentro do gerenciamento ágil, para que o foco dos mesmos seja o diagnóstico de projetos sem distinção da metodologia utilizada. Os fatores retirados da listagem foram conhecimento sobre métodos ágeis, ênfase em velocidade, recompensa apropriada para métodos ágeis, métodos ágeis bem aceitos, e ambiente de trabalho que estimule o uso de métodos ágeis de gestão de projetos.

Os fatores ligados à organização incluíam estrutura organizacional, cultura organizacional, empreendedorismo, aprendizado organizacional, comprometimento do time em tempo integral, times multifuncionais, competição por recursos, apoio executivo forte e descentralização de processo decisório.

Já os ligados ao processo incluíam capacidade de reconfiguração, automatização do processo, modularidade do processo, dados integrados e de fácil acesso, formalização do processo, processos em paralelo, integração externa, sistemas de suporte, e envolvimento do cliente e fornecedores.

Os ligados ao time de projeto incluíam autogestão, delegação, liderança, tamanho, localização, dedicação e experiência.

Por fim, os fatores ligados ao produto incluíam plano de sucessão dos produtos, criticidade do produto, clareza do objetivo, complexidade e grau de inovação.

Os temas conectados às **organizações** são a estrutura organizacional, o comprometimento da equipe em tempo integral, se as equipes são multifuncionais, a centralização do processo decisório e o aprendizado organizacional.

Entre as opções de estruturas organizacionais é possível citar as de estrutura funcional, projetizada e matriciais, sendo que estas podem ser de natureza sem fronteiras, de aprendizado, mecánísticas e orgánicas (BAUER e ERDOGAN, 2012).

Entre as de estrutura matricial pode haver também sub-variações como: (a) as de matriz fraca, nas quais o gerente de projetos possui menos influência que o gerente funcional; (b) equilibrada, na qual ambas as influências são equivalentes e, por fim (c) forte, na qual a influência do gerente de projetos é mais forte que a do gerente funcional (MORRIS e PINTO, 2007). A estrutura de gestão de um projeto pode divergir da estrutura organizacional padrão de uma empresa, e o modelo de gestão ideal varia de acordo com características como tema, escopo e equipe (LARSON e GOBELI, 1989).

Quanto à multidisciplinaridade das equipes de projetos, essas se distinguem de interdisciplinares quando possuem uma elevada variedade de profissionais (RATCHEVA, 2008), sendo que, em alguns casos, são obrigatórias devido à natureza da indústria (FONG, 2003) ou simplesmente desejadas, por aumentarem a diversidade de ideias (NEWELL e SWAN, 2000). O uso de equipes multidisciplinares também possui riscos, sendo um deles a redução da comunicação eficaz na equipe (DOUGHERTY, 1992; RATCHEVA, 2008), porém no caso das empresas ligadas à biotecnologia, esses riscos aparentam não afetar o desempenho dessas equipes já que as mesmas tendem a patentear novas invenções com mais frequência (SUBRAMANIAN et al., 2013).

Um dos pontos ligados à centralização do processo decisório é a frequência de improvisação no ambiente de trabalho. O conceito de improvisação abordado por Moorman e Miner (1998) trata da convergência do momento do planejamento com a execução, alegando que, por mais que empresas tentem prever riscos, os mesmos muito dificilmente se enquadram perfeitamente nos parâmetros esperados. Assim, planos contingenciais têm de ser reformulados ou adaptados no momento da execução dos mesmos, sendo a taxa de sucesso desses eventos indicada pela capacidade de improvisação das empresas.

Segundo os mesmos autores, um ambiente propício à improvisação pode ser medido pela memória organizacional, pela turbulência do ambiente, pela frequência de comunicação dentro da organização e pela disponibilidade de diretrizes organizacionais que permitam a divergência de ações das equipes quanto ao planejado.

Um elemento adicional é o grau de detalhamento das informações armazenadas, algo intimamente ligado aos preceitos de comunicação, aprendizado e memória organizacional. Argyris e Schon (1978) consideram a memória de um indivíduo ser comparável à memória de uma organização. Tal conceito foi refinado por Walsh e Ungson (1991) que, após uma revisão da literatura no tema, propuseram que a memória organizacional é a memória armazenada da história de uma organização capaz de afetar decisões atuais da mesma, sendo esta história proveniente tanto de lembranças individuais como de interpretações coletivas. Assim,

compreender se é considerado satisfatório o nível de detalhamento das informações armazenadas pode gerar *insights* quanto à capacidade e foco desses projetos quanto ao seu armazenamento de informações e aprendizado.

As questões ligadas ao **processo** são: formalização do processo, integração externa, e processos em paralelo.

Os primeiros dois fatores podem ser investigados por meio de como e com que frequência é realizado o processo de comunicação das equipes com agentes internos ou externos. A comunicação dentro das equipes e entre equipes funcionais distintas é um dos principais fatores moderadores do desempenho do projeto (PATRASHKOVA-VOLZDOSKA et al., 2003).

Quanto à comunicação com agentes externos, apesar do estudo de Graff et al. (2010) indicar a baixa interação do meio acadêmico com o meio empresarial, ainda é possível que ocorram outros tipos de interação com fornecedores de equipamentos ou serviços fora da empresa.

Ainda que perguntas ligadas à comunicação entre equipes suscitem pontos como, se ocorre uma triagem de quais informações são de fato necessárias em reuniões (DIXON, 2004) ou qual a frequência e impacto da comunicação informal, dita em alguns casos mais impactante que a formal (ICHIJO e NONAKA, 2006), esses pontos demandam grande número de perguntas para serem investigados, indo além do escopo mais exploratório deste estudo.

O fator seguinte a ser examinado é o denominado como etapas em paralelo, o qual remete ao conceito de etapas críticas da gestão de cadeia crítica, desenvolvido por Goldrat (1997) e abordado na fundamentação teórica. Tal conceito poderia ser explorado com o auxílio de outras informações provenientes de questões que abordam fatores críticos do projeto e indicaria gargalos que atrasam a execução do mesmo.

Os temas ligados ao **time de projeto** a serem perguntados incluem tamanho, localização e dedicação.

Apesar de ser um fator que afeta diretamente a intensidade de interação entre os membros das equipes e a confiança entre os mesmos (MESLY, 2015), a localização da equipe de projeto teve seu efeito reduzido com a emergência de tecnologias de comunicação da área de TI (BIRNHOLTZ et al., 2012).

Já quanto à dedicação de tempo ao projeto, alguns autores associam uma forte dedicação de tempo a uma maior eficiência da equipe e a uma facilidade de gestão de recursos

humanos por parte do gestor de projetos e organização (CARBONELL e RODRIGUEZ, 2006).

Os fatores ligados ao **produto** incluem criticidade do produto, complexidade, e grau de inovação. Esses fatores lembram os fatores utilizados no desenvolvimento de novos produtos, mais especificamente os utilizados por Shenhar (2007). Com base na percepção desses é possível indicar como a empresa considera o mercado em que atua e como ela se vê pronta para lidar com o mesmo.

Além dos fatores críticos levantados por Conforto (2013), outros modelos foram gerados que tratam do mesmo tema. O termo fatores críticos de sucesso foi cunhado por Rockart (1979) como as áreas cujos resultados, caso satisfatórios, asseguram desempenho suficiente para o sucesso competitivo da organização.

Fortune e White (2006), após extensa revisão bibliográfica, listaram os fatores mais citados por autores, sendo estes em ordem decrescente: apoio da gerência, objetivos claros e realistas, planejamento detalhado e atualizado, boa comunicação, envolvimento com o cliente, habilidade da equipe, gestão de mudanças eficiente, competência do gerente de projetos, business case forte, quantidade e alocação de recursos, boa liderança, qualidade da tecnologia, cronograma realista, gestão de riscos, *project champion*, monitoramento, orçamento adequado, cultura organizacional, desempenho de fornecedores, plano de término ou desistência, treinamento, estabilidade política, experiência em gestão de projetos, influências ambientais, experiências anteriores, tamanho e dificuldade do projeto e, por fim, diferentes pontos de vista.

O número de possíveis fatores que influenciam mais intensamente no resultado varia de projeto para projeto, sendo talvez esse o motivo de tão grande seleção de elementos. Entre as críticas ao uso destes fatores, está a apresentada por Nandhakumar (1996), que indicou que muitos desses fatores estão na verdade interligados, sendo que apontar um isoladamente como crítico é algo de certo modo precipitado. Para solucionar problemas como esse, com base no modelo de Bignell e Fortune (1984), Fortune e White (2006) organizaram esses fatores de modo a identificar e/ou minimizar conflitos, como é possível ver no quadro 6.

Quadro 6: Agrupamento de fatores críticos de sucesso mais frequentes na literatura de acordo com sua sobreposição temática.

Fatores	Definições possíveis da literatura
Objetivos	Objetivos claros e <i>business case</i> forte
Monitoramento de desempenho	Monitoramento eficiente, planejamento de encerramento do projeto, aceitação de fracasso do projeto
Tomadores de decisão	Apoio da gerência sênior, gerente de projetos competente, planejamento forte e atualizado, cronograma realista, boa liderança, escolha correta de ferramentas de gerenciamento de projetos
Transformações	Equipes habilitadas/qualificadas e em bom número
Comunicação	Boa comunicação e <i>feedback</i>
Ambiente	Estabilidade política, influências ambientais, experiências passadas, cultura organizacional
Dimensões	Tamanho, complexidade, número de pessoas, duração do projeto
Recursos	Orçamento adequado, quantidade e alocação de recursos, treinamento, qualidade da tecnologia, <i>performance</i> de fornecedores
Continuidade	Gestão de riscos
Indistinguíveis da natureza sistêmica de projetos: envolvimento do cliente; diferentes pontos de vista; <i>project champion</i> , gestão de mudanças	

Fonte: Adaptado de Fortune e White (2006).

Assim, com base na listagem de Fortune e White (2006) que selecionou estes fatores com base em uma abordagem holística, foram formuladas questões que buscaram compreender quais destes recursos são vistos como críticos pelas empresas, sendo que a posse desta relação auxiliaria etapas posteriores deste estudo, em especial, na sugestão de ferramentas e práticas alternativas de gestão.

2.4.3. Desempenho de projetos de P&D

O projeto é uma ferramenta que não se desvencilha da realidade do setor ou empresa que os emprega, sendo diretamente influenciado por fatores do ambiente interno e externo de onde é aplicado. Pela natureza fortemente subjetiva dos resultados de projetos ligados à P&D, a medição do desempenho dos mesmos está intimamente ligada com a visão de cada empresa quanto a seus departamentos de pesquisa e objetivos estratégicos.

Portanto, não é possível tratar do desempenho de projetos de P&D sem levar em consideração como empresas valoram as entregas dos departamentos responsáveis. A aferição de desempenho de P&D é uma prática muito estudada pela literatura científica (LOCH;

TAPPER, 2002), que apesar da forte exploração deste tema, ainda continua a evoluir devido às inúmeras particularidades de cada objeto estudado (que podem gerar discussões sobre a aplicabilidade e customização de modelos), quanto à evolução da P&D, sendo um exemplo desta evolução o advento do conjunto de práticas incluídas no conceito de inovação aberta (CHESBOURGH, 2003).

Os motivos para o interesse de empresas e instituições por essas práticas, segundo Loch e Tapper (2002), provêm da necessidade em controlar seu desempenho de P&D e por meio do alinhamento de comportamento, traçar prioridades, avaliar e recompensar pesquisadores, estabelecer controle operacional e estimular aprendizado e melhoria. Já Chiesa e Frattini (2009), agruparam as vantagens em 7 pontos:

- a) Motivar cientistas e engenheiros a melhorar seu desempenho;
- b) Monitorar o avanço das atividades de P&D quanto às metas de custo, tempo e qualidade,
- c) Averiguar a lucratividade de atividades de P&D e suas contribuições para o valor econômico,
- d) Apoiar a seleção e priorização de projetos a serem iniciados ou descontinuados,
- e) Facilitar coordenação e comunicação entre indivíduos,
- f) Reduzir incertezas de P&D,
- g) Estimular aprendizado tanto no nível individual quanto no organizacional.

Apesar das vantagens listadas, é preciso adequar os critérios priorizados às reais necessidades da empresa, pois equívocos no processo de aferição de desempenho de P&D podem trazer mais problemas do que vantagens (BROWN; SVENSON, 1988).

Para evitar esse tipo de problemas, pesquisadores desenvolveram uma série de metodologias e categorizações, com o objetivo de facilitar a identificação de perfis de organizações e objetivos organizacionais e respectiva aplicação de metodologias apropriadas para o processo de aferição. De acordo com Chiesa e Frattini (2009), entre os fatores que devem ser levados em consideração ao escolher o modo que o diagnóstico de desempenho será realizado estão:

- a) A estratégia competitiva e tecnológica da organização;
- b) A estrutura organizacional da unidade de P&D (se é funcional ou orientada a projetos);
- c) Tipo de atividade de P&D (com foco em pesquisa básica ou aplicada);
- d) Disponibilidade de recursos para a execução da avaliação de desempenho e

- e) A indústria que a organização atua, como foco na turbulência característica da indústria e seu impacto no risco técnico ou comercial dos projetos de P&D.

Os mesmos autores, após estudo com empresas italianas com unidades de P&D encontraram uma clusterização que indicava a existência de uma relação entre o objetivo da avaliação da P&D da empresa e as características da mesma, sendo que esta relação pode gerar avaliações com três focos diferentes.

O primeiro tipo, denominado “*hard*”, possuía foco em pesquisas com objetivos mais aplicados e tendia a utilizar dados quantitativos, sendo a justificativa uma necessidade maior de inibir incertezas e riscos, aumentando assim o controle sobre o processo de pesquisa.

O segundo, denominado “motivacional”, era voltado para pesquisas menos aplicadas e utilizava dados mais subjetivos para avaliação de desempenho. A justificativa apresentada seria o alto nível de incerteza e poucos parâmetros quantitativos para se analisar, algo constante neste tipo de pesquisa.

Por fim, o terceiro cluster se encontrava mesclado entre os dois primeiros e foi denominado “*soft*”. Esse último representava as avaliações que possuíam entre os objetivos principais o fomento da comunicação entre departamentos e no próprio departamento de P&D, sendo mais comum nas empresas de maior porte. Outros parâmetros que podem afetar os resultados das avaliações de P&D na empresa são o objeto de estudo (unidade de P&D inteiro, departamentos dentro da unidade, equipes de projeto, ou indivíduos), o que foi utilizado como parâmetro de comparação (competidores ou desempenho passado), e frequência de avaliação de desempenho (CHIESA e FRATTINI, 2009).

O modelo completo com todas as interações descritas pode ser observado na figura 10.

Figura 10: Elementos presentes na avaliação de desempenho de unidades de P&D em uma organização.

Fonte: Adaptado de Chiesa e Frattini, 2009.

Os fatores apresentados acima foram desenvolvidos para gestão de P&D em empresas, independentemente de seu setor. Como o desempenho de projetos de inovação está ligado a como o departamento de P&D das empresas tem seu desempenho avaliado, vários dos pontos levantados e algumas de suas técnicas são aplicáveis no contexto dos projetos desta natureza. Entretanto, diferentes setores possuem características próprias que devem ser levadas em consideração quando se analisam seus projetos. No caso de fatores de sucesso de projetos ligados à biotecnologia, esses variam de acordo com o modelo de negócios de cada empresa (MCNAMEE e LEDLEY, 2012).

O sucesso de projetos em biotecnologia não pode ser medido somente por colocar produtos no mercado, já que exemplos ligados à indústria farmacêutica demonstram que uma baixa taxa de sucesso de projetos dessas empresas e altos custos podem corroer o lucro gerado por alguns produtos de sucesso (SCANNEL et al., 2012).

Aproximando-se mais ao objeto que este estudo tem interesse em compreender, empresas maiores de sementes, em geral, associam sucesso com aumento de produtividade de consumidores, e, conseqüentemente, aumento de vendas da empresa e retorno a investidores (DOW, 2014; SYNGENTA, 2014).

A Monsanto, empresa de grande porte com maior experiência em geração de *traits* transgênicos, em seu relatório anual de ganhos, detalhou um pouco mais os fatores considerados de sucesso no desenvolvimento de *traits*, sendo estes (MONSANTO, 2014):

- a) Desempenho e viabilidade comercial;
- b) Pontualidade na introdução ao mercado;
- c) Valor comparado a outras práticas e concorrentes;
- d) Cobertura do mercado;
- e) Serviço prestado aos distribuidores, vendedores e fazendeiros;
- f) Aprovações governamentais;
- g) Captura de valor;
- h) Aceitação pública;
- i) Características ambientais

Esses fatores listados aparentemente cobrem muito bem a lista de dificuldades e objetivos que produtos ligados às sementes GM enfrentam. O fator mais intimamente associado à concepção mais clássica de projetos é o ligado à pontualidade na introdução no mercado. Mais indiretamente, estão os ligados ao sucesso comercial, que podem depender de uma íntima interação de especialistas do mercado com a equipe de projeto e o fator ligado à aceitação regulatória, que depende das entregas durante o projeto ligadas a relatórios e certificações.

De acordo com estes fatores, o sucesso desse tipo de projeto é passível de ser medido em duas etapas. A primeira é logo após o término de projetos, quando se verifica a discrepância entre data de término planejada e a data real e se estão cumpridas as obrigações regulatórias. Já a segunda dá-se alguns meses após o lançamento do produto, quando a aceitação do mercado e opinião pública quanto ao produto podem ser medidas.

No documento de Monsanto (2014), a empresa não especifica se os fatores estão em ordem de importância ou se todos possuem o mesmo peso, apesar de ser evidente que alguns fatores, como aprovações governamentais, serem indispensáveis para a existência do produto no mercado. Além disso, outros fatores dependem de análises internas que comparem as expectativas da empresa com os resultados comerciais obtidos, o que pode ser influenciado também por fatores subjetivos.

Adicionalmente, esses critérios podem ter sua precisão reduzida, pois são influenciados por outros fatores ligados a cada empresa, como tamanho, relações públicas e capacidade de distribuição. Associando esses dados ao modelo de aferição de sucesso de projetos com base em dimensões estratégicas proposto por Shenhar et al., 2001, temos no quadro 7:

Quadro 7: Adaptação de critérios publicamente disponíveis ligados ao sucesso de projetos de geração de novos *traits* da Monsanto ao modelo de aferição de Shenhar (2001).

Eficiência	Impacto em consumidores	Sucesso comercial	Preparação para o futuro
Pontualidade na introdução ao mercado	Desempenho e viabilidade comercial	Cobertura do mercado	Aceitação pública
Aprovações governamentais	Valor comparado com outras práticas e concorrentes	Captura de valor	Características ambientais
	Serviço prestado aos distribuidores, vendedores e fazendeiros		

Fonte: Elaboração própria.

Apesar de esses critérios serem satisfatórios, um pesquisador externo não dispõe dos dados relativos aos mesmos, pois são dados de difícil quantificação. Uma opção para contornar essa limitação é pela área plantada, informação também de difícil acesso, mas levantada por cada Estado brasileiro. Paralelamente, no caso de *traits* que consigam reduzir incidência de doenças, outra forma de verificação seria pelo histórico de ocorrência de pragas.

Entre as informações disponíveis publicamente, provenientes de empresas, podem ser utilizados os seguintes fatores: a) Licenciamentos de patentes de *traits* e b) Crescimento anual de vendas de sementes GM.

No caso do primeiro fator, devido à grande frequência de licenciamento de *traits* entre empresas (que com auxílio da técnica denominada *stacking* são capazes de acumulá-los em uma única semente) é possível observar o interesse comercial do mercado em obter *traits* desenvolvidos em suas sementes.

Já a sugestão do segundo fator teve a intenção de evitar que discrepâncias entre o tamanho das empresas e de seus canais de distribuição de sementes tradicionais afetassem demasiadamente os resultados de vendas de sementes GM.

Evidentemente, mesmo com o cuidado para evitar que dados externos aos projetos afetem as leituras, eventos extraordinários podem interferir nas mesmas como, por exemplo, acordos entre empresas que envolvam *traits* como moeda de troca e que acabam por licenciá-

los a outra empresa sem custos ou até mesmo estratégias promocionais agressivas que visem vender sementes GM.

Por fim, a complexa avaliação do desempenho de um projeto, apesar de amparada por critérios objetivos como vendas, licenciamentos e aprovações, tem sua percepção de sucesso atrelada à interpretação de cada empresa, como indicado por Muller e Jugdev (2012), que concluíram que não existe uma definição clara sobre o sucesso de um projeto, justamente por projetos variarem em tamanho, novidade e complexidade. Cleland e Ireland (2006) vão além, indicando que diferentes *stakeholders* interpretam o sucesso de modos distintos.

Em uma tentativa de capturar esses parâmetros de sucesso mais subjetivos, foram perguntados nas entrevistas quais os entraves encontrados e impactos dos mesmos, para assim entender a percepção dos entrevistados quanto às falhas da gestão do projeto. Desse modo, no caso de lacunas da gestão ser o principal problema, isto será indicativo de um desempenho de gestão pior e, no caso de fatores ambientais que estejam fora do controle da gestão predominar como problema, isso será indicativo de um desempenho menos afetado por problemas de gestão.

Essa abordagem possui limitações ligadas principalmente à própria subjetividade da interpretação que se busca observar, à incompatibilidade de se extrapolar a análise para outras empresas além das entrevistadas e do nível de conhecimento dos entrevistados quanto aos processos de gestão. Mesmo com essas desvantagens citadas, outro fator foi crucial para a escolha deste método: foram recebidos múltiplos pedidos explícitos dos entrevistados por confidencialidade, a qual seria facilmente comprometida caso fossem atrelados dados de desempenho publicamente conhecidos aos projetos de cada empresa. Por fim, é preciso salientar que a dimensão desempenho não foi explorada de forma extensa nesse estudo.

2.5 Classificação técnica do processo de desenvolvimento de novos produtos

Um tema que deve ser abordado para o correto desenvolvimento desse estudo é a diferença entre programas, projetos, e o processo em si de desenvolvimento de novos produtos. Programas tratam do conjunto de projetos distintos, interligados por um tema em comum, sem que para Artto et al. (2009), programas devem forte impacto na empresa como um todo e na relação da mesma com o ambiente externo. Projetos, como definido na subseção

2.4.1, tratam de esforços únicos, como um término pré-definido. Por fim, um processo, trata de um conjunto de atividades repetidas continuamente, com entradas e saídas bem definidas. Dessa forma, a principal distinção entre um programa e um processo de desenvolvimento de produto está na uniformidade das atividades que acontecem para atingir o objetivo de desenvolver algum produto específico. Outro ponto que pode ser reforçado nessa seção é que tanto sementes GM para uso comercial como *traits* passíveis de inserção em candidatos podem ser considerados produtos, uma vez que esse *traits* podem ser negociado com outras empresas que almejem os benefícios do mesmo em suas próprias sementes desenvolvidas por cruzamentos convencionais.

Ainda no tema de classificação técnica de elementos do processo de desenvolvimento de novos produtos, a mesma pode ser realizada com base nos fatores Novidade, Tecnologia, Velocidade e Complexidade (NTPC ou diamante) de Shenhhar (2007). Tal classificação foi desenvolvida com o objetivo de capturar as nuances de cada indústria e tipo de produto, a fim de indicar quais os principais riscos que podem surgir a partir dessas características.

O primeiro fator a ser abordado trata da intensidade necessária de conhecimentos tecnológicos para conclusão do projeto, a qual pode ser entendida como: a) Baixa tecnologia: tecnologias existentes e bem estabelecidas; b) Média tecnologia: maior parte das tecnologias já existentes, com uma tecnologia ou atributo novo para a empresa; c) Alta tecnologia: maior parte das tecnologias é nova para a empresa e; d) Muito alta tecnologia: tecnologias novas para o mundo são desenvolvidas.

O segundo fator aborda a novidade do produto gerado pelo projeto, o qual pode ser: a) Derivado: uma versão diferente de um mesmo produto; b) Nova plataforma: uma geração diferente de uma linha de produto existente e c) Produto disruptivo: produtos completamente novos ao mercado global, com reinvenção de conceitos.

O terceiro fator trata da necessidade de velocidade (ou passo) de geração deste produto para a empresa, a qual pode ser considerada: a) Regular: velocidade de conclusão não é crítica para sucesso da empresa; b) Rápida/competitiva: projeto com velocidade voltada a atender oportunidades de mercado, que apesar de finitas não tem data para terminar; c) Tempo crítico: projeto possui uma data limite que se não atendida representa fracasso do projeto e; d) “Blitz”: tempo para conclusão do projeto é altamente crítico, sendo geralmente associado à solução de crises.

Por fim, o último fator busca esclarecer a complexidade das entregas e etapas, no sentido de inter-relação entre as mesmas, as quais compreendem: a) Montagem: conjunto de elementos, módulos ou componentes em uma única unidade, que realiza somente uma função;

b) Sistemas: conjunto complexo de elementos interativos para inserção em uma única unidade que realiza várias funções e; c) “Array”: conjunto de sistemas dispersos. A seção seguinte irá abordar sobre técnicas de análise de redes, a fim de fornecer subsídios para análises a serem realizadas neste estudo.

2.6 Análise de redes

A análise de redes sociais (ARS) é o estudo de conjuntos de elementos (denominados nós ou atores) a serem analisados, os quais se relacionam de determinada forma uns aos outros, sendo esta relação representada por arestas.

O estudo de redes se torna eficiente ao observar as interações e estatísticas que podem ser extraídas das mesmas. Entretanto, assim como na estatística clássica, existe uma série de ferramentas que exigem atenção por parte do usuário e, entre elas, está a escolha do tipo de centralidade a ser usado.

A centralidade *betweenness* foca na capacidade de determinado nó servir de ponte para a rede como um todo, pois a mesma mede quantos caminhos passam por determinado nó ao se buscar percorrer o maior número de nós possível em uma rede. A centralidade de proximidade (ou *closeness*) foca em quais nós são capazes de atingir outros nós com um menor percurso possível. Já a centralidade de grau ponderada conta o número de arestas ligadas a um nó e dá um peso às mesmas com base em quantas conexões os nós de destino possuem.

Outro conjunto de parâmetros importante da análise de redes está ligado às diferentes formas que podem ser usadas para se encontrar padrões de conexões entre os diferentes atores. Entre essas ferramentas, destaca-se a análise de modularidade, que se baseia no cálculo médio de conexões aleatórias possíveis em uma rede de determinado tamanho e compara esse número com as conexões presentes em cada nó da rede analisada.

Uma das formas de cálculo de modularidade é a proposta por Blondel et al 2008, a qual pode ser dividida em três etapas. Na primeira, cada nó é unido em pares um a um e as uniões que apresentarem maior modularidade são fixadas. Na segunda etapa, os valores de modularidade de cada par são somados com base nas modularidades individuais de cada nó. Por fim, a primeira etapa é repetida, porém desta vez trabalhando com pares ao invés de nós. Quando os valores máximos foram obtidos, após vários ciclos de processamento, o algoritmo é finalizado.

Com o software de ARS *Gephi* é possível ajustar a sensibilidade da amostra na detecção de agrupamentos, no parâmetro modularidade. Deste modo, quanto mais alto o valor

deste parâmetro, menor a sensibilidade da análise mencionada acima. O ajuste deste parâmetro é importante, pois a sensibilidade necessária para a visualização de resultados de interesse nas redes geradas varia de acordo com o cluster analisado.

É importante citar que existem outras metodologias para detecção de clusters além da análise de modularidade. A metodologia baseada em buscas textuais é uma das mais recorrentes (JUN, 2012; HSUEH, WANG, 2009; YON, PARK, 2004). Entre as vantagens da modularidade está a associação de potenciais documentos semelhantes e que não possuem citações entre si. As críticas a esta abordagem focam no caráter subjetivo da escolha de termos e na presença injustificada de certos termos em documentos de patentes que geram falsos positivos.

Outro aspecto que deve ser observado é a evolução destas redes com o passar do tempo, uma característica intrínseca de redes dinâmicas. Tal dimensão pode influenciar em todas as outras características citadas anteriormente, como conectividade da rede, centralidade e clusters. Entre as alterações passíveis de medição em redes que se alteram com tempo estão as restrições do mercado, uma vez que o aumento no número de nós e conexões pode não estar limitado por recursos (BARABASI e ALBERT, 1999), estar moderadamente limitado (AMARAL et al., 2000) ou estar fortemente limitado (PALLA, BARABASI e VICSEK, 2007).

Ahuja et al. (2012) estabeleceram que alterações com o decorrer do tempo em uma rede são fundamentalmente provenientes de características “microdinâmicas” entre os nós, cujas origens proveem de fatores de agenciamento, oportunidade, inércia e aleatoriedade. Para os autores, agenciamento corresponde ao interesse ativo de um nó em alterar a sua posição na rede; oportunidade corresponde a maior chance de um nó passar por uma alteração em suas conexões devido a características em comum com seu entorno; inércia trata da tendência de padrões de comportamento de conexões de nós se repetirem e por fim; aleatoriedade corresponde a fatores externos aos medidos pela rede que influenciam nas conexões.

Gulati et al. (2012) demonstraram que a interconectividade de clusters nas redes possui uma curva evolucionária na forma de U invertido, visto que após atingir um ápice de interconectividade, a inércia da formação de conexões entre os mesmos nós acaba por reduzir a tendência de se formarem novas conexões, o que aglutina as redes em clusters menores e mais densos. Ao mesmo tempo, a densidade da rede tende com o tempo a aumentar, pois os padrões que surgem com tempo acabam por orientar a forma com que os nós se conectam (AHUJA et al., 2012).

Watts, 2004 levanta outra característica que muda com o tempo, a seletividade. A seletividade positiva indica a tendência de nós com poucas conexões se conectarem com nós da mesma natureza e vice-versa. Já a seletividade negativa indica a tendência contrária à exemplificada anteriormente.

Adentrando no uso de redes para análise de relações entre organizações, Rosenkopf e Schilling (2007) em um estudo comparativo de 32 indústrias demonstraram que existe grande variedade de conformação de redes quando se analisam indústrias ou até mesmo produtos distintos, sendo possível interpretar essas mudanças a partir das dimensões que afetam estes produtos. Como exemplo dessas características de produtos está a dificuldade de se desenvolver todas as partes ou tecnologias desses produtos, e o risco de se desenvolver toda a cadeia tecnológica do produto individualmente.

Ligadas a essas dimensões estão os papéis que as empresas centrais neste tipo de rede podem tomar, como criadores de valor, desenvolvedor de competências de parceiros e estruturação de toda a estratégia e estrutura da rede (LORENZONI e BADEN-FULLER, 1995). No último caso, Dagnino et al. (2016) apontaram que entre as características de redes orientadas por nós de forma intencional possuem alterações grandes em pequenos intervalos de tempo, com impacto direto no cluster que a mesma controla. Complementando os apontamentos de Dagnino et al. (2016) é importante ressaltar que Watts e Strogatz (1998) que redes orientadas pela centralidade de nós possuem alto coeficiente de clusterização a baixo comprimento de caminho médio.

Por fim, é importante destacar o papel que a evolução que redes ligadas ao que autores chamam de controvérsias, dilemas ou tensões no processo de tomada de decisões com base em alterações de condições externas que afetam a estrutura das redes (MISSONIER e LOUFRANI-FEDIDA, 2014; PAQUIN e HOWARD-GRENVILLE, 2013), pois mapeamento destas alterações quando associado a informações complementares externas pode possibilitar uma maior habilidade de compreensão de reflexos de atitudes tomadas por tomadores de decisões.

Com apoio das estatísticas de rede descritas nessa seção esse estudo usou ARS tanto para análise de *stakeholders* quanto para descrição de interações entre organizações por meio do depósito em conjunto de patentes. Assim, foi possível compreender padrões de agrupamento, geração de tendências de comportamento e importância de nós e conexões das redes geradas.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As subseções seguintes detalham os procedimentos metodológicos que norteiam o estudo. Entre os pontos a serem expostos estão a natureza e as perguntas de pesquisa, a definição da amostra a ser investigada e a descrição das etapas a serem executadas.

3.1 Natureza da pesquisa

A pesquisa realizada constitui-se em um estudo multicaso de caráter qualitativo e quantitativo, realizado em duas etapas. A etapa qualitativa foi realizada com uso de entrevistas semiestruturadas (GIL, 2002; MILES e HUBERMAN, 1994; YIN, 2009) utilizadas na investigação das características da gestão de projetos no segmento de biotecnologia agrícola. Já a etapa quantitativa, utilizou técnicas de ARS (JACKSON, 2010) aplicadas na interpretação de dados patentes e na descrição de interações entre pessoas ligadas à indústria de biotecnologia em sementes. Ambas as etapas permitiram a proposição de infográficos que sumarizam os aspectos técnicos ligados à gestão de projetos e geração de novas tecnologias nesse tema.

3.2 Perguntas de pesquisa

A questão central que norteia a presente tese é: Como ocorre o processo de inovação dos principais players que desenvolvem sementes geneticamente modificadas?

Foram elaboradas as seguintes perguntas específicas para orientar o desenvolvimento do estudo:

- a) Quais são as etapas dentro da fase de descoberta e de prova de conceito dos projetos de desenvolvimento de novos *traits* em sementes?
- b) Como classificar, dentro do modelo de desenvolvimento de novos produtos, o processo de geração de novas tecnologias e patentes na área desenvolvimento de novos *traits* em sementes?
- c) Quais fatores críticos de sucesso e aspectos da gestão estratégica de projetos da geração de sementes GM modificadas?
- d) Quais os temas de publicação de patentes dos principais depositantes de tecnologias na área de biotecnologia agrícola?
- e) Quais as interações das empresas que desenvolvem novos *traits* em sementes com *stakeholders* externos?

- f) Como estão estruturadas as redes de cooperação tecnológica, que resultaram em patentes ligadas a sementes GM, entre as principais instituições na área de biotecnologia agrícola?

3.3 Descrição das etapas

Esta pesquisa foi realizada em três etapas, as quais encontram-se sintetizadas no quadro 8. Os três passos da primeira etapa correspondem ao levantamento dos conjuntos de informações e/ou dados, já a segunda etapa trata do desenvolvimento da metodologia e também possui três passos que abordam a amostragem, definição de variáveis e protocolo de pesquisa. Por fim, a terceira etapa possui os passos de coleta e análise dos resultados os quais se dividem respectivamente em três temas.

Quadro 8: Etapas da pesquisa realizada.

Referencial teórico
Revisão de literatura sobre projetos de biotecnologia agrícola
Busca pelas práticas de gerenciamentos de projetos mais relevantes ao campo da biotecnologia
Busca por regras de patenteamento e sobre a dinâmica de desenvolvimento de produtos da indústria de sementes
Procedimentos metodológicos
Definição da amostra
Definição de termos e variáveis
Construção do protocolo de pesquisa
Coleta e análise de dados
Entrevistas preliminares com especialistas com foco em aspectos gerais do processo de geração de novos produtos
Entrevistas com especialistas com foco em fatores de sucesso e problemas enfrentados
Identificação e construção das redes de cooperação que resultaram em patentes
Análise de dados relativos a entrevistas de gestão de projetos
Mapeamento de <i>stakeholders</i> envolvidos no desenvolvimento e venda de sementes GM com simulação em rede
Estudo de informações patentárias

Fonte: Elaboração própria.

A figura 11 foi elaborada com intuito de facilitar a visualização da interação entre as etapas desse estudo. No caso, o ambiente externo, descrito pela análise de *stakeholders* fornece um pano de fundo para todo o desenvolvimento de novos produtos, o qual ocorre por meio de gestão de projetos os quais por sua vez geram as patentes que pode ser provenientes ou não de parcerias entre empresas. Por fim, essas parcerias são influenciadas pelo

relacionamento entre os *stakeholders*, gestão de projetos e estratégia de desenvolvimento de novos produtos.

Figura 11: Diagrama de relacionamento entre temas do estudo.

Fonte: Elaboração própria.

Etapas 1: Levantamento Bibliográfico

As buscas foram realizadas nas bases de dados *Compendex*, *ISI Web of Science*, *Emerald*, *Science Direct*, *IEE Explore*, e envolveram combinações dos termos *biotechnology*, *seeds*, *crops*, *projects*, *project management*, e *new product development* (NPD). Essas buscas levaram à identificação de 550 artigos que tratavam de temas mais gerais e, desses, somente 35 tratavam de fato de aspectos ligados à gestão de projetos em biotecnologia agrícola. O foco desses artigos, em sua maioria, era voltado à gestão de portfólio e do conhecimento, bem como cooperação entre empresas, com alguns poucos artigos tratando de sistemas computacionais de auxílio ao gerenciamento e aspectos legais. Buscas sem os termos ligados à biotecnologia agrícola como obrigatórios encontraram artigos ligados ao setor farmacêutico, cujas principais conclusões se encontram no capítulo de revisão de literatura, contribuindo para suprir a lacuna do tema de projetos de sementes GM. Por fim, com o objetivo de poder

compreender melhor a indústria estudada e sua dinâmica de inovação, foram levantados estudos sobre o processo de patenteamento de *traits* e registro de cultivares, além do histórico de desenvolvimento da indústria e processo de desenvolvimento de novos produtos.

Etapa 2: Elaboração dos Procedimentos Metodológicos

A proposta metodológica foi elaborada a partir da reflexão extraída do referencial teórico com a definição da amostra, construção do protocolo de pesquisa, e definição de termos e variáveis. Esses passos são descritos abaixo:

Passo 1: Definição da amostra

Em estudos qualitativos, a amostra pode ser definida como um elemento ou um grupo de interesse de pesquisa sobre o qual dados deverão ser coletados, sem haver a necessidade de que seja representativo do universo ou da população estudada (SAMPIERI, et al. 2006). Dentre os critérios para seleção das empresas do estudo, foram escolhidas empresas de grande porte envolvidas com processos de geração de *traits* transgênicos – a tecnologia de maior impacto comercial em biotecnologia agrícola – pois estas empresas eram as que possuíam capacidade de produção e viabilização comercial de um *trait*, o que se prova pelo domínio do mercado das mesmas.

Assim, de um universo de seis empresas (Monsanto, Bayer, Dow, Dupont, Basf e Syngenta) dos quais foram selecionadas duas empresas denominadas de A e B devido à necessidade de sigilo explicitada pelos respondentes. Estas duas empresas, na época das entrevistas que foi antes da intensificação do processo de fusões (2017), correspondiam a 33% do grupo das geradoras de *traits* comerciais de sementes e representavam um *share* de mercado em torno de 57%. Ao longo da pesquisa, a Bayer comprou a Monsanto, a Dow e a Dupont se fundiram e a Syngenta foi adquirida pela ChemChina, totalizando em três grandes *players*. Atualmente estes três grandes *players* representam mais de 60% do mercado global (MOLDENHEUR e HIRTZ, 2017).

Participaram do estudo um pesquisador, três gestores de projetos, um diretor de P&D e um gerente regulatório das indústrias de sementes, os quais viabilizaram o levantamento de dados em profundidade a respeito dos temas descritos. Dentre os cargos mencionados, buscou-se priorizar profissionais que tinham uma visão ampla do processo de gestão estratégica de projetos e uma longa experiência nas áreas de atuação (todos possuíam mais de dez anos de experiência).

Para conseguir acesso à amostra foi realizada a estratégia de bola de neve, na qual um entrevistado sugere outros possíveis alvos de entrevista, sendo tomado o devido cuidado para se manter a homogeneidade dos cargos dos entrevistados que deveriam participar do estudo (MILES e HUBERMAN, 1994).

Para garantir o anonimato e aumentar a liberdade dos entrevistados em fornecer respostas, foi disponibilizado um termo assinado, assegurando a confidencialidade das informações fornecidas durante as entrevistas. Adicionalmente, devido às fortes ressalvas realizadas pelos mesmos, não foi realizada a gravação das entrevistas, as quais ocorreram por telefone devido à distância física com os entrevistados (que em alguns casos se encontravam em outros países).

Como o número de respondentes é limitado devido ao universo de empresas neste setor, a variabilidade das respostas foi associada à função do respondente na empresa e a qual empresa o respondente pertence. Por este motivo, e pelo caráter altamente exploratório do estudo, o uso de análises estatísticas para o processamento das respostas se limitou às ferramentas de estatística descritiva.

Passo 2: Definição de termos e variáveis

A definição operacional dos termos e variáveis utilizados ao longo desta pesquisa foi realizada em seguida. Ressalta-se que as definições que tratavam de técnicas de gestão específicas não foram detalhadas, uma vez que não existe a possibilidade de interpretações alternativas das mesmas, assim como as etapas ligadas ao desenvolvimento de novas sementes, pois se desejou obter a definição e interpretação dos respondentes:

Projeto: Atividade temporária em grupo, concebida para produzir produtos, serviços, ou resultados únicos. Os projetos de interesse deste estudo são ligados à geração de novos *traits* em sementes.

Novidade: trata de quão inovador é o projeto frente aos já realizados pela organização e/ou o mercado (SHENHAR, 2007).

Intensidade de inovação tecnológica: trata da necessidade ou não de adoção ou geração de novas tecnologias para se ter sucesso em projeto (SHENHAR, 2007).

Complexidade: o nível de “complexidade” trata da maneira em que ocorre a inter-relação e número de etapas de um projeto (SHENHAR, 2007).

Necessidade de velocidade: é entendida como a urgência da empresa pelos resultados do projeto (SHENHAR, 2007).

Stakeholders: Todos os afetados pelo processo ou produto do projeto, independentemente de sua natureza.

Impacto na empresa: Impacto que um projeto tem no planejamento estratégico da empresa como um todo.

Recursos críticos: Elementos do projeto cujos resultados e parâmetros, caso satisfatórios, asseguram desempenho suficiente para o sucesso competitivo do projeto.

Protocolos: Documentos pré-estabelecidos que detalham procedimentos a serem seguidos durante determinados processos.

Detalhamento formal de projetos: Trata do nível de detalhamento de documentação, das condições dos processos e experimentos e das observações realizadas no decorrer do projeto.

Características ambientais: Elementos que influenciam o projeto, relacionados a fatores externos e internos, sendo possível que sejam provenientes tanto de elementos sociais, como também de naturais, como ecossistemas locais e globais. Nesta tese serão especificamente compostos por políticas e leis locais, influência de ONGs, cultura organizacional, e interações com meio ambiente.

Gerente funcional: Indivíduo responsável por planejar e coordenar a parte técnica de uma etapa ou de todo o projeto.

Gerente de projetos: Indivíduo responsável por planejar e monitorar a gestão de uma etapa ou de todo o projeto.

Ocorrências imprevistas: Qualquer acontecimento que altere significativamente o funcionamento normal de uma etapa do projeto.

Tomadores de decisões: Indivíduos com autoridade para definir parâmetros do projeto.

Poder: quando se trata de análises ligadas a teoria dos *stakeholders* proposta por Mitchel, Agle e Wood (1997), o conceito “poder” trata de qualquer influência forte (que pode ser de origem financeira, coerciva ou simbólica) que um *stakeholder* pode vir a ter sobre outro de forma assimétrica.

Legitimidade: quando se trata de análises ligadas a teoria dos *stakeholders* proposta por Mitchel, Agle e Wood (1997), o conceito “legitimidade” trata de como a organização analisada julga a pertinência moral ou legal das principais reivindicações do *stakeholder* analisado.

Urgência: quando se trata de análises ligadas a teoria dos *stakeholders* proposta por Mitchel, Agle e Wood (1997), o conceito “urgência” trata da sensibilidade ao tempo e nível de importância que uma reivindicação de um *stakeholder* a organização possui.

Compatibilidade: quando se trata de análises ligadas o modelo de classificação de reivindicações de *Stakeholder* de Friedman e Miles (2002), compatibilidade está ligada a convergência de interesses entre reivindicações de *Stakeholder* e a organização estudada, podendo ser divididas em compatíveis e incompatíveis.

Relacionamentos necessários ou contingenciais: quando se trata de análises ligadas o modelo de classificação de reivindicações de *Stakeholder* de Friedman e Miles (2002), relacionamentos podem ser divididos em necessários (relacionados ao funcionamento da organização) ou contingências (com conexão mais indireta).

Formas contratuais: quando se trata de análises ligadas o modelo de classificação de reivindicações de *Stakeholder* de Friedman e Miles (2002), formas contratuais podem ser classificadas de acordo com o nível de visibilidade do contrato, podendo ser divididas em contratos explícitos reconhecidos, contratos implícitos reconhecidos (reconhecidos por partes significantes diretamente relacionadas), contratos implícitos não reconhecidos (reconhecidos somente por terceiros envolvidos indiretamente), e sem contrato.

Fuzzy front-end: Processo cujo principal objetivo é gerar um conceito de produto robusto, a ser refinado em etapas posteriores, focando nas fases iniciais do processo de desenvolvimento de novos produtos, quando ainda é possível realizar alterações no produto (ELMQUIST e SEGRESTIN, 2007).

Leads: Correspondem às constatações de que certos organismos possuem compostos de interesse comercial caso sejam transformados em *traits*.

Coefficiente de clusterização: número de conexões entre vizinhos de um nó com um, dividido pelo número máximo possível dessas conexões.

Comprimento do caminho médio: média entre número de arestas que um nó deve realizar para atingir outro nó da rede.

Grau médio: a média de número de aresta de nós de uma rede.

Componente: o componente trata de um conjunto de nós e arestas isoladas entre si de uma rede. Se uma rede possui dois ou mais componentes, então parte dos nós não possui qualquer forma de conexão com outros nós da rede.

Diâmetro da rede: caminho mais curto entre os nós mais distantes da rede analisada, ou seja, o conjunto de arestas mais longo de uma ligação direta entre dois pontos de uma rede.

Titular: entidade com direito de propriedade da patente.

Inventor: pessoa responsável pela concepção da invenção.

Depositante: entidade ou pessoa responsável pelo depósito da patente no escritório de patentes.

Passo 3: Construção do protocolo de pesquisa

Esta pesquisa envolveu duas rodadas de entrevistas, cujo protocolo de pesquisa encontra-se sumarizado no quadro 9. As perguntas das entrevistas focaram nos objetivos de

identificação de características ambientais e de problemas enfrentados. O conteúdo das questões foi mais aprofundado em seções posteriores do texto.

O instrumento de coleta de dados gerado com base nas informações levantadas na primeira fase de entrevistas encontra-se no Apêndice A, sendo que tal instrumento buscou identificar os principais fatores críticos, práticas (representada pela questão de estilos de gerenciamento) e desempenho (representado por problemas encontrados). A principal justificativa da realização das entrevistas em duas fases se deu pelas perguntas ligadas a qual a abordagem de gestão de projetos e quais as etapas da fase de *discovery*, uma vez que com essas respostas foi possível estruturar perguntas de forma a ser mais objetivo na segunda fase de entrevistas.

Quadro 9: Protocolo de Pesquisa

(Continua)

Questões da primeira rodada de entrevistas				
Objetivos da pesquisa	Perguntas da pesquisa	Dimensões exploradas	Conceitos a serem esclarecidos aos entrevistados	Fonte de evidência
a) Identificar e detalhar as etapas dentro da fase de descoberta e de prova de conceito dos projetos de desenvolvimento de novos <i>traits</i> em sementes. b) Classificar, dentro do modelo de desenvolvimento de novos produtos, o processo de geração de novas tecnologias e patentes na área de biotecnologia agrícola. c) Mapear as interações das empresas que desenvolvem biotecnologia agrícola com <i>stakeholders</i> externos.	1- Quais as etapas das fases de <i>discovery</i> e prova de conceito?	Fatores críticos: Processos em paralelo	A sequência das atividades dos estágios iniciais da geração de novos <i>traits</i>	-Diretor de P&D - Pesquisador -1 Gerente de projeto
	2- Você saberia identificar o método de gestão de projetos usado na sua empresa?	Práticas	De maneira breve, algumas das diferenças entre os métodos de gestão de projetos caso os entrevistados não soubessem nomear sem estímulo externo.	
	3- Qual o grau de inovação tecnológica do projeto?	Fatores críticos: Grau de inovação (NPD e projetos)	Exemplificar geração ou uso de tecnologias novas à empresa.	
	4- Qual a complexidade do projeto?	Fatores críticos: Complexidade (NPD e projetos)	Explicar conceitos de montagem, sistemas e <i>array</i>	

Quadro 9: Protocolo de Pesquisa

(Continuação)

	5- Qual a necessidade de velocidade do projeto?	Fatores críticos: Velocidade (NPD e projetos)	Exemplificar projetos que dependam de velocidade para o sucesso	
	6- Quais os <i>stakeholders</i> ligados a este produto, e como os mesmos se comportam?	Fatores críticos: Formalização do processo; Integração externa (NPD e projetos)	Exemplificar a influência de <i>stakeholders</i> no desenvolvimento e objetivos de outras indústrias.	
	7- Como você descreveria as posições dos <i>stakeholders</i> descritos na questão anterior?		As definições de análise de <i>stakeholders</i> ligadas à força, legitimidade, urgência, compatibilidade e modo de comunicação.	
Questões da segunda rodada de entrevistas				
Objetivos da pesquisa	Perguntas da pesquisa	Dimensões exploradas	Conceitos a serem esclarecidos aos entrevistados	Fonte de evidência
e) Identificar fatores críticos de sucesso e aspectos da gestão de projetos da geração e sementes GM modificadas.	1- Os mesmos gerentes de projeto que atuam nesta etapa inicial (<i>discovery</i> e prova de conceito) são também responsáveis por etapas posteriores de teste em campo em maior escala?		Definição das etapas de <i>discovery</i> , prova de conceito e estudos de viabilidade em campo.	-Diretor de P&D -Pesquisador -Gerente de setor regulatório -2 Gerentes de projetos
	2- Quais tipos de fatores em ordem de importância são críticos para a conclusão eficiente do projeto?	Fatores críticos (projetos)	Apresentar os fatores críticos identificados para esta pesquisa.	
	3- Quais fatores críticos frequentemente geram problemas na execução do projeto?	Fatores críticos (projetos)	Apresentar os fatores críticos identificados para esta pesquisa.	
	4- Qual a frequência de ocorrências imprevistas de aspecto técnico que alteram as condições normais do projeto?		O que pode ser compreendido por ocorrências imprevistas (ex.: obstáculo técnico, dificuldade com determinada amostra, etc.).	

Quadro 9: Protocolo de Pesquisa

(Continuação)

5- Nas etapas identificadas em <i>discovery</i> e prova de conceito, como você classifica o tamanho e número de equipes, considerando projetos tradicionais em biotecnologia?	Fatores críticos: Tamanho (projetos)	Tamanho de uma equipe pode ser considerado pequena para um projeto de biotecnologia quando possui até dez pessoas. Já em relação a número de equipes, poucas seriam até três equipes.
6- Preencha a tabela sobre comunicação das equipes atuantes nas etapas de <i>discovery</i> e prova de conceito		É entendido por comunicação a troca de informações realizadas ao decorrer do projeto de desenvolvimento de sementes GM. Se entende por equipe de marketing os profissionais ligados a etapas não técnicas/científicas cujo principal foco é definição de posicionamento de produtos no mercado.
7- Qual a proximidade física das equipes que atuam na maior parte do projeto na etapa de <i>discovery</i> ?	Fatores críticos: Localização (projetos)	A etapa de <i>discovery</i> trata da busca inicial por novos candidatos a sementes geneticamente modificadas além da validação inicial dos mesmos.

(Conclusão)

Fonte: Elaboração própria.

Etapa 3: Coleta e análise de dados

A etapa de coleta e análise de dados teve como objetivo em levantar todas as informações necessárias por meio de entrevistas semiestruturadas realizadas com profissionais envolvidos nesta indústria, a fim de complementar as informações das etapas subsequentes. Adicionalmente, com o objetivo de compreender melhor a dinâmica de cooperação para inovação do setor, foram levantados dados de patentes depositadas no tema de modificação genética em plantas. Por fim, esse conjunto de informações das duas origens citadas, foi analisado de forma a gerar as conclusões desse estudo. Os dois passos dessa etapa são descritos a seguir:

Passo 1: Coleta de dados

- a) **Realização da primeira fase de entrevistas:** esta etapa compreendeu uma série de entrevistas semiestruturadas, realizadas com três profissionais da área de pesquisa e projetos com posições elevadas em empresas multinacionais de sementes com portfólio próprio de desenvolvimento de novos *traits* GM. Essas entrevistas permitiram conhecer melhor as etapas, equipes, problemas enfrentados, desempenho percebido pelos gestores de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e ferramentas usadas nos projetos de geração de

novos *traits*. A coleta dessas informações se mostrou necessária, pois a literatura não dispunha dessas informações detalhadamente e era necessário conhecer um pouco mais da gestão de projetos nesse setor antes de elaborar o plano de entrevistas da fase seguinte. Durante a primeira fase de entrevistas, a fim de subsidiar os entrevistados de um formato que auxiliasse na elaboração das respostas, foi apresentado aos entrevistados os modelos de Mcdougal (2011) em conjunto com as descrições de Stewart (2008), Altman (1998) e Jackson et al. (2014) para que os entrevistados pudessem complementar ou corrigir essas informações. As entrevistas seguiram o protocolo de pesquisa (Quadro 11), cujo, roteiro se encontra no Apêndice A. O Apêndice B possui a síntese das respostas obtidas junto aos respondentes já resumidas na ferramenta do roteiro de entrevistas.

- b) **Realização da segunda fase de entrevistas:** Constituiu-se da segunda fase de entrevistas semiestruturadas, as quais foram aplicadas aos mesmos entrevistados da primeira fase acrescidas de mais um gerente de projetos e de um gerente do setor regulatório. O objetivo dessa rodada de entrevistas foi detectar as características ambientais dessa indústria (ampliar análise de fatores críticos de gestão estratégica de projetos, problemas, tamanho, distribuição e comunicação) ainda não descritas na literatura e as práticas de gestão utilizadas nesses projetos. O protocolo se encontra no quadro 11 e o roteiro no Apêndice C.

- c) **Identificação e construção das redes de cooperação que resultaram em patentes:** Com o auxílio de técnicas de ARS, analisaram-se patentes deste setor para melhor compreender a dinâmica de inovação e cooperação de empresas de sementes GM. Inicialmente foram coletados os depósitos coletadas da classificação internacional de patentes (IPC) C12N 15/82 (Mutação ou engenharia genética de ou para células vegetais) protegidos ao longo do período de 1940 até setembro de 2016, período escolhido por ser o último período até a coleta dos dados e por coincidir com o período preliminar as etapas de fusões mais recentes. Para tal, utilizou-se a ferramenta *Derwent Innovation*. O motivo da escolha desta classificação deve-se ao fato que o código C12N 15/00 aborda o tema “mutação ou engenharia genética; DNA ou RNA relacionado à engenharia genética; vetores”. Abaixo deste código se encontra C12N 15/09, que aborda “tecnologia de DNA recombinante”, sendo seguido por 15/63 que aborda “introdução de material genético de origem halogênico usando vetores; regulação de expressão” que é seguido por C12N

15/79 que aborda “vetores ou sistema de expressão adaptados a hospedeiros eucarióticos”. Por fim vem C12N 15/82, o qual foca especificamente em células vegetais (Figura 12).

Figura 12: Hierarquia de códigos IPC da família C12N 15/00

Fonte: Elaboração própria.

Tais documentos foram priorizados pela patente mais antiga, cada família com o mesmo código do centro internacional de documentação de patentes a qual é denominada INPADOC. A escolha do uso desse modelo de categorização para a extração dos documentos de patente se deu por que a mesma trabalha com famílias de publicações, o que remove duplicidades de publicações em países distintos de uma mesma patente. Inicialmente foi necessário padronizar as diferentes grafias dos nomes das empresas que constam nos respectivos documentos de publicação de patentes para gerar as redes de cooperações que resultaram nesses depósitos, o que foi facilitado pela ferramenta *OpenRefine*. A partir destes dados, os titulares de cada documento foram classificados em pares, de forma a representar todas as combinações de pares que os documentos analisados possuíam.

Com esses pares classificados como origem e destino das parcerias, elaborou-se uma rede não direcionada das parcerias buscando entender a dinâmica de cooperação do setor (Figura 13). Entre as redes geradas estavam as com e sem filtros de nomes de inventores (que muitas vezes entram como titulares), com identificação de tipo de instituição, redes com foco nos principais depositantes da indústria, redes dinâmicas (que estão atreladas as datas de publicações das patentes) para captura de tendências evolutivas, e redes dinâmicas com foco em nacionalidade dos primeiros depósitos.

Figura 13: Fluxo de tratamento de dados para criação de redes

Fonte: Elaboração própria.

Referente aos dados de patentes optou-se por estudar publicações de patentes ao invés de depósitos, pois parte dos depósitos não prosseguem para publicação por situações ligadas ao depositante ou pelo escritório de patentes.

Passo 2: Análise de dados

Nesse passo, foram realizadas análises com a finalidade de gerar *insights* sobre o tema gestão de projetos nesse setor e a dinâmica de cooperação para inovação. O seguinte conjunto de análises foi realizado:

- a) **Análise de dados relativos a projetos coletados nas entrevistas:** com base nas entrevistas também foi possível adaptar as respostas em modelos já usados na área de geração de novos produtos e projetos descritos na revisão da literatura. Adicionalmente, para poder comparar o teor das respostas entre os profissionais de diferentes empresas, foram gerados gráficos comparativos de tendência de respostas com base na frequência de respostas ajustadas pelo ordem de prioridade dada pelos entrevistados (de nove a um), além da alocação dos projetos em modelos de classificação de risco de perfil de gestão recomendado.
- b) **Estudo de stakeholders:** com base nos resultados da primeira rodada de entrevistas com três especialistas das empresas de sementes GM, e posteriormente com dados

secundários de relatórios anuais das mesmas empresas, foi realizado o mapeamento da identidade e comportamento de *stakeholders* desse setor³. Desta forma, foram descritos os *stakeholders* externos, suas principais ações e a intensidade das mesmas, sendo as informações transferidas para o *software* de análise de redes sociais *Gephi*. Na sequência, foram realizados estudos sobre o posicionamento estratégico desses *stakeholders*, comportamento, forma de comunicação e, com objetivo de compreender as consequências possíveis na rede mapeada originalmente, uma ação foi simulada.

- c) **Estudo de informações patentárias:** Para melhor compreensão sobre o segmento e das principais empresas atuantes, foram coletados dados de lucros, retorno de ativos, e investimentos no segmento de biotecnologia agrícola por essas empresas, por meio da ferramenta *Thomson One*, a qual utiliza dados financeiros e dados públicos disponíveis. Com auxílio do *software Gephi* foram mapeadas as dinâmicas de depósito em conjunto, por parte das empresas nesse setor. Entre as características estudadas pelas redes estão evolução da origem de depósito com o passar dos anos, agrupamento de temas por clusterização com base em co-depósitos e evolução de padrão de co-depósitos com o passar dos anos, cujo objetivo foi compreender melhor a dinâmica de cooperação entre essas empresas. Adicionalmente foram realizadas análises com auxílio da ferramenta *Themescape* de reivindicações do tema, para obter *insights* sobre a direção do desenvolvimento do tema deste estudo.

---

³ Para não se estender na seção de Apêndices, essa informação foi omitida do estudo, mas pode ser fornecida sob demanda.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS REFERENTES À GESTÃO DE PROJETOS

Os resultados desta tese estão estruturados em três seções. A primeira traz a visão de especialistas do setor sobre desenvolvimento de novos produtos e gerenciamento de projetos. Com auxílio de dos dados da seção anterior relativos à *stakeholders* da indústria de sementes a seção seguinte analisa os *stakeholders*, com o propósito de apresentar suas interações além de incluir simulações de efeitos de alterações de comportamento destas empresas desta indústria. Na terceira seção, apresenta-se um estudo das parcerias tecnológicas no setor de sementes GM com foco nas cooperações construídas ao longo dos anos entre organizações para geração de novas tecnologias, e distribuição geográfica de onde estas tecnologias foram protegidas na forma de patentes.

4.1 Identificação da visão de especialistas do setor sobre gerenciamento de projetos de desenvolvimento de sementes GM

O objetivo da primeira fase de entrevistas foi construir um panorama geral sobre os processos e procedimentos adotados pelas empresas do setor para realizar o seu gerenciamento de projetos de desenvolvimento de novas sementes GM. Esta visão geral foi estruturada em três componentes principais a) compreensão das etapas ligadas à fase de descoberta e prova de conceito e método de gestão de projetos usados, b) classificação técnica de projetos de novos *traits* de sementes, e c) características do projeto.

4.1.2 Identificação das etapas ligadas à fase de descoberta e prova de conceito e método de gestão de projetos usados

Como o presente estudo foca nas etapas de maior importância estratégica e que demandam alto conhecimento técnico do processo de geração de novos *traits*, torna-se necessário estabelecer quais atividades são realizadas nas mesmas, especialmente tendo em vista que as empresas entrevistadas podem seguir etapas distintas do processo de geração

desses produtos e que o modelo de geração de novos *traits* não incluía as atividades dentro da etapa de *discovery*.

Assim, através da visão dos especialistas associada aos estudos existentes sobre gerenciamento de projetos foi possível construir um conjunto preliminar de dez atividades que são relevantes na etapa de descobertas, as quais compreendem: Identificação de *traits (leads)*; Isolamento de genes; Comprovação de eficácia em plantas modelo; Modelo de negócio e planejamento de etapas; Montagem do vetor; Transformação de células; Regeneração da planta e confirmação de expressão; Seleção de “evento”; Testes alergênicos preliminares com as proteínas (planejamento e produção em maior escala de proteínas) e Teste em casa de vegetação para checar estabilidade da planta transformada e estabilidade genética. Estas etapas não se encontravam descritas detalhadamente na literatura de gestão de projetos, e o presente estudo visa difundir o conhecimento das mesmas para fomentar possíveis melhorias gerenciais. A pormenorização das etapas levantadas se encontra a seguir:

a) Identificação de *traits (leads)*: O primeiro estágio de identificação de *leads* de *traits* pode ocorrer por meio de parcerias com o meio acadêmico, parcerias com empresas menores, indícios presentes na literatura e até mesmo por indícios observados pelos próprios pesquisadores da empresa. Essa busca é direcionada pelo planejamento estratégico da empresa, priorizando as aplicações avaliadas como mais vantajosas para desenvolvimento.

Tal processo pode ser considerado como a primeira seleção de portfólio de *traits* a serem gerados, se aproximando muito do conceito de *fuzzy front-end*. As etapas do *fuzzy front-end* são a geração de novas ideias, a avaliação preliminar do produto e a estimativa da probabilidade de sucesso (COOPER, 1997), sendo que, em outras indústrias, estas etapas listadas estão fortemente relacionadas com o sucesso do desenvolvimento de novos produtos (VERWORN, 2009). Entre as ferramentas para a busca e detecção desses fenótipos estão bancos de dado gerenciados por funcionários “*gatekeepers*”, responsáveis pela absorção de informações externas pela empresa, parcerias com universidades, grupos de pesquisa, consultorias e empresas menores;

b) Isolamento de genes: Depois de identificados, os genes responsáveis pelos *leads* dos *traits* devem ser isolados. Essa atividade é delicada, pois o isolamento impreciso desses genes pode reduzir o efeito pretendido dos *traits* ou até mesmo gerar efeitos colaterais indesejados. Desta forma, pesquisadores das empresas devem buscar a melhor sequência

genética possível, o que pode ocorrer por meio de simulações *in silico* e testes laboratoriais;

c) Comprovação de eficácia em plantas modelo: Um modo para determinar a sequência de interesse se dá pela análise da proteína que expressa o *trait*, sendo possível, assim, inferir a sequência de bases que a gerou. Essas sequências são inseridas em vetores e transportadores para plantas modelo⁴ e seus efeitos são confirmados preliminarmente. Um exemplo de planta modelo frequentemente usada é a *Arabidopsis thaliana*, escolhida pelo alto volume de conhecimento gerado sobre a mesma, baixo custo de produção, tamanho reduzido e rápido ciclo de vida;

d) Modelo de negócio e planejamento de etapas: Caso a inserção dessas sequências apresente resultados promissores nas plantas modelo, equipes ligadas à parte comercial, legal e de projetos montam um esboço a respeito dos seguintes aspectos: a) retornos possíveis; b) custos legais e licenças necessárias e c) principais etapas de desenvolvimento que deverão ser atingidas. De posse dessas projeções, torna-se possível analisar a viabilidade do projeto. Isso acontece, em razão de cada candidato a *trait* possuir características próprias que permitem que planejadores e pesquisadores façam inferências sobre quais áreas podem apresentar problemas durante sua aprovação, quais patentes são necessárias para sua pesquisa e comercialização, além de ser possível, caso o *trait* tenha sucesso, calcular os possíveis retornos com base no tamanho dos mercados que o mesmo será vendido e sua faixa de preço;

e) Montagem do vetor: As sequências identificadas na etapa anterior são, então, inseridas em vetores, que são sequências apropriadas para inserção em células vegetais da espécie desejada. Estas últimas possuem promotores, marcadores que indicam sucesso da inserção, terminadores e outras sequências de *traits* previamente descobertos pela empresa ou concorrentes. O motivo da presença destes *traits* é detectar os efeitos da interação do candidato com os *traits* do mercado, pois devido à prática de *stacking* molecular, as plantas GM de uso comercial atuais vêm com mais de um *trait* inserido simultaneamente;

---

⁴ Plantas frequentemente utilizadas em pesquisas científicas devido ao volume de conhecimento das mesmas e facilidade na sua manipulação.

f) Transformação de células: De posse da sequência genética de interesse, o passo seguinte é a inserção da mesma em células vegetais, ou seja, a transformação das células vegetais. Esse é um passo complexo, que requer profundo conhecimento do genoma da planta hospedeira, já que a inserção desta sequência pode não ser expressa, ou interferir negativamente com o funcionamento normal da planta, caso seja inserida em um local impróprio.

Uma grande variedade de alternativas de ferramentas pode ser utilizada nessa etapa, entre as mais conhecidas estão: bio-balística, protoplastos, *Agrobacterium tumefaciens*, com auxílio de enzimas de restrição ou por meio de eletroporação. As mais recentes tecnologias, que também poderiam se encaixar na categoria de edição genética devido a maior precisão incluem: nucleases ativadoras de transcrição (TAL), dedos de zinco (Zinc Finger), RNAi, e CrispR. A escolha das mesmas depende da planta na qual o processo é realizado, da disponibilidade legal das mesmas por meio de licenciamento das patentes e do conhecimento dos pesquisadores que as utilizam. No caso em particular do CrispR, os mesmos possuem alta flexibilidade de uso, com potencial de alterar as etapas de engenharia genética como conhecemos hoje, mas seu uso comercial ainda se encontra em um horizonte mais distante (LEDFOORD, 2015).

Independentemente do método escolhido, esse possuirá vantagens e desvantagens, sendo que quanto uma maior precisão implicará em uma maior economia nas etapas de seleção posteriores, já que haverá menos efeitos adicionais não intencionais. A figura 14 exemplifica alguns métodos de manipulação de plantas com suas respectivas taxas de mutagênese, assim os métodos que são mais dependentes de efeitos aleatórios na genética das plantas têm maior probabilidade de apresentarem mutagênese indesejada (Figura 14);

Figura 14: Relação de alguns métodos de manipulação de sementes e probabilidade de mutagênese indesejada

Fonte: Adaptado de National Research Council (2004).

Nota: Escala arbitrária

g) Regeneração da planta e confirmação de expressão: As células que sobreviverem ao processo de inserção são regeneradas em novas plantas por meio de técnicas de cultura de tecido, sendo que a seleção das mesmas pode ocorrer por meios distintos, como: meio de cultura com antibióticos, meio de cultura com ausência de certo nutriente e, por fim, genes marcadores. Nos dois primeiros casos, somente as células com os vetores corretamente inseridos são capazes de sobreviver no meio de cultura. No terceiro caso, as células com inserção do vetor correto apresentam características distinguíveis das demais;

h) Seleção de “evento”: As plantas regeneradas com sucesso são, em seguida, testadas quanto aos efeitos dos *traits* inseridos. Entre as que tiverem inserção com êxito, são selecionados os melhores eventos⁵. Para checar a expressão de *trait*, análises como *Northern blot*, PCR (*polimerase chain reaction*), por transcriptase reversa e *Southern blots* podem ser feitas, assim como *Western blots* ou testes ELISA, que verificam a intensidade de expressão da proteína expressa do gene inserido;

i) Testes sanitários preliminares com as proteínas: Os eventos passam por uma série de testes, entre eles os relacionados ao potencial alergênico das proteínas responsáveis pelos fenótipos. Essa etapa de testes possui desenvolvimento paralelo a etapas subsequentes, sendo os resultados destas análises complementados com o andamento do projeto. Entre os métodos passíveis de serem utilizados vamos encontrar: testes por meio da comparação das proteínas com outras moléculas alergênicas conhecidas, reatividade com anticorpos de mamíferos ou indivíduos que possam possuir alergia às moléculas identificadas, resistência da proteína à pepsina (enzima que digere proteínas no estômago) e reatividade da proteína com modelos animais apropriados (TAYLOR, 2002). É possível também que outros testes preliminares além do de potencial alergênico sejam realizados, como os de toxicidade, alterações nutricionais e transferência horizontal de genes (que podem gerar mutações nas plantas);

j) Teste de estabilidade da planta transformada: Dentre as plantas que tiveram inserção com êxito, e apresentaram resultados positivos nos testes sanitários preliminares com as proteínas, são selecionadas as mais promissoras. As mesmas são, então, testadas em maior escala em casas de vegetação. Um dos principais motivos desta etapa é verificar a estabilidade genética da planta com o passar das gerações, estabelecendo assim se o *trait* é mantido ou perdido nos cruzamentos subsequentes.

A partir das fases indicadas no modelo de McDougal (2011), que é o único levantamento realizado no assunto até o momento do desenvolvimento desse estudo, e do conjunto de informações obtidas com as entrevistas, foi possível ampliar e detalhar as etapas ligadas à descoberta e prova de conceito. A figura 15 expressa a dinâmica destas etapas ao

---

⁵Termo usado para descrever as células, e posteriormente plantas, que absorvem com sucesso a sequência de DNA de interesse. Mesmo que células e sequências idênticas sejam utilizadas, um evento é único, pois o modo que ocorre a inserção sofre alterações.

sobrepô-las, pois, devido a redução do número de candidatos que não prosseguem a etapas seguintes, para não haver interrupção no processo, é necessário haver um fluxo constante de entrada de novos candidatos (mesmo que para projetos de *traits* distintos).

Figura 15: Atividades ligadas às etapas de descoberta e prova de conceito.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Caixas pretas e brancas foram contribuições desse estudo por auxílio das entrevistas. Caixa branca indica entrada de candidatos e caixas pretas indicam a saída de candidatos.

Traits candidatos que passam destas fases ainda terão uma nova análise quanto a sua viabilidade comercial. Esta etapa de viabilidade pode ser considerada como o segundo processo de seleção de portfólio, no qual os candidatos têm seus desempenhos, custos estimados de produção e possíveis efeitos adicionais comparados.

Em seguida, depois de selecionados os candidatos mais promissores, são realizados os cruzamentos para sua inserção em variedades comerciais da empresa, esta técnica é denominada introgressão. Paralelamente, estudos em larga escala, que focam em aspectos de segurança e interações ambientais são apresentados às agências regulatórias. Esta etapa por

sua vez, é longa, cara e complexa, mas por não ser o foco desta pesquisa não será pormenorizada. Finalmente, após a aprovação dos *traits* pelas agências reguladoras, o produto pode ser lançado comercialmente.

Uma vez estabelecidas as etapas que serão analisadas neste estudo, a próxima subseção discute como gerar melhores definições técnicas para o processo de geração de novos produtos ligados à geração de novas sementes GM.

4.1.3 Classificação técnica de projetos de novos *traits* de sementes

Essa subseção tem o propósito de auxiliar na contextualização dos projetos de desenvolvimento de novos *traits* investigados no estudo. Para tanto, utilizar-se-á o modelo de novidade, tecnologia, complexidade e velocidade (passo) (NTCP) de Shenhar (2007) uma vez que esse modelo fornece um bom diagnóstico de novos produtos com distintas demandas tecnológicas e pressão competitiva. É importante lembrar que a interpretação dos parâmetros foi realizada com base na primeira fase de entrevistas (Protocolo de Pesquisa descrito no quadro 9). A seguir apresenta-se uma classificação dos projetos segundo a ótica dos gestores de projetos das empresas de sementes GM (Quadro 10).

Quadro 10: Classificação técnica de projetos de desenvolvimento de novos *traits* de sementes.

(Continua)

Fatores existentes no mercado de sementes GM	Detalhamento da visão dos gerentes es
Intensidade necessária de conhecimentos tecnológicos: a) É de <u>Média tecnologia</u>:	Como as empresas analisadas já possuem <i>traits</i> desenvolvidos e a disciplina de engenharia genética possui um arcabouço robusto de técnicas já conhecidas, é possível classificar os projetos no ranking de média tecnologia, pois a maior parte das tecnologias já conhecidas pela empresa, sendo que adaptações pontuais são realizadas de acordo com as necessidades dos candidatos a <i>trait</i> sendo estudados.
Novidade do produto gerado pelo projeto: b) <u>Produtos resultantes dos projetos em geral são novas plataforma</u>	Novos <i>traits</i> não podem ser considerados como um produto derivado, pois são únicos e desenvolvidos com modelos de negócio muitas vezes distintos. Entretanto, também não podem ser considerados disruptivos, pois cada novo <i>trait</i> desenvolvido não altera modelos consolidados ou reinventa conceitos. Portanto, eles se enquadram melhor como uma nova plataforma, pois são alterações no produto existente (a planta sendo modificada).
Velocidade (ou passo) de geração deste produto para a empresa: c) <u>Tempo crítico</u>:	Antes de entrar no mercado, um <i>trait</i> deve primeiramente ser aceito por agências reguladoras, sendo um dos critérios verificados a novidade ou o aumento de eficácia perante as alternativas presentes no mercado. Portanto, é de interesse da empresa que sua pesquisa seja concluída o mais rápido o possível para reduzir o risco de um produto similar, ou melhor, seja aprovado antes que um produto concorrente seja desenvolvido. Além disso, sementes estão ligadas a fatores cíclicos como colheitas, sendo que a perda do prazo de lançamento da nova semente por alguns meses pode custar um ano inteiro de vendas. Deste modo, classifica-se o projeto de geração de novos <i>traits</i> como de tempo crítico.

Quadro 10: Classificação técnica de projetos de desenvolvimento de novos *traits* de sementes.

(Continuação)

Complexidade das entregas e etapas: d) Sistemas;	As sequências genéticas a serem inseridas não estarão atuando isoladamente na célula, sendo um conjunto intrincado de relações afetadas a cada modificação das condições normais. Como se não fosse o suficiente, a tendência tecnológica atual de inserir vários <i>traits</i> em uma única semente, torna ainda mais complexo todo o processo. A complexidade pode ser classificada como um sistema, as relações não são de sistemas dispersos que atuam na geração da semente, mas sim elementos co-localizados que geram um novo sistema.

(Conclusão)

Fonte: Elaboração própria

O modelo final do NTPC de fatores característicos dos tipos de projetos analisados nesse estudo é representado na figura 16. Como é possível observar, na visão dos entrevistados, estes projetos possuem alto risco quanto aos fatores complexidade, novidade, e velocidade, enquanto o fator tecnologia apresentou médio risco. Assim, entre os possíveis problemas que estes projetos podem enfrentar estão erros de definição de objetivos (novidade), falhas em integração e comunicação (complexidade), e erros em na execução (velocidade) (SHENHAR, 2007).

Figura 16: Disposição dos fatores característicos de projetos ligados desenvolvimento de novos *traits*, com base no modelo de Shenhar (2007).

Fonte: Elaboração própria

Ahn et al. (2010) apontaram que o modelo NTCP não se aplica apropriadamente no caso da indústria farmacêutica e que o mesmo deveria ser expandido em mais três critérios (tamanho do mercado, velocidade de crescimento do mercado, e custo de desenvolvimento). Essa constatação não pode ser extrapolada ao setor agrícola, pois, o risco de alteração de demanda de mercado não ocorre com mesmo impacto na área de *commodities* alimentícias, e o nível tecnológico “médio” indica uma menor intensidade de mudanças de custos por projeto neste critério, apesar da tendência de crescimento generalizado de custos de desenvolvimento descrita por Fuglie et al, 2011. Desta forma, o modelo utilizado nessa pesquisa estaria adequado para uso na indústria estudada.

Outro resultado obtido foi a definição se as etapas que do desenvolvimento de novos *traits* podem ser consideradas parte de um projeto ou um processo. A necessidade dessa pergunta se deu, pois, considerando que há um *pipeline* de projetos constante nas empresas para geração de novos produtos, ficava a dúvida conceitual de até que ponto se poderia considerar o objeto desse estudo um programa ou projeto. Os respondentes indicaram que somente o conjunto de projetos ligados a diferentes *traits* é denominado pelas empresas como programa. Portanto, o uso do termo projeto no presente estudo foi considerado correto, já que estão sendo investigadas as características das etapas iniciais da geração de um único *trait*. Na visão dos entrevistados, **o programa** de biotecnologia no desenvolvimento de sementes segue os parâmetros descritos por Artto et al. (2009), com forte impacto na empresa como um todo e na relação da mesma com o ambiente externo, podendo ser um assunto promissor para aplicação de técnicas ligadas ao tema e futuros estudos.

Por fim, quando questionado se a empresa utilizava uma metodologia específica de gestão de projetos a maioria dos entrevistados afirmou se basear no PMBoK, como método de gestão de projetos, apenas 1 dentre os 5 entrevistados que analisaram este quesito não o utilizava, enquanto os demais demonstraram conhecimento detalhado desta ferramenta. Em especial os entrevistados mencionaram algumas das etapas ligadas à gestão de projetos tradicional, sendo colocada ênfase na etapa de planejamento e nas ferramentas de gestão de cronograma como gráfico de Gantt.

A etapa subsequente de entrevistas buscou verificar a aplicabilidade do modelo NTPC com a consistência das respostas dos entrevistados, além de levantar informações de fatores críticos e problemas desses projetos.

4.1.4 Características do projeto

A seguir são discutidos os resultados entrevistas realizadas com funcionários de duas das seis empresas que representavam 33% do mercado no período das entrevistas. Há de se destacar que segundo os próprios entrevistados, cada empresa possui somente um gestor de projetos de *discovery* ativo, assim torna-se claro o motivo da dificuldade encontrada para a obtenção de pessoas dispostas a participar do presente estudo.

Tanto as questões realizadas na primeira quanto da segunda rodada de entrevistas podem ser divididas entre as três dimensões de análise de projetos (práticas, fatores críticos, e desempenho). O motivo da predominância de questões da dimensão “fatores críticos” está associado à importância das mesmas para o caráter exploratório do estudo, sendo possível, assim, determinar as características intrínsecas do ambiente do projeto. Pelo mesmo motivo, algumas questões não presentes na divisão proposta por Conforto (2013) foram inseridas, como sustentabilidade e manutenção de gestores em diferentes etapas do projeto. Com o intuito de evitar a identificação das empresas, e também por ser a dimensão de medição mais específica para cada empresa por depender de variáveis absolutas, a dimensão “desempenho” buscou focar nos problemas enfrentados em cada projeto. Assim, passa a ser possível inferir qual o estágio de desenvolvimento da equipe de projetos, por meio dos obstáculos que cada entrevistado busca contornar.

É preciso ressaltar que a listagem original de aspectos das dimensões apresentadas por Conforto (2013) foi desenvolvida para o diagnóstico de projetos de um grande número de empresas, cuja natureza e objetivos eram desconhecidos. Desse modo, como esse estudo focou em um tipo de projeto altamente específico (novos *traits*) e de uma população reduzida e conhecida, muitos dos aspectos dessas dimensões acabaram sendo menos necessários para a avaliação desejada. Aspectos da dimensão “fatores críticos”, como cultura organizacional, empreendedorismo, capacidade de reconfiguração, automatização do processo, modularidade do processo, dados integrados e de fácil acesso, sistemas de suporte, autogestão, delegação, liderança e plano de sucessão fogem do objetivo primário deste estudo, que é de investigar o cerne dos parâmetros delineadores da gestão de projetos nas etapas de *discovery* e de prova de conceito de projetos de geração de novos *traits*. Já aspectos como competição por recursos, apoio executivo forte e criticidade do produto foram abordados nas pré-entrevistas.

Já se sabe que esses projetos estão entre os principais e os mais estratégicos produtos das empresas que os desenvolvem, também pelo impacto conhecido publicamente dos mesmos nas empresas estudadas.

O aspecto envolvimento de clientes e fornecedores também não se aplicam, devido ao alto número de *traits* candidatos no início do projeto que podem não passar para etapas posteriores por características técnicas, o que inviabiliza a participação de agentes externos na escolha de produtos a serem desenvolvidos. Desse modo, a participação de especialistas do mercado acaba somente ocorrendo em etapas bem definidas de seleção dos candidatos que obtiveram sucesso após percorrerem o processo de prova de conceito.

Sobre o aspecto experiência, o trabalho de Wilson et al. (2013) demonstra que profissionais ligados à biotecnologia possuíam, em grande parte, uma sólida formação acadêmica e profissional. Por fim, o aspecto clareza do objetivo também não foi abordado já que, como citado anteriormente, o projeto tem escopo de atividades bem definidas, sendo o objetivo final a geração de um novo *trait* comercialmente viável. O quadro 11 contém a síntese dos principais pontos obtidos nas entrevistas com os representantes das duas empresas selecionados.

Quadro 11: Pontos principais sobre a percepção das maiores empresas de sementes GM sobre o tema gestão de projetos em biotecnologias agrícola.

(Continua)

Pontos principais sobre:	Ponto central da visão de cada um dos entrevistados				
	E1 (Empresa A)	E2 (Empresa B)	E3 (Empresa A)	E4 (Empresa B)	E5 (Empresa A)
1- Utilização dos mesmos gerentes de projetos entre etapas de <i>Discovery</i> e testes de larga escala	Não. Cada macro etapa possui um gerente de projetos distinto, sendo o predecessor um fornecedor de resultados ao sucessor.	Não, mas há comunicação intensa entre esses gerentes de projeto.	Não utilizam os mesmos para diferentes macro-etapas. Há somente um líder para todos os projetos ligado a uma etapa.	Não, sendo 3 distintos (<i>discovery</i> , validação e desenvolvimento).	Não são utilizados os mesmos gerentes de projeto.
2- Fatores em ordem de importância para o sucesso de um projeto de <i>discovery</i>	Monitoramento	Objetivos	Objetivos	Objetivos	Objetivos
	Liderança	-	Equipe	Recursos	Recursos
	Objetivos	-	Liderança	Equipe	Liderança

Quadro 11: Pontos principais sobre a percepção das maiores empresas de sementes GM sobre o tema gestão de projetos em biotecnologias agrícola.

(Continuação)

	Recursos	-	Monitoramento	Liderança	Comunicação
	Equipe	-	-	Monitoramento	Tamanho
	Comunicação	-	-	Tamanho	Risco
3- Fatores geram mais problemas em um projeto de discovery	Comunicação	Recursos	Objetivos	Objetivos	Comunicação
	Recursos	-	Comunicação	Monitoramento	Tamanho
	Risco	-	Equipe	Tamanho	Recursos
	Ambiente	-	Liderança	Ambiente	Risco
	Tamanho	-	-	Liderança	Ambiente
	Liderança	-	-	Equipe	
4- Frequência de ocorrência de eventos disruptivos	Com frequência, pelo menos a cada 6 meses.	Quase nunca, pois escopo é muito amplo (a cada 5 anos).	Com frequência, pelo menos a cada 6 meses.	Com frequência, pelo menos a cada 6 meses.	Com frequência, pelo menos a cada 6 meses.
5- Tamanho e número das equipes	Muitas equipes pequenas	Poucas equipes pequenas	Muitas equipes pequenas	Muitas equipes pequenas	Muitas equipes pequenas
6- Frequência e característica da comunicação entre equipes de pesquisa	15 a 30 dias; informal ou formal.	Diário; informal ou formal.	7 dias	30 dias; formal	30 dias; informal
6- Frequência e característica da comunicação com equipe de marketing	30 dias; formal	30 dias; formal ou informal.	7 dias	30 a 180 dias; formal.	30 dias; formal
6- Frequência e característica da comunicação com pesquisadores externos	180 dias; informal	90 dias; formal	180 dias; informal	180 dias; formal e com contrato.	30 dias; formal ou informal.
7- Distância física entre as equipes	Mesmo país (devido a barreiras regulatórias para trabalhar com biotecnologia entre países).	Mesmo complexo de pesquisa	Mesmo país	Mesmo complexo de pesquisa	Mesmo complexo de pesquisa

(Conclusão)

Fonte: Elaboração própria

O primeiro tema abordado obteve forte concordância entre os entrevistados quanto à distinção entre os gerentes de projeto nas diferentes etapas. O entrevistado número 4 apontou

que, no caso das etapas de *discovery* e de prova de conceito, estão presentes dois gerentes de projetos distintos, sendo que o entrevistado número 2 reforçou que todos os gerentes de projeto possuem forte comunicação entre si. Por fim, foi também apontado pelo entrevistado número 3 que existe um número reduzido de gerentes de projetos (somente um ativo por etapa de desenvolvimento, não havendo múltiplos por projetos ligados a uma mesma etapa). Essas respostas, entretanto, levantaram a dúvida de se a empresa ao dividir um projeto a diferentes gestões de projeto na verdade não considera o desenvolvimento de um *trait* de forma mais segmentada que antecipado na literatura, chegando ao ponto de possivelmente ser considerado como dois projetos distintos. Caso essa suspeita se confirme, surgem oportunidades e riscos dessa distinção entre a gestão em diferentes etapas, sendo que se tornaria possível segmentar o desenvolvimento em regiões ou até mesmo em empresas distintas em detrimento de uma maior integração de informações causada pela separação dos projetos.

Em relação às ocorrências de eventos disruptivos, a maioria dos respondentes tem a percepção de que eventos disruptivos acontecem com frequência, entretanto, o entrevistado 2 tem uma visão distinta dos demais, uma vez que segundo a sua opinião os eventos disruptivos não aconteciam com frequência devido a amplitude do escopo. Possivelmente essa discordância surgiu da dificuldade de se ter um padrão conceitual nessa indústria de que nível de acontecimento se caracterizaria como disruptivo, ou seja, que impactasse de maneira drástica o andamento do projeto. Entre os eventos exemplificados estavam dificuldades técnicas imprevistas com um novo candidato, alterações no perfil de candidatos buscados pela equipe de marketing, e surgimento de novas tecnologias.

Esta divergência se manteve em relação ao tamanho das equipes, onde a maioria afirmou que existiam muitas equipes pequenas e para o respondente 2 existem poucas equipes pequenas. Considerando a visão da maioria dos entrevistados, é possível observar que um aspecto positivo dessa configuração seria a maior riqueza de ideias proveniente da variabilidade entre equipes, sendo que o tamanho reduzido pode favorecer a comunicação dentro das equipes.

Sobre a distância física das equipes houve certa convergência na percepção de que o processo de desenvolvimento inicial de novos *traits* ocorria no mesmo país, algo que foi apontado por um entrevistado como decorrente da dificuldade legal de se trabalhar com biotecnologia entre fronteiras internacionais. Três dos entrevistados foram além ao afirmar que o desenvolvimento ocorria no mesmo complexo de pesquisa, enquanto dois afirmaram ser possível ocorrer em cidades distintas. Considerando que as equipes mantenham uma constituição heterogênea a fim de manter a diversidade de ideias, o posicionamento próximo

das mesmas pode ser visto de forma positiva, já que a comunicação se torna mais fácil e, consequentemente, há uma maior viabilidade de cooperação entre as equipes.

O já mencionado tema comunicação entre equipes requer um pouco mais de atenção, pois foi dividido em três partes e obteve alta variabilidade nas respostas. Não foi obtido consenso sobre a comunicação entre equipes de pesquisa, uma vez que houveram respostas que iam desde comunicação diária de maneira informal entre equipes, até uma onde essa troca de informações ocorre de maneira formal a cada 30 dias.

Já as respostas sobre a comunicação com a equipe de marketing pareceram ter convergido para periodicidade de 30 dias, de modo formal. No caso da comunicação com equipes externas de pesquisa, a mesma convergiu para um período de 180 dias, com formalidade variada a depender do assunto.

Por fim, as respostas sobre fatores críticos e principais problemas podem ter suas interpretações facilitadas pelas figuras 17 e 18. Nessas figuras, os fatores foram classificados de 6 a 1 em ordem de importância para os entrevistados, e os valores do conjunto de respostas de cada empresa foi somado. Devido à empresa A possuir mais entrevistados que a empresa B, os valores foram multiplicados por dois e por três, de forma a adequar os pesos das respostas para que sejam comparáveis.

Figura 17: Comparação dos principais fatores de sucesso relatados pelos representantes das empresas A e B em projetos de sementes GM.

Fonte: Elaboração própria

Figura 18: Comparação dos principais problemas relatados pelos representantes das empresas A e B em projetos de sementes GM.

Fonte: Elaboração própria

Os três fatores de sucesso considerados de maior impacto foram respectivamente: a) objetivos bem definidos; b) liderança e c) monitoramento. É possível notar que houve uma diferença entre as respostas de entrevistados de empresas distintas, sendo que a empresa A deu maior valor a liderança e monitoramento que a empresa B, a qual focou mais em equipes e recursos. Vale a pena destacar também que apesar do fator de sucesso equipe ter ficado em quarto lugar, o mesmo foi mencionado em outros momentos nas entrevistas como de alta relevância.

Já os três fatores que geram problemas com maior frequência foram: a) má comunicação, b) a escassez de recursos e c) objetivos estarem mal definidos. Estes problemas diferem dos descritos por Lead (2000) na indústria farmacêutica, que destacou gestão de recursos, gestão de projeto, e barreiras técnicas. Pesquisas mais aprofundadas são necessárias para identificar se estas diferenças estão associadas à dinâmica econômica dos setores ou a outro tipo de característica.

Entre as empresas notou-se que a empresa A considera falhas de comunicação como críticas para o processo, enquanto a empresa B se preocupa mais com definição e objetivos e monitoramento. Esse resultado da empresa B chama a atenção, pois a mesma não considerava monitoramento como um aspecto crítico, mesmo logo em seguida classificando o tema como um dos principais problemas enfrentados.

Interligando estes achados com os provenientes das entrevistas que abordaram a classificação técnica de projetos, é possível notar que como o modelo NTCP previu, devido ao alto risco destes projetos nos campos de novidade, velocidade e complexidade, os principais problemas relatados pelos entrevistados estavam ligados à definição de objetivos, integração/comunicação, e a erros de execução o que poderia significar que as lideranças desses projetos deveriam ser mais adaptadas aos desafios dessa indústria.

Considerando os problemas encontrados nas entrevistas, surge a questão relacionada ao potencial de utilização das técnicas de gestão de projetos ágeis, pois alguns fatores inerentes desses projetos como, por exemplo, equipes reduzidas, proximidade física, e forte comunicação com requisitos dos clientes, neste caso representado pelo departamento de marketing, propiciariam abertura para esse tipo de iniciativa. Reforçando essa possibilidade está a característica desses projetos ligada à dedicação exclusiva de equipes a determinado projeto, já que estes projetos possuem importância estratégica para as empresas do ramo de sementes, e que mudanças disruptivas que ocorrem a cada seis meses podem ser consideradas como frequentes quando no campo da biotecnologia, o que indicaria um ambiente turbulento.

Em contrapartida, as necessidades regulatórias de documentação das etapas, somadas a necessidade de transmissão de informações para os gestores de projetos de etapas subsequentes, tornam necessária a formalização do desenvolvimento como um todo, nem que essa formalização ocorra de maneira intensiva ao término do desenvolvimento de um candidato, o que migra para a vertente de gestão de projetos tradicional. Adicionalmente, segundo os entrevistados, os objetivos dos projetos não permitem mudanças constantes durante o desenvolvimento dos mesmos, o que fortalece a necessidade de planejamento antes do início do projeto. Por fim, os profissionais são profundamente especializados devido ao alto nível técnico necessário no campo de biotecnologia, o que dificulta remanejamento de equipes para acelerar o andamento de uma determinada etapa, reforçando a necessidade de uma longa etapa de planejamento prévio ao desenvolvimento do projeto. Esta especialização pode ser uma das causas da dificuldade de comunicação relatada pelos entrevistados (DOUGHERTY, 1992; RATCHEVA, 2008), e dificultaria a implantação de iniciativas de como as similares a Scrum onde membros da equipe podem atuar de forma desestruturada nos projetos, escolhendo atividades de acordo com suas velocidades individuais.

Considerando que como mencionado nas subseções anteriores, que segundo os entrevistados as empresas optam pelo uso de métodos de gestão de projetos da vertente tradicional, isso pode indicar uma cultura mais predisposta a soluções que priorizem manutenção de ordem. De toda forma, foi usada a ferramenta disposta na figura 19 a qual

visou encontrar a predisposição natural destes projetos quanto às duas vertentes de gestão de projetos descritas nesse estudo. Nessas ferramentas, foi possível ver que esses projetos pendem ao uso de ferramentas mistas que tendam a vertente tradicional, o que é reforçado pela árvore de decisões de Boehm e Turner, devido ao equilíbrio entre riscos ágeis e tradicionais.

Figura 19: Classificação de projetos de sementes GM nos modelos de Gala-eden et al (2007) e Boehm e Turner (2004).

Fonte: Elaboração própria

Partindo do princípio de que esse diagnóstico represente uma possibilidade de melhoria da metodologia de gestão atualmente utilizada nessa indústria que é puramente tradicional para uma iniciativa com ferramentas da vertente ágil de gestão de projetos, o próximo passo foi inferir que ferramentas poderiam gerar maior valor frente aos problemas enfrentados que os entrevistados relataram. Considerando que entre os três principais problemas estavam má comunicação, má definição de objetivos, e pouca habilidade da liderança e monitoramento, uma possível solução deve envolver ferramentas que fortaleçam as características ágeis ligadas à integração de equipes, à gestão de portfólio e às ferramentas de controle e monitoramento da gestão tradicional de projetos. Considerando as similaridades dessa indústria com a indústria farmacêutica, uma forma de minimizar a necessidade de se adaptar de forma extensa soluções seria verificar a aplicabilidade de soluções usadas na indústria farmacêutica na de sementes GM.

Entre as alternativas já testadas na indústria farmacêutica e que poderiam ser validadas na indústria de sementes GM está a solução descrita por Heeager (2014), que mescla

elementos como reuniões diárias, testes frequentes, e ambiente de trabalho informativo, extensa geração de documentação, *milestones*, pouco contato com cliente, e estabelecimento de prioridades no início do projeto. Outra possibilidade é a descrita por Kennedy (1998) que foca no planejamento de detalhamento das etapas do projeto as etapas a serem desenvolvidas mais próximas (*rowing wave*). Por fim, apesar de não ser estritamente ágil, a técnica descrita por Goldrat (1997) que reconhece as restrições causadas pela dependência entre as etapas e foca na maior flexibilidade no cronograma para maximizar o ganho de tempo em etapas menos críticas que a etapa com maior duração e/ou risco de atraso pode também se mostrar útil nessa indústria.

Além dos exemplos citados, caso seja implantada uma ferramenta que aprimore a comunicação com pesquisadores externos, a qual atualmente ocorre de maneira mais esporádica, a evolução de “*hubs*” para “*hotspots*”, vista na indústria farmacêutica poderia ser replicada na indústria de sementes GM (GAUTAM, 2015). Esta comunicação é explorada melhor na seção 6 na forma da geração conjunta de patentes, enquanto a comunicação como um todo destes projetos e outros *stakeholders* será exposta na seção seguinte.

Por fim, foi confeccionado um resumo gráfico (Figura 20) com base nas respostas das entrevistas, de forma a sumarizar os seguintes aspectos:

- a) funil de seleção, no qual quanto mais se avança no processo de P&D&I menos candidatos podem ser analisados;
- b) que mais de um líder de projeto participam da etapa de *discovery*;
- c) os principais problemas a serem administrados estão relacionados a má comunicação, falta de recursos, e objetivos mal definidos;
- d) os principais recursos correspondem a definição de objetivos, o monitoramento e habilidade da liderança;
- e) possuem equipes pequenas e no mesmo local e, por fim;
- f) que a comunicação com o departamento de *marketing* (ligado à percepção/identificação da demanda do consumidor) acontece a cada 30 dias, e com pesquisadores externos à empresa a cada 180 dias.

Este resumo indicou de forma concisa as etapas e interações com o ambiente interno e externo, sendo também dado destaque aos problemas e recursos críticos destes projetos. A não inclusão das informações relativas à classificação técnica de projetos e definições de outras etapas aconteceu devido à necessidade de se ter maior clareza na apresentação da imagem.

Figura 20: Principais pontos de projetos de geração de novos *traits* transgênicos.

Fonte: Elaboração própria.

O passo seguinte das entrevistas foi voltado ao ambiente externo desses projetos, mais precisamente, na elucidação dos relacionamentos dos *stakeholders* ligados à indústria pela visão das empresas desse de sementes GM.

5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS REFERENTES À ANÁLISE DE *STAKEHOLDERS*

A geração de novos *traits* GM em sementes foi explorada de modo extenso pela literatura no campo de *stakeholders*. Entretanto, grande parte dos artigos trata de *stakeholders* específicos e se abstiveram de identificar a rede completa de atores, sendo esta a proposta dessa subseção. Para que se possa discutir sobre este tema com maior propriedade, um passo necessário é mapear quais atores externos são afetados por projetos de geração de novos *traits* ou que tentam influenciar os mesmos.

Com base na literatura (ADENLE, 2014; BORCH e HAMUSSEN, 2002; TAIT, 2009; KRUEGER, 2001; WU, 2004; AMIN, JAHI e NOR, 2013) somada à entrevista em profundidade com três dos especialistas da empresa A, foram descritos os *stakeholders* externos, suas principais ações e a intensidade das mesmas (Apêndice B). Como sugerido por outros pesquisadores que trabalham com análise de *stakeholders* (BATALLAS e YASSINE, 2006), as informações foram, em seguida, transferidas para o software *Gephi* de análise de redes sociais, sendo a rede de *stakeholders* externos de sementes GM proveniente desta análise (Figura 21). O tamanho dos nós representa a centralidade de intermediação (*betweenness centrality*), tida como a melhor medida de centralidade para análise de *stakeholders* (FREEMAN, 1970), e suas cores representam os *clusters* de modularidade com a sensibilidade padrão de 1.0, como descrito em Blondel et al. (2008). Foi solicitado aos entrevistados para que classificassem a força das conexões entre os atores, sendo que os mesmos julgaram a relação entre ONGs, consumidores e academia com agências regulatórias como “média” (peso 0,3), assim como a relação entre empresas de sementes GM com população suscetível a escassez de alimentos (PSEA) e agricultores que não usam sementes GM e ONGs. A relação entre empresas de sementes GM e ONGs, consumidores, empresas menores de biotecnologia e academia, assim como a relação entre agricultores que usam ou não GM, consumidores e acionistas de empresas GM e PSEA e agências regulatórias foram consideradas como “fracas” (0,1). O restante das conexões foi considerado como “forte” (0,9). Quando questionado o porquê de ONGs possuírem uma influência “fraca” sobre empresas de sementes GM, foi argumentado por um dos entrevistados que apesar de influenciarem parte da opinião pública, as mesmas não afetavam os maiores consumidores das empresas GM, que são os agricultores que já usam GM e os criadores de animais que comprem as sementes deles. Assim, o impacto das ONGs se restringia em manter o mercado

para os agricultores que já vendiam sementes não GM para a fatia do mercado que havia sido influenciada por estas organizações.

Figura 21: Rede de *stakeholders* externos de sementes GM.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Tamanho dos nós é calculado por *betweenness centrality* e cores representam os *clusters* de modularidade com sensibilidade padrão de 1.0. Software usado: *Gephi*.

A rede pode ser considerada densa pela proporção de nós por conexões (17/41), o que, segundo Rowler (1997), indica que a informação de interações entre agentes pode se espalhar facilmente pela rede sem que a empresa de sementes GM interfira. Por outro lado, a medida de centralidade do nó da empresa de sementes GM é alta, o que faz com que suas ações tenham poder para influenciar a maior parte dos agentes da rede. Essa combinação de parâmetros faz com que empresas assumam o papel de *compromizer*: um agente que é influente, mas teme a incerteza causada por alianças feitas por agentes menos centrais, e por consequência, está disposto a negociar.

Os clusters detectados por modularidade das conexões podem ser divididos em quatro: Em azul claro estão atores influenciados pela academia (empresas menores de biotecnologia,

academia, e agências regulatórias); em verde estão os atores diretamente ligados à empresa de sementes GM, empresas que licenciam *traits* GM, acionistas de GM, cidade da empresa de sementes GM, e PSEA); em laranja está a cadeia de produção de alimentos e meio ambiente (agricultor que usa GM, criadores de animais, indústria, agricultor que não usa GM, países que exportam produtos GM, e meio ambiente); e, finalmente, em vermelho estão os atores baseados em opiniões (ONGs e consumidores).

Utilizou-se a definição da OCDE (2015, p. 253), para meio ambiente, a qual considerada como “a totalidade de todas as condições externas afetando a vida, desenvolvimento e sobrevivência de um organismo” sendo este organismo, no caso de plantações, representado por toda a fauna e flora locais. Como ONGs diferem umas das outras, as representadas neste modelo são as que são contra o uso de sementes GM, independentemente do motivo. Quanto ao nó de indústria, esse representa a ampla seleção de empresas que comprem os grãos ou produtos derivados de animais com o objetivo de manufaturar seus produtos, os quais ou serão vendidos para os consumidores ou para outras indústrias, que irão recombinar os produtos para, em momentos futuros, vender aos consumidores.

Empresas de sementes GM são principalmente influenciadas por agências regulatórias e pelos agricultores que comprem seus produtos, sendo que estes atores são influenciados por outros atores, o que conecta indiretamente toda a rede de *stakeholders*. Assim, com dezesseis *stakeholders* identificados além da empresa de sementes GM, se torna necessário classificá-los de alguma forma, para que seja possível priorizá-los.

É necessário reforçar que esse mapeamento representa a visão de funcionários de uma das empresas ligadas à biotecnologia agrícola, sendo que a visão de outros *stakeholders* pode diferir. Outro ponto é que essa análise não discerne o valor de cada *stakeholder* para as empresas, sendo essa característica avaliada na sequência.

A teoria de *stakeholders*, proposta por Mitchel, Agle e Wood (1997), descreve que o processo em que empresas definem *stakeholders*, potenciais ou não, requer atenção diferenciada. Esse processo se baseia em três parâmetros principais: poder (que pode ser financeiro, coercivo ou simbólico); legitimidade além da julgada pelo próprio *stakeholder* (legal, moral, baseada em risco/benefício) e urgência. *Stakeholders* podem ter um ou mais parâmetros, que podem ser usados para posicioná-los de acordo com a teoria de *stakeholders*.

Utilizando os *stakeholders* levantados na etapa anterior, os quais foram balizados pela visão de um dos membros da indústria de sementes GM, propomos um modelo de

stakeholders da indústria de sementes GM (Figura 22), cujas interações mais detalhadas no quadro 12.

Como é possível observar os *stakeholders* “definitivos” para as empresas de sementes GM são seus acionistas, consumidores, indústrias, criadores de animais, meio ambiente, agências reguladoras, agricultores que usam sementes GM e a população suscetível à escassez de alimentos. Nota-se também que, apesar de nas perguntas usadas modelo de redes o entrevistado ter classificado ONGs como de influência fraca sobre empresas de sementes GM, no modelo da teoria de *stakeholders* o entrevistado classificou ONGs como inclusas na esfera de “poder”. Quando questionado sobre esta diferença em classificação, o mesmo reforçou que apesar de fraco, é inegável que ONGs exercem influência sobre outros atores e em alguns casos recorreram à destruição de propriedade, o que justificaria esta escolha. A teoria de *stakeholders* não é o único modo de verificar a relevância de *stakeholders*, sendo que com o auxílio de outros métodos é possível verificar parâmetros adicionais como exigências específicas e interesse das empresas em atendê-las.

Figura 22: Modelo de dos *stakeholders* externos as empresas de sementes GM.

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 12: Principais pontos referentes aos relacionamentos entre os *stakeholders* da indústria de sementes GM quanto à atividade de geração de novos *traits*

(Continua)

Nº	<i>Stakeholder</i>	Poder	Legitimidade	Urgência	Compatibilidade	Implícita/ Explícita /sem negociação
1	Acionistas de GM	Decisões e influência	Direito devido a ações adquiridas	Buscam retorno ao investimento	Compatível	Explícita
2	Cidade da empresa de sementes GM	Pode interditar estação de pesquisa	Leis locais legitimam suas decisões	Não tem interesse em interferir	Incompatível	Explícita
3	Consumidor; Indústria; criadores de animais	Compra sementes dos fazendeiros direta ou indiretamente	Podem escolher o que comprar	Precisam vender produtos intermediários ou consumir	Compatível; Compatível; Incompatível	Implícita; Implícita; Explícita
4	Meio ambiente	Pode destruir plantações	É responsabilidade de todos	Tem urgência, efeitos negativos não esperam	Compatível	Implícita
5	Agências regulatórias	Podem não aprovar novos <i>traits</i>	Leis legitimam suas decisões	É um estágio obrigatório para venda	Incompatível	Explícita
6	Fazendeiro que não usa GM	Não tem poder direto sobre empresas de semente GM	Tem o direito de não ter sementes GM em suas plantações	Alguns compradores podem cancelar compras ou multar caso encontrem sementes GM	Incompatível	Implícita
7	Academia	Não tem poder direto sobre empresas de semente GM	Pode se preocupar com implicações do uso	Não tem urgência para interferir	Compatível	Implícita
8	ONGs	Podem usar poder coercivo (destruição de propriedade) ou influenciar outros atores	Sem legitimidade científica. Legitimidade moral depende das reivindicações	São ávidas para interferir com sementes GM	Incompatível	Sem negociação
9	Empresas que licenciam <i>traits</i> GM	Não tem poder direto sobre empresas de semente GM	Necessita do <i>trait</i> para vender sementes	Precisa vender suas sementes	Compatível	Explícita
10	Países que exportam produtos GM	Podem deixar de produzir e vender sementes GM	Leis legitimam suas decisões	Não tem interesse em fazê-lo	Compatível	Explícita
11	Fazendeiro que usa GM	Compra as sementes GM	Tem direito de escolher o que comprar	Necessita de sementes GM para manter produtividade	Compatível	Explícita

Quadro 12: Principais pontos referentes aos relacionamentos entre os *stakeholders* da indústria de sementes GM

(Continuação)

12	Empresa que não vende GM	Não tem poder direto sobre empresas de semente GM	Sem causa para interferência	Não tomou ações diretas que demonstrem urgência	Incompatível	Sem negociação
13	Empresas menores de biotecnologia	Não tem poder direto sobre empresas de semente GM	Preocupam-se com como seus produtos e serviços podem ser usados	Necessitam de contratos com empresas maiores para sobreviver	Compatível	Explícita
14	Pop. suscetível à escassez de alimentos	Caso grande o suficiente, pode pressionar outros atores	Tem o direito de pressionar por melhores padrões de vida	Deseja melhorar suas condições de vida o quanto antes	Compatível	Implícita

(Conclusão)

Fonte: Elaboração própria

Embora seja importante entender quem são as partes interessadas definitivas para as empresas GM, isso não significa que suas relações sejam positivas ou que tenham qualquer forma de comunicação explícita com as referidas empresas. Sendo assim, os entrevistados classificaram as partes interessadas como tendo necessidades compatíveis ou incompatíveis com o assunto de sementes GM, e se possuem qualquer forma de comunicação direta, que fosse reconhecida ou não pela empresa (Quadro 13).

Quadro 13: Classificação do posicionamento das partes interessadas da indústria de sementes de acordo com o modelo de Friedman e Miles (2002).

Compatível	Necessária (Implícita ou explícita; reconhecida) ++	Contingencial (Implícita não reconhecida) +
	Acionistas de GM Empresas menores de biotecnologia Agricultor que usa GM Países que exportam produtos GM Empresas que licenciam <i>traits</i> GM	Academia Meio Ambiente PPFS Indústria Criadores de animais
Incompatível	(Implícita ou explícita; reconhecida) +-	Sem negociação -
	Agências regulatórias Cidade da empresa GM Consumidor	Agricultor que não usa GM ONG Empresa que não vende GM

Fonte: Elaboração própria.

Como esperado, a mesma polarização se repetiu, com as indústrias relacionadas com GM e ONGs nos lados opostos do modelo. No entanto, é importante ressaltar que essas posições não são estáticas e que podem evoluir com o tempo ou com novas ações e eventos. Desta forma, surge a questão do que pode ser feito para, efetivamente e positivamente, afetar o maior número possível dessas partes interessadas caso uma empresa desenvolvedora de sementes GM esteja interessada nisso.

Missioner e Loufrani-Fedida (2014) propuseram que redes de *stakeholders* evoluem ao longo do tempo devido a “controvérsias” entre os agentes. Esse termo não se relaciona necessariamente às interações negativas, mas sim a todo tipo de novo acontecimento que interfira na relação entre os *stakeholders*. Como a rede de interações gerada é aparentemente estável, ou seja, sem a existência de novos acontecimentos que afetem a estrutura da mesma, foi suposta uma controvérsia em que empresas de sementes GM favoreceriam *traits* com desempenho superior em parâmetros ligados ao meio ambiente (esta simulação não foi decorrente das entrevistas). A razão para a definição deste evento foi: a) por ser algo factível caso haja interesse das empresas; b) por impactar diretamente os *stakeholders* definitivos das empresas de sementes GM.

Além desta conexão, duas outras conexões subordinadas foram geradas, ambas relacionadas à publicidade desses *traits* ambientalmente positivos perante as agências regulatórias e consumidores. Para assegurar o realismo de tais iniciativas, a intensidade destas conexões foi tida como “média” (0,3). Todos os outros parâmetros da simulação anterior foram mantidos (Figura 23).

Figura 23: Simulação de rede de *stakeholders* externos de sementes GM com impacto no meio ambiente e publicidade

Fonte: Elaboração própria.

O efeito mais perceptível na constituição da rede é a alteração nos clusters de modularidade. Países exportadores se juntam ao grupo das agências regulatórias, podendo ser interpretado como um menor impacto negativo nas exportações, devido às agências serem menos restritivas em suas avaliações.

Além disso, o impacto ambiental negativo do meio ambiente nos agricultores seria reduzido, podendo aumentar a produtividade e, no caso de agricultores que usam GM, os mesmos juntamente com o nó do meio ambiente se unem ao *cluster* de empresa de sementes GM, indicando possível associação da imagem de GM com meio ambiente.

O impacto de ONGs na opinião de consumidores poderia ser reduzido ao ponto em que o *cluster* que existia exclusivamente para estes nós deixaria de existir. Direta e indiretamente, a opinião de agências regulatórias seria influenciada, o que poderia facilitar a aprovação de novos *traits* GM.

Outro efeito possível seria a redução da preferência de agricultores por *traits* que não fossem de desempenho ambiental acentuado devido à pressão de consumidores à indústria.

Por fim, acionistas de GM, no longo prazo, iriam receber mais retorno devido às aprovações mais rápidas, maiores vendas devido à aceitação do consumidor e valorização de suas ações no mercado financeiro associado com a imagem positiva da empresa.

A fim de explorar um pouco mais a situação hipotética levantada anteriormente, na qual as empresas de sementes GM se concentrariam no desenvolvimento de traços com propriedades ambientais adicionais, os fatores secundários e primários descritos por Bundy, Shropshire e Bucholtz (2013) foram analisados. Para descrever as identidades sociais desejadas pelas empresas de sementes GM e seus objetivos estratégicos explícitos, foram utilizados dados publicamente disponíveis publicados pelas empresas enquadradas no “big six” na forma de seus relatórios anuais dos anos 2014, 2015 e 2016.

Começando com os fatores secundários que podem afetar as decisões tomadas pelas empresas de sementes GM, o primeiro obstáculo foi descobrir qual *stakeholder* poderia impulsionar tal mudança no desenvolvimento de novos *traits* para uma abordagem mais focada no meio ambiente. A primeira opção seria supor que as empresas tomassem essa medida por sua própria vontade. Embora seja improvável, uma vez que ainda não foram tomadas medidas nesta direção, tal evento não pode ser totalmente descartado como uma possibilidade, e as causas dessa atitude podem variar desde uma estratégia de marketing até para exploração de novos mercados em áreas fortemente degradadas ambientalmente.

Quanto à segunda opção, na qual o pedido poderia ser feito por partes interessadas externas, o número de candidatos aumenta. O primeiro seriam as ONGs que estivessem preocupadas com a degradação ambiental e não têm problemas ideológicos sobre o uso de sementes GM para resolvê-la. Outra opção poderia vir da opinião pública, representada pelos consumidores, que poderiam pressionar por uma solução para estas questões, embora seja improvável que identifiquem as sementes GM como uma possibilidade para resposta de tal problema sem a ajuda de um participante adicional (como a academia e ONGs). Por fim, uma alternativa adicional seria a dos governos locais, que poderiam oferecer incentivos fiscais ou de propriedade intelectual ou até mesmo uma aceitação mais rápida pelas agências reguladoras, em troca de soluções para preocupações ambientais urgentes, o que aconteceu antes na indústria farmacêutica na questão de medicamentos órfãos (SEOANE-VAZQUEZ, et al 2008). Deve-se ressaltar que a pressão do governo junto com a influência dos acionistas são os principais impulsionadores para que as empresas passem para práticas mais favoráveis ao meio ambiente (REID e TOFFEL, 2009). Essas partes interessadas não estariam necessariamente sozinhas nesta reivindicação, e poderiam formar coalizões para aumentar a pressão sobre as empresas de sementes geneticamente modificadas.

O segundo fator secundário é a atenção da mídia, e a atenção que a degradação ambiental recebe aumentou exponencialmente nos últimos anos. Assuntos como o aquecimento global, a desertificação, a chuva ácida, as extinções em massa, a contaminação da terra e da água e a interrupção das cadeias alimentares, passaram da academia diretamente para a vida diária das pessoas (HAUTECOEUR, 2002).

O terceiro fator secundário é que o efeito ambiental poderia trazer maior produtividade às sementes GM. Esse é o fator mais hipotético, uma vez que tudo se resume ao quão bem as sementes desenvolvidas poderiam desempenhar. Mas é preciso lembrar o tamanho do mercado de sementes GM, o que significaria que mesmo um ligeiro aumento no desempenho ambiental seria amplificado por seu uso generalizado.

Quanto aos principais fatores que podem afetar a resposta das empresas de sementes GM, o quadro 14 compila a informação sobre cada uma das seis estratégias e sua imagem social em relação à preservação do meio ambiente. Essas informações se encontravam publicamente divulgadas nos sites das empresas na forma de relatórios anuais e foram analisadas sem auxílio de softwares de análise de texto.

Quadro 14: Identidades sociais e estratégias divulgadas das seis maiores empresas de sementes GM nos anos de 2014, 2015, 2016.

(Continua)

Empresa	Identidade social sobre meio ambiente	Objetivos estratégicos disponíveis publicamente
Monsanto	Alega seguir a lei atual tentando reduzir gradualmente o impacto ambiental para se antecipar a mudanças regulatórias.	Produtos de segunda e Terceira geração, <i>stacking</i> , novas técnicas de cruzamentos. No processo de ser adquirida pela Bayer.
Dupont (Pioneer)	Alega possuir soluções de P&D que são ambientalmente orientadas e proteção ambiental é um de seus valores chave.	Pouco desenvolvimento de <i>traits</i> , licenciando de terceiros. Em processo de fusão com Dow.
Syngenta	Alega ser focado ambientalmente, com muitos programas ativos e é bem eloquente sobre os mesmos.	Preocupada em reduzir custos e aperfeiçoar produção. Em processo de fusão com ChemChina.
Dow AgroSciences	Alega seguir a lei atual tentando reduzir gradualmente o impacto ambiental para se antecipar a mudanças regulatórias.	Desinvestindo negócios não estratégicos e bens, EM processo de fusão com Dupont.
Bayer	Alega ter forte preocupação com aspectos ambientais e que vai além das legislações.	Investimentos altos, tentando aumentar presença na indústria de sementes. No processo de ser aquisição da Monsanto.

Quadro 14: Identidades sociais e estratégias divulgadas das seis maiores empresas de sementes GM nos anos de 2014, 2015, 2016.

(Continuação)

BASF	Alega que preocupações ambientais não são novas para a empresa e se enxerga como verde. Possui muitas ferramentas institucionais para verificar segurança ambiental.	Investindo em biotecnologia vegetal, mas ainda no início se comparado com outras empresas.

(Conclusão)

Fonte: Elaboração própria.

Nota: esta análise foi realizada a partir de dados públicos contidos em relatórios para acionistas, para agentes financeiros, além de notícias e informações disponíveis nos sites institucionais.

No que diz respeito à identidade social em relação aos problemas ambientais, Monsanto e Dow AgroSciences são menos vocais e, aparentemente, fazem menos movimentos sobre esse assunto. As outras empresas, por outro lado, são muito vocais quanto ao seu forte compromisso ambiental. Quanto aos objetivos estratégicos divulgados em seus relatórios anuais, a Monsanto parece estar preocupada em fazer extensões a sua linha de produtos atual. Já a Pioneer, o ramo de sementes de Dupont, tem licenciado principalmente os *traits* de outras empresas. A Syngenta está altamente focada no aumento da eficiência e redução de custos. A Dow AgroSciences está tentando maximizar os ganhos, concentrando-se em empresas com mais retorno sobre o investimento. A Bayer está investindo somas pesadas em sua divisão de biotecnologia vegetal e está ativamente tentando obter mais know-how sobre o assunto. Quanto à BASF, apesar de também estar investindo na biotecnologia vegetal, ainda não conseguiu desenvolver sozinha seu próprio *trait*. O quadro 15 mostra essa análise com base no modelo de Bundy et al. (2013).

Quadro 15: Modelo de Identidade x Estratégia

		Modelo estratégico		
		+	0	-
Identidade organizacional	+	Oportunidade real	Oportunidade expressiva	Conflito de estrutura
		(Bayer)	(BASF, Syngenta e Dupont)	-
	0	Oportunidade instrumental	Neutro	Ameaça instrumental
		-	(Monsanto e Dow AgroSciences)	-
	-	Conflito de identidade	Ameaça expressiva	Ameaça real
		-	-	-

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Empresas de sementes GM posicionadas quanto a posicionamento esperado em relação a desenvolvimento de *traits* com características ambientalmente positivas.

Para sumarizar os resultados atrelados à gestão de *stakeholders* foi gerado um resumo gráfico que incluiu a clusterização dos relacionamentos entre os atores em três grupos, sendo os mesmos também classificados pelo tipo de demanda e tipo de *stakeholders* frente à posição de uma empresa de sementes GM (Figura 24). Pela imagem é possível observar que dentre as diferentes combinações de características, agências regulatórias e cidades possuem demandas reconhecidas, incompatíveis e força sobre esse tipo de indústria, o que indica que deve ser tomado cuidado especial ao atender as demandas desses *stakeholders*. Outro ponto que pôde ser observado na imagem é que empresas que não vendem GM foram classificadas em um modelo como não *stakeholders*, porém as mesmas possuíam demandas incompatíveis, o que de certa forma indica que essa percepção pode ser somente pela ótica de empresas de sementes GM. Por fim, demandas implícitas também coincidiram de ser compatíveis com a atividade de produção de sementes GM, o que é positivo para essas empresas voltadas a essa atividade. Entretanto, não se deve descartar a necessidade de se monitorar os *stakeholders* a fim de se antecipar a mudanças.

Figura 24: Principais pontos da gestão de *stakeholders* na geração de novos *traits*.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Cores representam cluster de modularidade encontrados em análise de redes. Imagens correspondem tanto ao tipo de demanda quanto ao tipo de stakeholder na ótica de empresas que desenvolvem traits.

6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS REFERENTES À ANÁLISE DE PATENTES E COOPERAÇÕES TECNOLÓGICAS

A etapa seguinte na caracterização do processo de inovação tecnológica de empresas de biotecnologia agrícola foi realizada por duas perspectivas: a determinação dos clusters de cooperação que empresas desse setor participam, e a visualização de padrões temporais e temáticos de publicação de patentes dessas empresas. A primeira perspectiva indicou quais são as organizações mais ativas em relação à geração de patentes e como as mesmas se relacionam, desenvolvem e depositam patentes de novas tecnologias. Já a segunda buscou, por meio de patentes, verificar os principais focos de pesquisa das maiores organizações, uma vez que as tendências de mercado interferem no portfólio de produtos e de desenvolvimento de tecnologias, como pode ser observado em áreas próximas como a farmacêutica (NORLING et al., 2000).

Inicialmente analisou-se os segmentos de biotecnologia agrícola das seis maiores empresas do setor na época da realização do estudo (Dow, Dupont, Monsanto, Bayer, Basf, Syngenta) (Quadro 16 e Figura 25). O tamanho que este segmento representa em cada empresa como um todo foi calculado por meio da evolução da proporção de retorno que o segmento de biotecnologia agrícola correspondeu para o lucro total da empresa. As informações coletadas indicam a existência de uma tendência de crescimento no lucro proporcional aos outros segmentos das empresas, com exceção de alguns períodos para os quais não foi possível identificar informações das empresas Dow e Syngenta. Um aspecto importante a se ressaltar é a alta proporção que este segmento significa no lucro da empresa Monsanto, o que é justificado por dois pontos: a) o pioneirismo da empresa na área de biotecnologia agrícola, o que lhe rendeu rendimentos acima da média do mercado, e b) a empresa ter enfoque na área agrícola no período analisado, possuindo menor diversidade nas suas fontes de receita. Outra empresa que obteve destaque foi a Dupont, a qual entre os anos de 2012 e 2013 apresentou considerável lucro proveniente por esse segmento. Por fim, Dow, Bayer e BASF apresentaram estabilidade ou ligeiro aumento da proporção desse tipo de lucro com o passar dos anos (2011 a 2016).

Quadro 16: Evolução da porcentagem de lucro que o segmento de biotecnologia agrícola representou para as seis maiores empresas do mercado de *traits* de sementes entre 2005 e 2016.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Basf	7,7	5,2	5,4	4,9	6,6	5,7	5,1	5,9	6,3	6,6	8,3	9,7
Bayer	20	16	15	16	18	20	20	21	20,4	21,7	20,8	19,9
Dow	n/i	n/i	7,1	7,9	10	9,1	9,4	11	13	13	13	13
Dupont	24	22	23	26	27	28	27	30	40	40	39	39
Monsanto	52	56	59	56	62	73	73	72	70	67,1	68,4	73,8
Syngenta	0	0	0,1	0,2	0,1	0,2	6,2	5,3	n/i	n/i	n/i	n/i

Fonte: Elaboração própria.

Figura 25: Evolução da porcentagem de lucro que o segmento de biotecnologia agrícola representou para as seis maiores empresas do mercado de *traits* de sementes entre 2005 e 2016.

Fonte: Elaboração própria.

Poucas empresas disponibilizam publicamente, mesmo em seus relatórios para acionistas, o seu volume de investimento de P&D direcionado especificamente para o segmento de biotecnologia agrícola, sendo possível observar apenas que Syngenta possuía entre os anos de 2005 e 2010, um menor volume de investimento quando comparado com Bayer e BASF (Figura 26). As três empresas apresentaram uma tendência de crescimento nos

dispêndios de P&D, porém em volume de dólares muito distinto. Consolidando a forte tendência de investimento de Bayer, a mesma, no final de 2016, anunciou a compra da líder do mercado Monsanto (MACDONALD, 2017), o que aconteceu em intervalo de tempo similar de outras fusões no setor, como Dow e Dupont ou Syngenta e Chemchina.

Figura 26: Evolução dos investimentos em P&D em milhares de dólares das maiores empresas geradoras de *traits* GM no o segmento de biotecnologia agrícola entre 2005 e 2016.

Fonte: Elaboração própria (dados não disponíveis para as demais empresas).

Nota: Dados disponíveis somente da Bayer, Basf e da Syngenta até 2010.

Ao analisar o retorno dos ativos investidos no segmento de biotecnologia agrícola, foi possível observar que Bayer e Monsanto tiveram, a partir de 2012 e 2005, respectivamente, um aumento do retorno significativo. Por sua vez, a Syngenta, no curto período com dados disponíveis, foi a única empresa a apresentar retornos negativos (Quadro 17 e Figura 27). Diferentemente dos dados de porcentagem de lucro do segmento de biotecnologia agrícola, este dado permitiu de fato compreender o impacto dos investimentos nos retornos das mesmas, sendo notáveis os crescimentos de Bayer em 2012 e Dow em 2015. Em contrapartida, Monsanto nos últimos anos da série apresentou certa estagnação nos retornos ao investimento nessa área, o que possivelmente influenciou na aquisição pela empresa Bayer.

Quadro 17: Evolução da porcentagem de retorno de ativos investidos que o segmento de biotecnologia agrícola representou para as seis maiores empresas do mercado de *traits* de entre 2005 e 2016.

ROA	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Basf	13,2	10	12,4	16,2	16,4	14,7	15,1	15,7	17,8	14,1	12,8	11,6
Bayer	6	4,9	7,8	11,1	9,6	2,7	5,9	19,5	20,7	18,6	16,9	16,2
Dow	n/i	n/i	13,8	18,6	10,4	11,5	15,8	14,4	12,6	13,1	22,6	11,4
Dupont	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i
Monsanto	5,8	10,5	10,2	9,1	12,3	11,7	13,7	16,1	14,8	14,8	12,7	14,5
Syngenta	-151,4	-55,6	-19,7	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pelo Thomson One.

Nota: Dupont não disponibilizou dados.

Figura 27: Evolução da porcentagem de retorno de ativos investidos que o segmento de biotecnologia agrícola representou para as maiores empresas do mercado de *traits* de entre 2005 e 2016.

Fonte: Elaboração própria.

Em seguida analisaram-se as patentes mais constantes na área tecnológica “Mutações ou engenharia genética de ou para células vegetais” correspondentes ao IPC C12N 15/82, o que permitiu também observar outras organizações com forte atuação inovadora (depositantes de patentes) neste segmento além das seis empresas descritas nas análises anteriores. É

possível observar uma tendência clara de crescimento no volume de patentes publicadas no tema (Figura 28), indicando que a indústria, apesar de possuir forte concentração de mercado, ainda consegue motivar empresas a inovarem.

Figura 28: Evolução do volume de patentes publicadas no IPC C12N 15/82, relacionados à mutação ou engenharia genética de ou para células vegetais no período de 1996 a 2016.

Fonte: Elaboração própria.

Como argumentado anteriormente, o total de patentes publicadas difere do total de patentes depositadas, devido a, entre outros motivos, a atividade de busca de anterioridade por parte dos escritórios de patente. Estudando as tendências de depósitos de patente deste setor, é possível notar que empresas tendem a depositar um volume muito maior de patentes que outros tipos de organizações, como universidade e institutos (Tabela 1). Sobre a evolução no número de depósitos (Figura 29), Monsanto e Pioneer apresentaram acentuado crescimento, sendo que Pioneer superou Dupont no critério de depósito de patentes. Universidade da Califórnia apresentou um hiato em seus depósitos no ano de 2007, enquanto Syngenta começou em 2001, Basf e Stine (empresa independente) começaram a depositar em 2004 e Dow em 2008. Seminis, subsidiária de Monsanto, tem atividade de depósito detectada em 2015. É de se destacar que Bayer não entrou nesta lista de maiores depositantes.

Tabela 1: Maiores depositantes de patentes ligadas à biotecnologia agrícola no período de 1996 a 2016.

Principais titulares	Total de Inpadocs
MONSANTO	3542
PIONEER HI BRED INT	2833
SYNGENTA PARTICIPATIONS AG	998
BASF	958
DU PONT	918
DOW AGROSCIENCES LLC	535
STINE SEED FARM INC	354
UNIV CALIFORNIA	187
SEMINIS VEGETABLE SEEDS INC	169

Fonte: Elaboração própria.

Figura 29: Evolução da publicação de patentes dos 10 principais titulares no período de 1996 a 2016.

Fonte: Elaboração própria.

Com o objetivo de compreender melhor as tendências das inovações contidas nestas patentes, foram analisadas as reivindicações das patentes no IPC C12N 15/82 por meio dos algoritmos de busca de palavras relevantes da Derwent Innovation, o *Themescape*. O referido algoritmo procura por palavras únicas no conjunto de reivindicações das patentes selecionadas, de forma a destacar termos recorrentes com maior relevância. Além das patentes das seis maiores empresas, foram também buscadas patentes da subsidiária Pioneer, pois como pode ser notado na figura 29 e na tabela 1, a mesma possuía mais patentes publicadas e depositadas no tema que a empresa que sua matriz (Dupont). Como não foi observado comportamento similar com outras subsidiárias, essa exceção se restringiu a Pioneer.

É possível observar, pelos temas encontrados nas reivindicações da Pioneer (Figura 30), que a geração de novas variedades de sementes de milho, soja e trigo compatíveis com a inserção de *traits* transgênicos é o assunto prioritário. Entre 2012 e 2013 o foco das patentes foi a resistência a herbicida e metabolismo de carboidratos, enquanto nos anos de 2014 e 2015 o foco tendeu a resistência a pesticidas e endotoxinas de soja. A partir de 2016 verifica-se o novo interesse por variedades para produção de silagem, duplo-haploide de trigo, e técnicas de manipulação genética e sorgo. Outro tema de interesse mais recente tem sido resistência a fungicida para milho.

Figura 30: Principais temas das patentes depositadas pela Pioneer de 2012 a 2016.

Fonte: Elaboração própria utilizando o *Themescape*.

Nota: Azul: patentes publicadas de 01/01/2012 a 31/12/2013, Verde: 01/01/2014 a 31/12/2015, Vermelho: 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2016.

Já no caso da Dupont, apesar do menor volume de patentes, observa-se um maior foco em temas mais diretamente ligados a o processo de engenharia genética em si. Constatou-se temas como marcadores genéticos, tolerância a seca e isolamento e silenciamento de genes, e proteínas tóxicas para insetos a qual apresentou maior volume em 2016.

A Dupont está apostando no combate à ferrugem asiática em soja, à lagarta do cartucho do milho e à resistência a glifosato. Resistência à herbicidas de canola também é um dos focos futuros da empresa. Outras soluções a serem desenvolvidas envolvem milho mais precoce e com resistência a deficiência de nitrogênio, e soja com mais conteúdo oleico e menos gorduras saturadas (DUPONT, 2017).

Figura 31: Principais temas das patentes depositadas pela Dupont de 2012 a 2016.

Fonte: Elaboração própria utilizando o *Themescape*.

Nota: Azul: patentes publicadas de 01/01/2012 a 31/12/2013, Verde: 01/01/2014 a 31/12/2015, Vermelho: 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2016.

A empresa BASF tem focado na produção de novos *traits* e na melhoria da expressão de genes por meio de culturas de células. Entre os *traits* de interesse estão os relacionados ao aumento de produção, à flavodoxina (composto que ligado à fotossíntese e que auxilia na deficiência de ferro) e com características ligadas a herbicidas. A empresa desenvolve também trabalhos com *Arabidopsis* e o composto herbicida imidazolinona. Entre os anos de 2014 e 2015 identificou-se tecnologias ligadas à tolerância à seca, e recentemente, no ano de 2016, a respeito de temas ligados a ferrugem de soja.

Figura 32: Principais temas das patentes depositadas pela BASF de 2012 a 2016.

Fonte: Elaboração própria utilizando o *Themescape*.

Nota: Azul: patentes publicadas de 01/01/2012 a 31/12/2013, Verde: 01/01/2014 a 31/12/2015, Vermelho: 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2016.

As patentes da Bayer trataram de temas intimamente ligados à engenharia genética, como enzimas de restrição, sequências e sítios de manipulação genética (Ecorv, NcoI, histidina e *primers*). Outros temas de publicação recente são deficiência de ferro em soja, resistência de bactéria em algodão, controle de lepidópteros em arroz, resistência a altas temperaturas e brássica. Nos anos de 2014 e 2015 verificou-se direcionamento das tecnologias ligadas a variedades de batata, milho, algodão e arroz, sendo que em 2016 houve foco em brássica e uso para biocombustíveis.

Figura 33: Principais temas das patentes depositadas pela Bayer de 2012 a 2016.

Fonte: Elaboração própria utilizando o *Themescape*.

Nota: Azul: patentes publicadas de 01/01/2012 a 31/12/2013, Verde: 01/01/2014 a 31/12/2015, Vermelho: 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2016.

A empresa Dow apresentou um grande volume de patentes no ano de 2016, que incluíam temas como *traits* com características herbicidas, e variedades de milho e soja passíveis de inserção de *traits*. Nos anos de 2014 e 2015 foram publicadas patentes sobre canola e tolerância ao herbicida Dicamba enquanto nos anos de 2012 e 2013 surgiram patentes que envolviam a bactéria *Xenorhabdus* que vive em nematóides que parasitam insetos.

Figura 34: Principais temas das patentes depositadas pela Dow de 2012 a 2016.

Fonte: Elaboração própria utilizando o *Themescape*.

Nota: Azul: patentes publicadas de 01/01/2012 a 31/12/2013, Verde: 01/01/2014 a 31/12/2015, Vermelho: 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2016.

Constatou-se uma maior diversidade de temas nas patentes da Monsanto comparativamente às outras empresas. Com destaque para as tecnologias associadas ao stress abiótico e conteúdo de óleo em milho, variedades de arroz, algodão e cenoura, *traits* para resistência a insetos e marcadores genéticos. Nos anos de 2012 e 2013 as patentes estavam ligadas a Stearil ACP que participa na formação de ácido oleico de soja, e nos anos de 2014 e 2015 as patentes tratavam sobre deficiência de ferro. Já nos anos de 2016 foram publicadas patentes de resistência a herbicida inibidor de PPO em soja, azydas em óleo de soja e herbicida que inibem a formação de protoporfirina.

No documento de revisão de pipeline de 2017 da Monsanto, foram destacados esforços para tolerância a seca em milho, *traits* estaqueados de controle de insetos e outras pragas e doenças para milho e soja, além de *traits* de controle de pragas para algodão canola e trigo. Adicionalmente estavam sendo desenvolvidas em parceria com a empresa BioDirect e BioAg tecnologias que usam RNA de interferência para combater pragas em trigo, canola, batata, milho e soja, e para beneficiar abelhas contra pestes que as prejudicam (Monsanto, 2017).

Figura 35: Principais temas das patentes depositadas pela Monsanto de 2012 a 2016.

Fonte: Elaboração própria utilizando o *Themescape*.

Nota: Azul: patentes publicadas de 01/01/2012 a 31/12/2013, Verde: 01/01/2014 a 31/12/2015, Vermelho: 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2016.

A Syngenta possui patentes publicadas no ano de 2016 nos temas de macho-esterilidade em soja, duplo-haploides e fusarium, marcadores em milho, variedades de alface e lagarta do cartucho. Variedades de pimenta, girassol, batata e tomate se encontravam entre os períodos de 2012 e 2015, sendo casca de soja um tema comum nas patentes entre os anos de 2014 e 2015 e redução de conteúdo de fitatos em grãos (que dificultam a digestão) nos anos de 2012 e 2013.

Figura 36: Principais temas das patentes depositadas pela Syngenta de 2012 a 2016.

Fonte: Elaboração própria utilizando o *Themescape*.

Nota: Azul: patentes publicadas de 01/01/2012 a 31/12/2013, Verde: 01/01/2014 a 31/12/2015, Vermelho: 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2016.

É importante ressaltar que os documentos encontrados publicamente destacam as tecnologias ainda em desenvolvimento e seus efeitos esperados. Assim, comparando estes resultados com os prospectados nas reivindicações das patentes mais recentes, é compreensível que os temas das patentes sejam mais abrangentes já que o algoritmo busca similaridades entre as mesmas para aglutiná-las. É interessante notar no quadro 18, que nos últimos anos tem havido uma tendência de produção de variedade e *traits* adequados a altas temperaturas e resistência à seca, além de resistência a pragas em soja e milho. Outro ponto é que a Monsanto iniciou seu conjunto de soluções relativas à resistência à deficiência de ferro em soja antes da Bayer, empresa que posteriormente a adquiriu. De toda forma, existe sobreposição com o descrito nos *pipelines* e considerando que não foi possível encontrar documentos similares para as outras empresas, esta fonte de informações pode ser útil para *stakeholders* interessados nesses produtos.

Quadro 18: Resumo comparativo dos *themescapes* das maiores empresas do ramo de sementes GM até o ano de 2016.

Período	Pioneer	Dupont	Dow	Bayer	Basf	Syngenta	Monsanto
2012 a 2013	Resistência a herbicidas e metabolismo de carboidratos.	Técnicas de isolamento de genes e marcadores genéticos.	Bactéria <i>xenorhabdus</i> que vive em nematoides que parasitam insetos.	Enzimas de restrição, sequências e sítios de manipulação genética (ecorv, ncol, histidina, e <i>primers</i>).	Arabidopsis e o composto herbicida imidazolinona.	Redução de conteúdo de fitatos em grãos (que dificultam a digestão), variedades de pimenta, girassol, batata e tomate.	Stearil ACP que participa na formação de ácido oleico de soja.
2014 a 2015	Resistência a pesticidas e endotoxinas de soja.	Técnicas de isolamento de genes e marcadores genéticos.	Canola e tolerância ao herbicida Dicamba.	Variedades de batata, milho, algodão e arroz.	Tolerância à seca.	Variedades de pimenta, girassol, batata e tomate, C asca de soja.	Deficiência de ferro.
2016	Variedades para produção de silagem, duplo-haploide de trigo, e técnicas de manipulação genética e sorgo, resistência a fungicida para milho.	Tolerância à seca, e proteínas tóxicas para insetos. Com bate à ferrugem asiática em soja, à lagarta do cartucho do milho e à resistência a glifosato. Resistência a herbicidas de canola, milho mais precoce e com resistência a deficiência de nitrogênio, e soja com mais conteúdo oleico e menos gorduras saturadas.	<i>Traits</i> com características herbicidas, e variedades de milho e soja passíveis de inserção de <i>traits</i> .	Deficiência de ferro em soja, resistência de bactéria em algodão, controle de lepidópteros em arroz, resistência a altas temperaturas, brássica e uso para biocombustíveis.	Ferrugem de soja	Macho-esterilidade e em soja, duplo-haploides e fusarium, marcadores em milho, variedades de alface e lagarta do cartucho.	Resistência a herbicida inibidor de PPO em soja, azydas em óleo de soja e herbicida que inibem a formação de protoporfirina. Tolerância à seca em milho, <i>traits</i> estaqueados de controle de insetos e outras pragas e doenças para milho e soja, além de <i>traits</i> de controle de pragas para algodão canola e trigo.

Fonte: Elaboração própria.

6.1 Configuração das cooperações tecnológicas do setor

Prosseguindo com as análises de patentes, foi construída a rede de Inpadoc utilizando-se ARS. Construiu-se a rede total das patentes das seis maiores empresas, a qual era composta por um total de 43.008 INPADOCS distintos. Após aplicar o filtro para selecionar as patentes com titularidade compartilhada encontrou-se um total de 24.170 INPADOCS, que representam 56,2% do total de patentes depositadas. A rede de cooperação possuía 2.380 nós, representando as organizações empresas, universidades e instituições de pesquisa e governo, e 45.671 arestas, que representam as parcerias. Onde o componente gigante englobava toda a rede, demonstrando quão interligadas são as dinâmicas de cooperação no setor. É importante ressaltar que foram filtrados os nós de titulares que representavam pessoas físicas, uma vez que o foco do estudo são as organizações.

O grau médio encontrado nesta rede foi de 38, ou seja, em média havia 38 conexões por nó. Entretanto, o grau ponderado mediano foi de oito, indicando forte desvio padrão e possivelmente que a rede segue uma lei de potência, o que pode ser observado no histograma de *outliers* (figura 37). Já o diâmetro da rede foi de nove, o que significa que entre os nós mais distantes da rede, o caminho mais curto envolve nove nós, enquanto que o caminho médio tem 3,6, o que significa que em média leva quatro nós para atingir outro nó qualquer na rede. Estas três estatísticas reforçam o resultado encontrado a partir do componente gigante, de que esta rede de cooperação é altamente interligada.

Figura 37: Histograma dos *outliers* do grau de conexões dos nós da rede de depositantes de patentes do tema “mutação ou engenharia genética de ou para células vegetais”.

Fonte: Elaboração própria.

Após ser realizada a análise de centralidade ponderada, os clusters das empresas puderam ser observados, os quais possuíam como critério de ligação o co-depósito das patentes (Figura 38). O motivo de não se usar a centralidade *betweenness* se dá por não haver a necessidade de se conectar regiões críticas da rede, já que nem todas as patentes possuem o mesmo enfoque dentro desse tema. Um exemplo disso é o contraste entre as patentes que tratam de registro de cultivares passíveis de inserção de *trait* transgênico em comparação às patentes que lidam com técnicas de engenharia genética para modificação de genótipos de plantas. Assim, como a centralidade ponderada mede o número de conexões de cada nó e o peso dessas conexões por meio do número de conexões posteriores, o uso da mesma condiz com o objetivo de investigar a influência dos nós na rede.

Figura 38: Rede total de cooperação dos titulares de patentes do tema “mutação ou engenharia genética de ou para células vegetais”, após filtro de pessoas físicas.

impacto neste tema está Pioneer (Dupont), Calgene (Monsanto), Seminis (Monsanto) e Novozyme (Monsanto).

Por fim, é importante ressaltar também que, como esperado, as empresas que atualmente são responsáveis pela venda de sementes com *traits* são as com maior centralidade na rede, o que pode tornar ainda mais complexa a geração de alternativas que não passem pelas mesmas, já que um grande número de outros depositantes já estaria em contato, mesmo que indiretamente, com as mesmas.

Outro ponto que merece destaque é o volume de arestas de cada depositante, as quais representam as cooperações para realização de tecnologias. No caso, apesar de universidades e institutos possuírem forte desvio padrão no número de arestas, organizações privadas tiveram mais que o dobro de desvio padrão, consequência dos *outliers* representadas pelas maiores empresas do mercado (Tabela 2). Tal fato se confirmou ao analisar as empresas com maior grau (conexões), onde se observa que das dez maiores empresas nesse quesito, nove era de origem privada (Tabela 3).

Tabela 2 – Descrição do perfil de cooperação dos titulares das patentes no tema “mutação ou engenharia genética de ou para células vegetais”

	Titulares	Média de arestas	Desvio padrão de arestas
Total	2180	5,76	25,58
Universidades e institutos	507	29,65	69,36
Organizações privadas	1873	40,74	176,79

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3 – 10 Principais titulares de patentes envolvidos em cooperação no tema “mutação ou engenharia genética de ou para células vegetais”

Titular	Class	Nac	Arestas	A/ΣA
DUPONT	ORG	US	3760	0,041
BASF	ORG	DE	3206	0,035
BAYER	ORG	DE	2740	0,030
PIONEER	ORG	US	2404	0,026
MONSANTO	ORG	US	2367	0,026
SYNGENTA	ORG	SZ	1527	0,017
DOW	ORG	US	1489	0,016
COMMONWEALTH SCI & IND RES ORG	GOV	AU	1098	0,012
NOVARTIS	ORG	SZ	1048	0,011
CROPDESIGN NV	ORG	BE	863	0,009

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Class = tipo de depositantes, Org = Organizações Públicas, privadas; Univ = Universidades; RD = Centros de P&D, P.F.= indivíduos; Gov = Órgãos governamentais, Nac = nacionalidade, A/ΣA = arestas dividido pelo total de arestas da rede.

Em seguida, foi realizada a clusterização desta rede por modularidade com uma sensibilidade considerada padrão de 1.0 (figura 39). Nesta etapa, por sua vez, foi aplicado o conceito de centralidade *betweenness*, pois se desejava comparar a mesma com os efeitos da centralidade ponderada, no sentido de ser possível verificar o contraste das diversidades de conexões (captada pelas centralidades *betweenness*) com o volume das mesmas (captada pelas centralidades ponderada). Por fim se encontram resumidas as informações desta rede no quadro 19.

Figura 39: Rede total de organizações titulares de patentes do IPC C12N 15/82, com identificação de clusters por modularidade de sensibilidade 1.0.

Fonte: Elaboração própria.

Notas: aplicou-se o filtro para excluir pessoas físicas, uma vez que o interesse é no compartilhamento de tecnologias entre organizações de diferentes naturezas. Aplicou-se a modularidade de sensibilidade 1.0, para identificação dos clusters.

Círculos = a empresas privadas, pentágonos = a institutos e universidades, triângulos = a subsidiárias das seis maiores empresas do setor, e quadrados = as seis maiores empresas do setor.

Quadro 19: Resumo de informações de rede total de organizações titulares de patentes do IPC C12N 15/82, (excluídas pessoas físicas), com identificação de clusters por modularidade de sensibilidade.

Estatística	Valor
Nós	2380
Arestas	45671
Grau médio	38,379
Grau médio ponderado	38,379
Diâmetro da rede	9
Densidade do gráfico	0,016
Modularidade	0,684
Componentes conectados	1
Coefficiente de clusterização médio	0,564
Comprimento de caminho médio	3,679
Institutos e universidades	21,3%
Empresas não-subsidiárias ou entre as B6	76,6%
Subsidiárias	1,8%

Fonte: Elaboração própria

É possível observar que apesar do alto grau médio da rede (que aborda o número de conexões dos nós), e do baixo comprimento de caminho médio (que trata dos números de nós que uma conexão tem de percorrer para atingir outros nós), como mencionado anteriormente, esta é uma rede com forte centralização, como pode ser observado pelo histograma de centralidade autovetor (figura 40) o qual indica que quanto menor a centralidade maior a frequência de nós. Por fim é possível observar que a maior parte dos nós trata de empresas não subsidiárias das seis maiores, sendo seguido por institutos e universidades.

Figura 40: Histograma de graus de centralidade autovetor de organizações da rede

Fonte: Elaboração própria

Para facilitar a visualização dos clusters encontrados na rede da figura 39, os 10 maiores clusters em volume de nós foram classificados de “a” a “j” (figura 41), sendo as informações principais resumidas no quadro 20. Os clusters a, b, e, i contêm as empresas classificadas como “big six”, cujos graus ponderados eram os mais altos, indo de 1489, no caso da Dow, até 3760, da Dupont. No cluster “a”, o qual constituía 14% dos nós da rede, estavam os cinco nós de maior centralidade *betweenness*: Bayer, BASF, os institutos de pesquisa chineses *Institute of Genetics & Developmental Biology* e Instituto de Ciências Biológicas de Shanghai e a subsidiária americana da Monsanto, Seminis. Já entre os cinco nós de maior grau ponderado estão Bayer, BASF, Instituto de ciências biológicas de Shanghai, Rhone Poulanc e Arbogen.

No cluster “b” é possível observar que os cinco nós de maior grau ponderado e centralidade *betweenness* são compostos por Dow, Dupont, Pioneer, Universidade Califórnia e a japonesa Dokuritsu Gyosei. No cluster “e”, foi possível ver uma maior uniformidade na origem das empresas com maiores graus ponderados e centralidades *betweenness*. Encontravam-se entre os cinco maiores graus ponderados Monsanto, suas subsidiárias Stine, Novozymes e De Ruiter, além de Maxygen. Já as cinco maiores centralidades eram de Monsanto, suas subsidiárias Novozymes, Dekalb e Stine e, por fim, o instituto neozelandês de pesquisa de grãos e alimentos.

O cluster “i” apresentou uma distinção da tendência dos demais clusters: apesar de possuir somente 5,5% dos nós da rede, o mesmo possuía 2319 arestas, mas que, por exemplo, o cluster “e” que possuía 7,9% dos nós da rede. Os nós de maior grau ponderado eram Syngenta, suas subsidiárias Novartis e Zeneca, a subsidiária da Monsanto Calgene, e por fim MS Technologies. A lista de centralidade *betweenness* só se difere da de grau ponderado na substituição do nó da Zeneca pelo da Universidade de Guelph.

Os demais clusters, c, d, f, g, h, j, apresentaram uma mescla de empresas, universidades, institutos e agências de fomento, sem predominância de um tipo específico de instituição. O cluster “c” apresentou uma predominância de instituições asiáticas, enquanto “d” ficou marcado pela sua composição eclética e pela presença da instituição brasileira Embrapa. Assim como o cluster “d”, os clusters “g” e “h” possuem composição eclética, sendo que o cluster “f” possuía entre seus principais nós universidades e instituições americanas. Por fim, “j” possuía entre seus principais nós instituições canadenses e asiáticas.

Figura 41: 10 maiores comunidades encontradas na rede de depositantes de patentes do IPC C12N 15/82 após separação de clusters de cores por modularidade de sensibilidade 1.0.

(Continua)

Figura 41: 10 maiores comunidades encontradas na rede de depositantes de patentes do IPC C12N 15/82 após separação de clusters de cores por modularidade de sensibilidade 1.0.

(Continuação)

Figura 41: 10 maiores comunidades encontradas na rede de depositantes de patentes do IPC C12N 15/82 após separação de clusters de cores por modularidade de sensibilidade 1.0.

(Continuação)

(Conclusão)

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Nós correspondem a depositantes e conexões a patentes depositadas em conjunto (omitidas para melhor visualização de nós). Círculos correspondem a empresas privadas, pentágonos a institutos e universidades, triângulos a subsidiárias das seis maiores empresas do setor, e quadrados correspondem as seis maiores empresas do setor.

Quadro 20: Resumo de informações dos 10 maiores clusters de modularidade 1.0 encontrados na rede de depositantes de patentes do IPC C12N 15/82.

(Continua)

Cluster	Proporção de nós da rede	Número de nós	Número de arestas	5 titulares dos nós com maior centralidade <i>betweenness</i>	5 titulares dos nós com maior grau ponderado
(A)	14%	334	5636	1- Bayer 2- Basf 3- Inst Genetics & Dev Biol (Cn) 4- Seminis 5- Shanghai Biological Sci Inst	1- Basf 2- Bayer 3- Inst Genetics & Dev Biol (Cn) 4- Rhone Poulenc 5- Arbogen
(B)	10,5%	259	5199	1- Dupont 2- Pioneer 3- Dow 4- Univ California 5- Dokuritsu Gyosei Hojin Sangyo Gijutsu So	1- Dupont 2- Pioneer 3- Univ California 4- Dow 5- Dokuritsu Gyosei Hojin Sangyo Gijutsu So

Quadro 20: Resumo de informações dos 10 maiores clusters de modularidade 1.0 encontrados na rede de depositantes de patentes do IPC C12N 15/82.

(Continuação)

(C)	10%	238	4652	1- Cropdesign Nv 2- Nat Inst Agrobiological Sci 3- Nat Inst Advanced Ind Sci & Technology 4- Toyota 5- Bio-Oriented Technology Res Advancement	1- Inst Crop Sci Chinese Acad Agric Sci 2- Nat Inst Agrobiological Sci 3- Ceres Inc 4- Riken 5- Temasek Life Sci Lab Ltd
(D)	9,2%	220	3242	1-Commonwealth Sci & Ind Res Org 2- Cnrs Cent Nat Rech Sci 3- Grains Res & Dev Corp 4- Univ Texas A&M System 5- Biogemma	1- Inra Inst Nat Rech Agronomique 2- Cnrs Cent Nat Rech Sci 3- Biogemma 4- Grains Res & Dev Corp 5- Embrapa (Br)
(E)	7,9%	190	2291	1- Monsanto 2- Stine Seed Farm Inc 3- Novozymes 4- De Ruiter Seeds 5- Maxygen Inc	1- Monsanto 2- Novozymes 3- Dekalb 4- Stine Seed Farm Inc 5- New Zealand Inst Crop & Food Res Ltd
(F)	6,8%	162	1313	1- Us Sec Of Agric 2- Univ Florida 3- Us Dept Health & Human Services 4- Us Dept Of Agriculture 5- Univ Nebraska	1- Us Sec Of Agric 2- Univ Florida 3- Univ Kansas State 4- Univ Michigan State 5- Gen Hospital Corp
(G)	6,2%	148	1382	1- Dsm 2- Cornell Res Found Inc 3- Rijk Zwaan Zaadteelt & Zaadhandel Bv 4- Martek Biosciences Corp 5- Consejo Superior Investigaciones Cientif	1- Cornell Res Found Inc 2- Samuel Roberts Noble Foundation 3- Rijk Zwaan Zaadteelt & Zaadhandel Bv 4- Consejo Superior Investigaciones Cientif 5- Dsm
(H)	5,5%	132	1427	1- Sungene Gmbh 2- Enza Zaden Inc 3- Saint-Gobain Abrasives Technology Co 4- Thompson Inst 5- Kirin Holding	1- Enza Zaden Inc 2- Boyce Thompson Inst 3- Sungene Gmbh 4- Purdue Res Found 5- Biolex Inc
(I)	5,5%	132	2319	1-Syngenta 2- Novartis 3- Calgene 4- Ms Technologies Llc 5- Zeneca Ltd	1- Syngenta 2- Novartis 3- Ms Technologies Llc 4- Zeneca Ltd 5- Univ Guelph
(J)	3,7%	89	1287	1- Canada Min Agric & Agrifood 2- Korea Res Inst Bioscience & Biotechnology 3- Beijing Dabai Agric Technology Group Co 4- Nat Res Council Canada 5- Beijing Acad Agric & Forestry Sci	1- Plant Res Int 2- Canada Min Ind Communications Res Cent 3- Univ Queens Kingston 4- Canada Min Energy Mines & Nat Resources 5- Hema-Quebec
Total		1904 (80%)	28748 (63%)		

(Conclusão)

Fonte: Elaboração própria.

Assim, devido à abrangência do componente gigante da rede é possível concluir que os pesquisadores, mesmo não estando em contato direto com as principais empresas, possuem caminhos que podem ser explorados para se ter acesso às mesmas através de outras empresas menores ou instituições.

Ao se pensar que essas redes de cooperação também influenciam a transferência de conhecimento e de profissionais entre empresas, um conjunto de empresas pode representar a *expertise* acumulada em determinado conjunto de técnicas e tecnologias. Assim, empresas interessadas em absorver determinado conhecimento tácito de uma empresa podem usar redes como essa para buscar profissionais ou parcerias que tenham efeito positivo, reduzindo a distância entre seus clusters e o das empresas com tecnologias de interesse.

Por fim, os clusters foram além das relações óbvias entre as empresas (como, por exemplo, Dupont com empresas japonesas e Bayer com chinesas), indicando relacionamentos que talvez as próprias participantes não imaginem existir, o que pode abrir caminho para novas parcerias formais, o que tornaria esta rede ainda mais densa no critério de conexões. Outro ponto que merece destaque é que, como observado nos clusters de modularidade a, b, e, i, houve uma polarização em torno das maiores empresas do mercado, o que faz sentido considerando que estas são as únicas com *traits* comerciais vendidos em larga escala.

Trazendo a discussão para a área de projetos, esta rede mostra que, ao contrário do que ocorre na venda de sementes GM, o processo de geração dos *traits* possui cooperação de empresas, academia e institutos de pesquisa, tornando ainda mais interessante o estudo da dinâmica de projetos que envolvem duas ou mais instituições de perfis muito distintos.

Algumas perguntas surgem dessa constatação, entre elas, a) como lidar com a assimetria de poder entre as grandes multinacionais que possuem os recursos para lançar *traits* comerciais e as outras instituições de menor porte? b) como fomentar o ambiente de cooperação para que não se perca a diversidade de conhecimento? E, por fim, c) que canais as empresas usam para intermediar este relacionamento (se as empresas maiores se restringem ao financiamento da pesquisa ou se a chega a existir uma cooperação técnica)?

O primeiro e segundo questionamentos são profundamente dependentes do estágio tecnológico do mercado de sementes GM. No caso, com a recente descoberta da tecnologia CrispR e de suas aplicações para edição genética, tem surgido um caminho para que empresas com menos recursos sejam capazes de utilizar um arcabouço unificado de técnicas passíveis de fácil implantação por outras empresas que consumam essas soluções, viabilizando as vendas entre grandes empresas e empresas menores. Adicionalmente, alguns dos principais órgãos regulatórios têm manifestado posição favorável a esse tipo de tecnologia, se abstendo

de gerar regulamentações que impeçam o desenvolvimento da mesma, barateando e possivelmente encurtando o tempo para geração de novas soluções (USDA, 2018). Assim, com apoio dessas novas tecnologias, é possível vislumbrar uma posição de maior destaque para empresas menores nas redes de inovação tecnológica, e consequentemente uma maior diversidade de soluções nesse mercado. Sobre o terceiro questionamento, se for seguido o mesmo padrão observado nas últimas décadas, as parcerias permanecerão no âmbito de financiamento com empresas menores (possivelmente evoluindo para aquisições) e como parcerias técnicas temporárias entre empresas do mesmo tamanho (com retornos na forma de compartilhamento da tecnologia gerada).

6.2 Análise de cooperações tecnológicas das seis maiores empresas

A partir dos resultados da rede total, optou-se por aprofundar as análises para os co-titulares de patentes das seis maiores empresas do mercado Monsanto, Dupont, Bayer, Basf, Syngenta e Dow⁶. Diferentemente da rede anterior, essa rede não passou por um processo de retirada de nomes de titulares que são pessoas físicas, pois era intuito de se observar também os possíveis fluxos de conhecimento entre empresas por meio de funcionários que fossem nós chaves.

Apesar de serem perdidos nós intermediários, o foco dessa rede era entender as conexões de primeiro grau dessas empresas. Adicionalmente, foi preservada a data de publicação das patentes e os locais de depósito das mesmas, pois esses fornecem um indicativo de origem da equipe de desenvolvimento de cada patente e dos mercados alvos destas organizações. Na figura 42, é possível observar a totalidade das conexões diretas entre co-titulares relacionados a empresas do “big six”.

Constatou-se que as empresas Dow e Dupont possuem maior proximidade quanto a seus co-titulares, tanto por conexões diretas como indiretas (através de nós intermediários). Outras empresas próximas são Monsanto e Bayer, Basf e Syngenta, e Basf e Bayer.

---

⁶ Embora o mercado tenha passado por uma forte reconfiguração na qual Dupont se uniu a Dow e Bayer a Monsanto, optou-se por analisar as empresas em separado devido a sua trajetória.

Figura 42: Rede de co-titulares das seis maiores empresas do setor de sementes GM das em patentes em IPC C12N 15/82 que colaboram.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Conexões ligam nós que depositaram patentes juntas. A rede foi organizada pela conformidade Yifan Hu, a qual neste caso aproximou os nós de acordo com o número das conexões, sendo as cores associadas aos tipos de instituições de cada nó. Pentágonos verdes correspondem a institutos e universidades, hexágonos azuis correspondem a empresas privadas, círculos cinza correspondem a pessoas físicas, triângulos vermelhos correspondem as subsidiárias das seis maiores empresas do setor e quadrados laranja correspondem às seis maiores empresas do setor. Cores das arestas são relacionadas às cores dos nós de onde a conexão partiu.

No quadro 21, observa-se que esta rede, apesar de possuir mais nós que a rede com os inventores filtrados analisada na subseção anterior, possuiu um número menor de arestas, o que provavelmente decorreu da retirada de nós que não possuíam ligação direta com as seis maiores empresas do setor. O grau médio e diâmetro da rede também acabaram sendo reduzidos pelo mesmo motivo do menor número de arestas. Por haver um menor diâmetro de rede, consequentemente comprimento do caminho médio também ficou menor, assim como o coeficiente de clusterização.

Quadro 21: Resumo de informações de rede de co-titulares das patentes do IPC C12N 15/82 que colaboram com as seis maiores empresas do setor de sementes GM

Estatística	Valor
Nós	2806
Arestas	35085
Grau médio	12,496
Grau médio ponderado	12,496
Diâmetro da rede	5
Densidade do gráfico	0,004
Componentes conectados	1
Coeficiente de clusterização médio	0,822
Comprimento de caminho médio	2,37

Fonte: Elaboração própria.

Para facilitar a visualização das parcerias das seis maiores empresas do setor, o quadro 22 apresenta os dez principais parceiros tecnológicos destas empresas que depositaram patentes em conjunto durante o período estudado. Esses dados, por focar exclusivamente nas parcerias das empresas estudadas possuem informações mais direcionadas de parcerias das mesmas que o apresentado na subseção anterior. Pelas porcentagens correspondentes a publicação destes dez principais parceiros de cada empresa nota-se que Monsanto e Syngenta, diferentemente das demais, não tem como primeiro parceiro outra empresa do grupo das seis maiores. Também é possível notar que as empresas formam “pares” em suas parcerias, sendo mais frequente a ocorrência de patentes entre Bayer e Basf, Monsanto e Syngenta, e Dow e Dupont.

Quadro 22: 10 maiores parcerias tecnológicas entre as seis maiores empresas

Bayer	%	Basf	%	Dow	%	Dupont/Pioneer	%	Monsanto	%	Syngenta	%
Basf	54	Bayer	51	Dupont	56	Dow	58	Stine Seed Farm Inc.	53	Novartis	39
Rhone Poulenc	10	Arbogen	11	Pioneer	37	Dokuritsu Gyosei Hojin Nogyo Seibutsu Sh	13	De Ruiter Seeds	11	Ms Technologies LLC	16
Agrevo	7	Asgrow Seed Co	7	Axis Genetics Ltd	1	Dokuritsu Gyosei Hojin Sangyo Gijutsu So	11	Syngenta	7	Monsanto	8
Plant Genetic Systems Nv	6	Icon Genetics Inc.	5	Verdia Inc.	1	Icon Genetics Inc.	4	Novozymes	6	Zeneca Ltd	8
Agric Victoria Serv Pty Ltd	5	Beijing Dabeí Agric Technology Group Co	5	Biocryst Pharm Inc.	1	Plant Bioscience Ltd	3	Saint-Gobain Abrasives Technology Co	5	Calgene	7
Adv. Techn Cambridge	4	Agrevo	5	Cold Spring Harbor Lab	1	Dowelanco	2	Suntory Ltd	4	Sandoz Ltd	6
Agresearch Ltd	4	Shanghai Biological Sci Inst	4	Dowelanco	1	Verdia Inc.	2	Nestle Sa	4	Mogen Int Nv	5
Calgene	3	Biogemma	4	Univ California	1	Firmenich Sa	2	Fibria (Br)	4	Inra Inst Nat Rech Agronomique	4
Agric Life Resources Res Inst Agricultur	3	Cibus Inc.	4	Devgen Private Ltd	1	Univ California	2	Bayer	4	Sumitomo Co Ltd	3
Monsanto	3	Plantec Biotechnologie Gmbh	4	Maxygen Inc.	1	Univ California	2	Malaysian Palm Oil Board	3	Inst Genetics & Dev Biol (CN)	3

Fonte: Elaboração própria

Com o intuito de poder visualizar melhor as conexões diretas entre as empresas, foi inserido um filtro para visualização de nós de grau ponderado maior que 10 e que não fossem pessoas físicas com base na rede de co-titulares das patentes do IPC C12N 15/82 que colaboram com as seis maiores empresas do setor de sementes GM (Figura 43).

Entre as instituições que intermediam Dow e Dupont estavam Dowelanco, Hackman Metos, Instituto Boyce Thomson e Lubrizol, Universidade de Purdue e Secretaria da Agricultura dos Estados Unidos. Entre Monsanto e Bayer estavam Paradigm genetics, Calgene, e Dekalb, Enquanto Agripro, Advanta, Diversa, Vernium, e Ciba Geigy conectavam Basf e Syngenta. Por fim, Basf e Bayer foram intermediadas por Embrapa, Universidade de Gent, Instituto Max Plank, e Agrevo. Essas conexões não foram estáticas, sendo possível observar sua evolução com o passar dos anos na figura 44 e 45 e no quadro 23.

Figura 43: Rede de titulares das patentes do IPC C12N 15/82 correspondentes às seis maiores empresas do setor de sementes GM, após filtro de pessoas físicas e de nós com grau menor que 10.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Conexões ligam nós que depositaram patentes juntas. Nós verdes correspondem a institutos e universidades, nós azuis correspondem a empresas privadas, nós vermelhos correspondem a subsidiárias das seis maiores empresas do setor e nós laranjas correspondem às seis maiores empresas do setor. Cores das arestas são relacionadas às cores dos nós de onde a conexão partiu.

Quadro 23: Dados da evolução dos depósitos de patentes do IPC C12N 15/82 em conjunto pelas seis maiores empresas no setor de sementes GM.

Anos	Grau médio	Diâmetro da rede	Caminho médio	Densidade da rede
1988	0,067	4	1,891	0
1990	0,139	4	2,677	0
1992	0,273	8	3,83	0
1994	0,3622	8	3,889	0
1996	0,549	8	4,02	0
1998	0,911	8	4,193	0,1
2000	1,524	8	4,108	0,001
2002	2,684	6	3,562	0,002
2004	3,386	5	3,224	0,002
2006	4,368	5	3,169	0,003
2008	5,908	4	3,158	0,004
2010	7,517	4	3,159	0,005
2012	9,417	4	3,076	0,007
2014	11,291	4	3,105	0,008
2016	12,504	4	3,11	0,009

Fonte: Elaboração própria

Figura 44: Evolução dos depósitos de patentes do IPC C12N 15/82 em conjunto pelas seis maiores empresas no setor de sementes GM.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: a) 1988 a 1994, b) 1995 a 2001, c) 2002 a 2008, e d) 2009 a 2016.

Figura 45: Estatísticas da evolução das redes.

Fonte: Elaboração própria

Nota: a) Evolução do grau médio da rede, b) Evolução do caminho médio da rede, c) evolução do índice Herfindahl da indústria, c) evolução do diâmetro da rede.

Como é possível observar na figura 45, com o tempo o grau médio dos nós aumentou, evidenciando o aumento da interconectividade dos nós da rede, o que é reforçado pela redução no número de diâmetro da rede, do valor de caminho médio, além do aumento da densidade da rede, o que é previsto na literatura em casos de maior complementaridade entre as organizações de uma rede (AHUJA et al., 2012). É interessante notar também que a partir de 1998 houve uma queda dos valores de caminho médio o que também ocorreu com o diâmetro da rede a partir de 2000, o que pode ser um indício de uma redução da tendência de maior interconectividade dos nós, uma tendência descrita por Gulati et al. (2012) que simboliza uma estabilização no processo de amadurecimento de uma rede de organizações causada pela inércia de nós realizarem os mesmos tipos de conexões com nós que se conectaram em situações anteriores. Paralelamente, esta curva poderia representar que a rede atingiu naturalmente o ponto de saturação do mercado, ou o surgimento de uma característica exógena que gerou maior escassez para essas organizações (BARBASI E ALBERT, 1999;

AMARAL, SCALA, BARTHALEMY E STANLEY, 2000; PALLA, BARABASI E VICSEK, 2007). Optou-se por conectar as informações da rede com dados sobre aumento da concentração de mercado de sementes e *traits*, os quais são medidos pelo índice Herfindahl, e notou-se a intensificação dessa concentração a partir de 2000, o que segue o padrão encontrado nas patentes de maior concentração de produção tecnológica.

Com o intervalo de tempo estudado nessa pesquisa, não foi possível determinar se o crescimento da rede decorreu de forma coordenada por um nó ou conjunto de nós centrais ou se decorreu de forma espontânea. De toda forma, a estabilização do caminho médio indica que nos moldes atuais, foi atingido um equilíbrio na conformação de cooperações, podendo haver somente alterações microdinâmicas sem impacto na conformação da rede. Por fim, levando em conta as características observadas é possível inferir que a presente rede se trata uma de livre escala, cujas características incluem a maior probabilidade de pouco nós concentrarem maiores graus com o passar do tempo, o que fortalece a concentração da rede em torno desses nós (BARBASI e ALBERT, 1999).

Em seguida, com a finalidade compreender a evolução da centralidade dos nós das principais redes, foi analisado o grau ponderado das mesmas com o passar dos anos (Quadro 24 e Figura 46). Constatou-se que a Monsanto possui um crescimento intenso de seu grau ponderado entre 1995 e 2002, sendo que entre 2009 e 2016 Pioneer e Dow estavam em um processo acelerado de aumento ao ponto que Monsanto pareceu reduzir a velocidade apresentada em outros anos. A Syngenta foi a única empresa que apresentou uma queda em seu grau ponderado.

Quadro 24: Comparação entre as evoluções do grau ponderado das maiores empresas quanto depósitos de patentes do IPC C12N 15/82.

	1988-1994	1995-2001	2002-2008	2009-2016
Monsanto	90	573	2983	3249
Dupont	11	136	483	948
Syngenta	388	815	699	353
Dow	33	201	653	1947
Bayer	223	511	451	554
Basf	28	621	734	1185
Pioneer	6	224	900	2042

Fonte: Elaboração própria

Figura 46: Comparação entre as evoluções do grau médio das maiores empresas quanto depósitos de patentes do IPC C12N 15/82.

Fonte: Elaboração própria

Outro aspecto que pode ser analisado é a origem dos titulares da patente que foi gerada. Esse é um fator de difícil detecção, pois a) uma patente possui diversos depositantes, muitas vezes pessoas físicas; b) a origem dos mesmos não estar, muitas vezes, padronizada e c) o endereço documentado tratar da residência dos depositantes, não necessariamente da origem.

A solução encontrada para retratar o mais fielmente possível da origem da principal equipe responsável pelo depósito da patente foi usar o endereço do primeiro depósito. Associado a isso, foi conectada o país de origem do primeiro depósito ao país de origem da empresa titular, de forma a representar a conexão da empresa ao mercado a ser explorado.

Mesmo assim, outras dificuldades surgiram como patentes com a terminologia EP, provenientes de países europeus não especificados, e IB, provenientes de países não especificados no mundo. Essas patentes estavam em número reduzido, 263, sendo que o problema pode ser solucionado através da leitura da origem dos inventores e a seleção do país com maior frequência entre os mesmos em cada patente.

Para enriquecer as informações, foi também associado à rede o ano de depósito das patentes, para ser possível observar a evolução dos países de primeiro depósito das mesmas. Por fim, as patentes foram representadas em tabelas e gráficos (que focaram nas 10 principais escolhas de países de depósito) e mapas.

A primeira empresa a ser analisada por esses critérios foi a Basf, cujas informações foram resumidas nas figuras 47 e 48.

É possível observar que, no início, existia uma força maior de patentes depositadas na Austrália, o que foi diminuindo dando lugar as patentes da Indonésia. Canadá, México e Alemanha também apresentaram forte presença nas patentes, porém, os três apresentaram uma tendência de queda nos últimos cinco anos. Por fim, é interessante notar o protagonismo que países da Ásia tem tido com o passar dos anos como mercado alvo de patentes.

Figura 47: Evolução das publicações de patentes dos 10 principais mercados (primeiro depósito), da empresa BASF.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: AU- Austrália, CA- Canada, DE- Alemanha, ID- Indonésia, IN- Índia, MX- México, PH- Filipinas, US- Estados Unidos, VN, Vietnã, ZA- África do Sul.

Figura 48: Evolução das publicações de patentes com primeiro depósito em distintas nacionalidades da empresa BASF.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Conexões correspondem a primeiros depósitos no país de uma ou mais patentes; a) anos de 1989 a 2001, b) anos 2002 a 2006, c) anos 2007 a 2011, e d) anos 2012 a 2016. Arestas ligam países ao nó da empresa estudada (localizada no país de sua sede).

A empresa analisada na sequência foi Bayer, cujas informações podem ser analisadas nas figuras 49 e 50. No início do desenvolvimento de patentes no tema por parte de Bayer, fica evidente a predominância de depósitos alemães. Na sequência surgem também depósitos Australianos e Mexicanos, sendo que depósitos Indianos têm um forte pico de publicações no ano de 2008. Por fim, nos últimos três anos tem havido um alto crescimento de depósitos dos EUA. A empresa Bayer, assim como a Basf, apresentou uma tendência de colaboração com países asiáticos com o passar dos anos.

Figura 49: Evolução das publicações de patentes dos 10 principais mercados (primeiro depósito), da empresa Bayer.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: AU- Austrália, BE- Bélgica, CA- Canada, DE- Alemanha, FR- França, IN- Índia, MX- México, US- Estados Unidos, VN- Vietnã, ZA- África do Sul.

Figura 50: Evolução das publicações de patentes com primeiro depósito em distintas nacionalidades da empresa Bayer.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Conexões correspondem a primeiros depósitos no país de uma ou mais patentes; a) anos de 1988 a 1996, b) anos 1998 a 2003, c) anos 2004 a 2008, e d) anos 2009 a 2016. Arestas ligam países ao nó da empresa estudada (localizada no país de sua sede).

A empresa analisada na sequência foi a Dow, com informações nas figuras 51 e 52. A empresa Dow apresentou como maiores locais de primeiro depósito no tema os países EUA, África do Sul, e Índia. É interessante notar também o pico que ocorreu no número de publicações a partir do ano de 2010, ano em que os países Israel, Indonésia e Hong Kong começaram a ter patentes depositadas em conjunto com a Dow.

Figura 51: Evolução das publicações de patentes dos 10 principais mercados (primeiro depósito), da empresa Dow.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: AU- Austrália, CA- Canada, HK- Hong Kong, ID- Indonésia, IL- Israel, IN- Índia, MX- México, US- Estados Unidos, VN- Vietnã, ZA- África do Sul.

Figura 52: Evolução das publicações de patentes com primeiro depósito em distintas nacionalidades da empresa Dow.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Conexões correspondem a primeiros depósitos no país de uma ou mais patentes; a) anos de 1994 a 2001, b) anos 2002 a 2006, c) anos 2007 a 2011, e d) anos 2012 a 2016. Arestas ligam países ao nó da empresa estudada (localizada no país de sua sede).

A empresa analisada na sequência foi a Dupont, com informações resumidas nas figuras 53 e 54. Índia e EUA foram os países com mais patentes depositadas, sendo que o número de depósitos destes países apresentou uma tendência ascendente. México possuía um número de considerável de patentes publicadas em 2011, porém essa tendência de crescimento não se manteve assim como no Canadá. Por fim, a partir do ano de 2005 houve um aumento da diversificação nos países de depósito.

Figura 53: Evolução das publicações de patentes dos 10 principais mercados (primeiro depósito), da empresa Dupont.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: AU- Austrália, CA- Canada, ID- Indonésia, IN- Índia, MX- México, PH- Filipinas, SG- Singapura, US- Estados Unidos, ZA- África do Sul.

Figura 54: Evolução das publicações de patentes com primeiro depósito em distintas nacionalidades da empresa Dupont.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Conexões correspondem a primeiros depósitos no país de uma ou mais patentes; a) anos de 1993 a 2001, b) anos 2002 a 2006, c) anos 2007 a 2011, e d) anos 2012 a 2016. Arestas ligam países ao nó da empresa estudada (localizada no país de sua sede).

Em seguida as patentes da Monsanto foram analisadas, com as informações resumidas nas figuras 55 e 56. As patentes da Monsanto se concentraram em maior volume nos EUA, com crescimento das mesmas acontecendo a partir de 2002, atingindo um pico em 2011. A Monsanto apresentou consistência nos países em que depositava suas patentes, sendo que no último período a mesma tem evitado países de origem europeia.

Figura 55: Evolução das publicações de patentes dos 10 principais mercados (primeiro depósito), da empresa Monsanto.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: AU- Austrália, BR- Brasil, CA- Canada, HK- Hong Kong, IN- Índia, MX- México, PH- Filipinas, US- Estados Unidos, VN- Vietnã, ZA- África do Sul.

Figura 56: Evolução das publicações de patentes com primeiro depósito em distintas nacionalidades da empresa Monsanto.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Conexões correspondem a primeiros depósitos no país de uma ou mais patentes. Nota: a) anos de 1994 a 2001, b) anos 2002 a 2006, c) anos 2007 a 2011, e d) anos 2012 a 2016. Arestas ligam países ao nó da empresa estudada (localizada no país de sua sede).

As patentes da Syngenta foram analisadas e representadas nas figuras 57 e 58. A partir do ano de 1998 alguns países começaram a se destacar como Austrália, EUA, África do Sul, Grã-Bretanha, México e Índia. Entretanto, com o tempo os países que se destacaram foram EUA e Canadá, indicando uma tendência de centralização. Um fato curioso foi o surgimento de patentes na Islândia no último período analisado.

Figura 57: Evolução das publicações de patentes dos 10 principais mercados (primeiro depósito), da empresa Syngenta.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: AU- Austrália, CA- Canada, GB- Grã-Bretanha, IN- Índia, KR- Coreia do Sul, MX- México, NL- Holanda, PH- Filipinas, US- Estados Unidos, ZA- África do Sul.

Figura 58: Evolução das publicações de patentes com primeiro depósito em distintas nacionalidades da empresa Syngenta.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Conexões correspondem a primeiros depósitos no país de uma ou mais patentes. Nota: a) anos de 1984 a 1996, b) anos 1998 a 2005, c) anos 2005 a 2010, e d) anos 2011 a 2016. Arestas ligam países ao nó da empresa estudada (localizada no país de sua sede).

Seguindo o padrão das outras seções desse estudo, for realizado um resumo gráfico das principais informações ligadas às cooperações entre empresas por meio de publicações de patentes, como pode ser observado na Figura 59.

Figura 59: Principais pontos de da cooperação para geração de novas patentes de *traits* transgênicos.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: 1- Empresas de sementes big six GM; 2- Academia; 3- Empresas menores de biotecnologia.

Com base na figura 59, é possível observar que a redução do caminho médio e do diâmetro é contrabalanceada pelo aumento do grau médio e índice Herfindahl, o que pode indicar uma tendência de maior concentração da rede em poucos atores. Quando se analisa as origens das publicações pode se observar que apesar de menores em volume, publicações de empresas de maior porte possuem um grau de conexões muito maior que empresas menores ou da academia. Quando se analisa os 10 maiores clusters (que corresponde a quase 80% dos nós), nota-se que Bayer e Basf estão juntas nos maiores clusters, seguidas por Dow e Dupont também juntas, Monsanto e por fim Syngenta. Quanto aos países de origem das publicações, há uma tendência de aumento nos EUA, Canadá e Índia, enquanto tem havido uma redução em países da Europa, México e África do Sul.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Esse estudo analisou de forma exploratória o processo de geração de novos produtos e de gestão de projetos no desenvolvimento de sementes GM, usando diferentes abordagens metodológicas, indo desde análises documentais de empresas desse segmento e entrevistas à análise de redes de patentes e de *stakeholders*.

Em relação à gestão de projetos, o estudo de caso com duas das seis maiores empresas de sementes do setor, permitiu aprimorar a descrição do estágio inicial de geração de novos *traits*. Foi observado que esse estágio apresenta uma mistura de passos da área de biologia molecular e biotecnologia, seguidas por análises de mercado. Tal constatação permitiu entender melhor como as empresas realizam o *screening* inicial de candidatos a *traits* comerciais.

Esses passos do estágio inicial foram em seguida agregados ao modelo mais difundido, descrito por McDougal (2011). Os dois estágios iniciais desse modelo foram destrinchados resultando em um total de 11 passos intermediários distintos, os quais são cuidadosamente ordenados e com um intenso fluxo de entrada e saída de candidatos no processo. Tal fluxo é controlado por uma delicada interação entre departamentos de P&D e de Marketing, no qual este passa as demandas do mercado para a área de P&D, influenciando as etapas de seleção de portfólio de candidatos e *fuzzy front end*. Essa forte interação entre departamentos logo no início do processo de geração de novos *traits* assegura que o produto esteja alinhado com a estratégia da empresa e com as necessidades do mercado, minimizando assim a possibilidade de geração de produtos com baixo retorno comercial.

Foi desenvolvida uma classificação técnica dos projetos dessa indústria, utilizando as categorias da ferramenta NTPC de Shenhar (2007). Concluiu-se que os projetos que geram novas plataformas, possuem nível médio de inovação tecnológica, têm pressões críticas de tempo e possuem complexidade no nível de sistemas. Adicionalmente, constatou-se que, diferentemente do setor farmacêutico, o processo de geração de um único *trait* é considerado um projeto e não um programa. A definição de programa somente é aplicável na indústria de sementes GM para o conjunto de projetos de geração de novos *traits*. Essas observações possuem um cunho mais acadêmico, permitindo uma melhor classificação desses projetos em pesquisas futuras.

Constatou-se que gestão estratégica de projetos e a geração de novos produtos no setor de biotecnologia agrícola ligada às sementes GM, embora apresentem similaridades com a

indústria farmacêutica, esses projetos possuem particularidades que se distinguem, dentre as quais verificou-se que enquanto esses projetos possuem um risco tecnológico menor constatado (com base no modelo NTPC), na ótica dos entrevistados eles também possuem uma frequência maior de alterações durante o projetos devido a imprevistos, requerendo um dinamismo maior, sendo isso somado ao fato de os problemas da indústria farmacêutica terem um caráter mais técnico que de gestão (LEAD, 2000). Foi observado que esses projetos possuem mais de um gerentes de projeto, e foram listados os fatores de sucesso, principais problemas, tamanho, distância entre equipes, frequência/forma de comunicação e frequência de eventos disruptivos.

Constatou-se que os principais problemas estão ligados à definição de objetivos, integração/comunicação e aos erros de execução – todos temas que recebem forte enfoque em técnicas da abordagem de gestão de projetos ágeis. Complementarmente, entre as características desses projetos estava a presença de múltiplas equipes pequenas, todas localizadas proximamente, indicando um ambiente propício para algumas alterações indo em direção a esse tipo de vertente. Em contrapartida, fatores como necessidade de documentação e linearidade de etapas, mais inclinadas à abordagem de gestão de projetos tradicional, indica que qualquer solução teria de ter uma natureza híbrida de gestão (BOEHM e TURNER, 2004).

Construiu-se a rede que retrata as ações e impactos de todos os *stakeholders*, na visão dos líderes de projetos das empresas de sementes GM, a que possui 17 *stakeholders* e 41 conexões. Detectamos por meio dos cálculos de modularidade as comunidades de *stakeholders* com base em suas conexões e a *betweenness centrality*, o que nos permitiu averiguar a importância dos *stakeholders* na conectividade da rede. Segundo Rowler (1997), essas características indicam que informações podem se espalhar facilmente pela rede sem necessidade de centralização por parte de um único nó, o que não muda o fato do valor de centralidade dos nós das empresas de sementes ser alto. Essa combinação de parâmetros faz com que empresas assumam o papel de *compromizer*, ou seja, um agente que é influente, porém disposto a negociar caso isso reduza o risco de interagir com outros agentes da rede (ROWLER, 1997).

Em seguida foi observado que os agentes acionistas, consumidores, indústrias, criadores de animais, meio ambiente, agências reguladoras, agricultores que usam sementes GM e a população suscetível à escassez de alimentos podem ser considerados *stakeholders* definitivos (de maior importância) para a empresa segundo os parâmetros de legitimidade, poder e urgência da demanda. Observou-se que alguns *stakeholders* possuem diferenças

fundamentais em seus desejos que dificultam a resolução de conflitos, o que pode significar que estratégias de melhoria de posição dessas empresas frente aos demais *stakeholders* dependam de ações que afetem indiretamente agentes com posições antagônicas. Entre esses *stakeholders* com posições incompatíveis, foram levantados agricultor que não usa GM, ONGs, e empresas que não vendem GM.

Ao simular um acontecimento que afetasse a interação desses agentes de maior importância na rede, cujo efeito pode ser observado na forma de modificação das comunidades de modularidade, concluiu-se que uma ação com cunho que beneficiasse o meio ambiente, e sua respectiva divulgação, poderia ser altamente positiva para essas empresas desenvolvedoras de *traits* GM. Esse efeito aconteceria na forma de potencial neutralização influências negativas na ótica da empresa no *stakeholder* consumidor. Esta forma de simulação pode ser usada para outros trabalhos que desejem indicar alteração nas relações de influência entre os *stakeholders*. A partir de documentos públicos, divulgados pelas principais empresas, observou-se o posicionamento dessas empresas quanto à imagem e ações das mesmas e concluiu-se que a empresa Bayer seria a candidata mais provável de tomar uma ação da natureza da simulada na análise anterior (BUNDY et al., 2013). Esses resultados possuem impacto acadêmico e empresarial, pois permitem uma visão panorâmica das ações de *stakeholders*, além de sugerir soluções e ferramentas para atender as demandas de alguns dos principais agentes para as empresas.

Por fim, ao analisar o processo de geração e proteção de novas tecnologias utilizando a ARS, constatou-se que as redes possuem uma predominância de organizações de origem empresarial, com uma forte centralização do número de conexões em poucas organizações. Identificaram-se os dez maiores clusters, nos quais foi possível observar que as seis maiores empresas até 2018 sempre estavam nas primeiras posições em seus clusters em termos de centralidade *betweenness*, indicando sua dominância nesse mercado. Outro ponto observado foi que apesar de haver uma variedade de nacionalidade nos atores que compunham os clusters, os mesmos em geral, não mesclavam universidades e organizações governamentais com empresas, o que pode indicar ou uma maior dificuldade de acesso entre esses atores podendo ser uma consequência de uma falta de interesse em se realizar cooperações entre esses atores.

Diferentemente do observado na análise de clusters de modularidade, nas redes com filtro que selecionou as conexões ligadas as seis maiores empresas, observou-se que os principais intermediadores entre as maiores empresas eram pesquisadores e universidades.

Tal comportamento não necessariamente contradiz os resultados anteriores, uma vez que a intermediação entre as seis maiores empresas não necessariamente significa uma maior

centralidade na rede como um todo. Sobre esse comportamento dos pesquisadores, o mesmo pode ser um reflexo da troca de talentos entre empresas e da maior liberdade de criação de parcerias uma vez que universidades possuem uma maior variedade de iniciativas, provenientes de diferentes grupos de pesquisa. A evolução do grau ponderado dessas empresas indicou que a Syngenta, a Bayer e a Basf desde o início possuíam uma forte participação de parcerias em seu portfólio de patentes, enquanto a Dow e a Dupont tiveram um aumento dessa proporção mais tardiamente, a partir de 2002.

Adicionalmente, a rede de cooperação das seis maiores empresas aparenta estar em processo de estabilização quanto ao volume de conexões o que pode ser uma consequência da intensificação da inércia da conexão das empresas com parceiros já conhecidos (AHUJA et al., 2012), ou ser resultado do surgimento de restrições ao crescimento do mercado e cooperação dessas organizações (PALLA, BARABASI e VICSEK, 2007), sendo que as razões que determinam este processo deverão ser objeto de estudos futuros mais aprofundados. Não foi possível determinar pela rede se o crescimento da mesma ocorreu de forma coordenada ou de forma espontânea, sendo que a rede apresentou características de redes de livre escala (BARBASI e ALBERT, 1999).

Sobre a distribuição geográfica da origem dos titulares das novas tecnologias, apesar das patentes costumarem ser depositadas nos países de origem das empresas quando as mesmas iniciam suas atividades com biotecnologia agrícola, todas as empresas ao longo do tempo, exploraram depositar patentes em países asiáticos (em especial Dow e Dupont) e na América do Norte, o que possivelmente pode ser por influências regulatórias e de mercado.

Já a respeito dos mercados alvo, isto é, dos países onde as tecnologias foram protegidas, verificou-se que países que não seguiram as tendências de regulamentação do uso de sementes GM adotadas em outros países do mundo, tiveram uma gradativa redução nos depósitos de patentes, como por exemplo, países de origem europeia. Entretanto, nem todos os países que regularizaram esse uso necessariamente tiveram um aumento nos depósitos, como é o caso de países emergentes como o Brasil e a Argentina deveriam ter também se destacado em razão da relevância do setor do agronegócio em suas respectivas economias. Este quadro pode ser resultados de baixos investimentos em P&D, baixa competitividade no mercado de forma a não estimular as empresas a investirem em inovação, ou mesmo instabilidades políticas e econômicas que tem sido recorrentes. Desta forma para o caso das economias emergentes na América Latina faz-se necessário aprofundar as análises para melhor compreender as razões dos baixos resultados em inovações protegidas por patentes no segmento de GM. Considerando que países como EUA, Canada, e Índia tiveram um aumento

no volume de depósitos, pode-se inferir que o fator de maior impacto seja a presença de estações de pesquisa no tema, fruto da proximidade aos maiores mercados consumidores, a leis mais flexíveis quanto ao uso de sementes GM e aos incentivos a inovação que esses países oferecem.

Pretende-se em pesquisas futuras aprofundar este tema a fim de aprimorar a gestão de projetos ligados às sementes GM. Em novas pesquisas, poderão ser incluídas simulações de novos modelos de gestão de projetos, em especial, com mescla de ferramentas de metodologias ágeis, já que as equipes desses projetos apresentaram características propícias, segundo a literatura da área (BOEHM e TURNER, 2004; GALAL-EDEN et al., 2007; HEEAGER, 2014). Outra abordagem a ser pesquisada em maior profundidade é a exploração da dinâmica de negociação e de cooperação tecnológica de empresas de grande porte com os mais diversos tipos de organizações, o que poderia apoiar a interpretação da evolução de conexões entre empresas e justificar a alteração de parceiros entre elas com o passar do tempo. Tal informação poderia ser coletada por meio de novas entrevistas somadas a informações públicas de transações.

A simulação de *stakeholders* poderia também ser usada com outros eventos, sendo interessante que estudos futuros se baseiem em ocorrências em andamento, de forma a ser possível verificar se os efeitos nos relacionamentos da rede se confirmam no mercado. Por fim, uma nova pesquisa poderá ser realizada após a consolidação das fusões e compras entre as seis maiores empresas de forma a observar mudanças de comportamento de projetos e geração de novos produtos das mesmas.

Em relação às limitações do estudo cabe destacar que, apesar de existir uma forte variedade de depositantes de patentes na área de sementes GM, quando se trata de *traits* GM comercialmente relevantes, apenas um número muito reduzido de empresas se destaca. Consequentemente, a etapa de levantamento de dados sobre projetos por meio de entrevistas foi dificultada, tendo em vista o número reduzido de possíveis entrevistados. Como agravante, no período da realização deste estudo, o mercado passou por fortes mudanças decorrentes, principalmente, de fusões e aquisições entre as maiores empresas do setor.

Entretanto é importante destacar que, justamente em decorrência das dificuldades para o acesso de informações intrínsecas desse setor, este estudo poderá contribuir com informações, até então pouco exploradas, de forma a facilitar a geração de levantamentos futuros. Espera-se que o conjunto de achados desta tese possa contribuir tanto para o meio acadêmico quanto para profissionais da área de biotecnologia agrícola. Essa área possui forte

apelo estratégico e importância para países e estudos e pesquisas na área de gestão podem auxiliar com que o mesmo possa se desenvolver de maneira sustentável.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADENLE, A. *Stakeholders' Perceptions of GM Technology in West Africa: Assessing the Responses of Policymakers and Scientists in Ghana and Nigeria*, **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 27, p. 241–263, 2014.

AGRICULTURE BIOTECHNOLOGY COUNCIL. About ABC. Disponível em: <http://www.abcinformation.org/index.php/about-abc/pioneer> Acesso em: 27 de abril de 2015.

AHN, M.; ZWIKAEEL, O.; BEDNAREK, R. (2009), Technological invention to product innovation: A project management approach. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 6, p. 559-568, 2010.

AHUJA, G.; SODA, G.; ZAHEER, A. The Genesis and Dynamics of Organizational Networks. **Organization Science**, v. 23, n. 2, pp. 434–448, 2012.

ARGYRIS, C.; SCHÖN, D. **Organizational Learning: A Theory of Action Perspective**, Addison-Wesley, v.1, 356 p., 1978.

ARTTO, K. A.; KAHKONEN, K. **Managing Risks in Projects**, 1 ed., Spon Press, p.6, 1998.

ARTTO, K.; MARTINSUO, M.; GEMUNDEN, H.G.; MURTOAR, J. Foundations of program management: A bibliometric view. **International Journal of Project Management**, v. 27, p. 1–18, 2009.

ALMEIDA, L.F.M; CONFORTO, E.C; E.C; SILVA, S.L.; AMARAL, D. C. Fatores críticos da agilidade no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de novos produtos. **Revista Produto e Produção**, v. 13, n. 1, p. 93-113, 2012.

AMARAL, L. A.; SCALA, A.; BARTHELEMY, M.; STANLEY, H. E. Classes of small-world networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.** v. 97, n. 21, pp. 11149-11152, 2000.

ALTMAN, A. **Agricultural Biotechnology**. Marcel Dekker, Inc., NY, 192 p., 1998.

AMARAL, D. C.; CONFORTO, C. E.; BENASSI, J. L. G.; ARAUJO, C. Gerenciamento Ágil de Projetos: Aplicação em produtos inovadores. **Editora Saraiva**, 225 p., 2010.

AMIN, L.; MD JAHI, J.; MD NOR, A. *Stakeholders' Attitude to Genetically Modified Foods and Medicine*. **The Scientific World Journal**, v. 2013, p. 1-14, 2013.

AVIANI, D.; MACHADO, R. Proteção de cultivares e inovação. In: BUAINAIN, A; BONACELLI, M; MENDES, C. (Org.). **Propriedade intelectual e inovações na agricultura**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ideia D, 2015. cap. 9, p. 225-244. v. 1.

BARABASI, A. L.; ALBERT, R. Emergence of Scaling in Random Networks. **Science**, V. 286, p. 509-512, 1999.

BASF. BASF report 2014. Disponível em: https://www.basf.com/documents/corp/en/about-us/publications/reports/2015/BASF_Report_2014.pdf Acesso em: 02 de maio de 2017. (accessed 02.05.17).

BASF. BASF report 2015. Disponível em: https://www.basf.com/documents/corp/en/about-us/publications/reports/2016/BASF_Report_2015.pdf Acesso em: 02 de maio de 2017.

BASF. BASF report 2016. Disponível em: https://www.basf.com/documents/corp/en/about-us/publications/reports/2017/BASF_Report_2016.pdf Acesso em: 02 de maio de 2017.

BATALLAS, D., YASSINE, A. Information Leaders in Product Development Organizational Networks: Social Network Analysis of the Design Structure Matrix. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 53, n.4, p. 570-582, 2006.

BAYER. Annual report 2014. Disponível em: <http://www.annualreport2014.bayer.com/> Acesso em: 02 de maio de 2017.

BAYER. Annual report 2014. Disponível em: <http://www.annualreport2015.bayer.com/> Acesso em: 02 de maio de 2017.

BAYER. Annual report 2014. Disponível em: <http://www.annualreport2016.bayer.com/> Acesso em: 02 de maio de 2017.

BAUER, T.; ERDOGAN, B. **An Introduction to Organizational Behavior** v. 1.1. Creative Commons, 784p. 2012.

BECK K.; et al. "The Agile Manifesto," 2001. Manifesto for Agile Software Development Disponível em: <http://www.agilemanifesto.org/> Acesso em 5 de fevereiro de 2015.

BENSON HILL BIOSYSTEMS. Benson Hill and Limagrain Establish Partnership in Corn and Wheat to Increase Yield. Disponível em: <http://bensohillbio.com/benson-hill-limagrain-establish-partnership-corn-wheat-increase-yield/> Acesso em: 07 de janeiro de 2018.

BESNER, C; HOBBS, B. Project Management Practice, Generic or Contextual: A Reality Check. **Project Management Journal**, v. 39, n. 1, p. 16- 33, 2008.

BESNER, C; HOBBS, B. An Empirical Identification of Project Management Toolsets and a Comparison Among Project Types. **Project Management Journal**, v. 43, n. 5, p. 24- 46, 2012.

BIGNELL, V.; Fortune, J. **Understanding systems failures**. Manchester: University of Manchester Press, 216 p., 1988.

BIEDENBACH, T.; MÜLLER , R. Absorptive, innovative and adaptive capabilities and their impact on project and project portfolio performance, **International Journal of Project Management**, v. 30, p. 621-635, 2012.

BIOCERES, Our Technology sourcing and Product Development Process Research & Development Process, 2015. Disponível em: <http://www2.bioceres.com.ar/our-products-and-services/> Acesso em: 21 de julho de 2015.

BIRNHOLTZ, J.; DIXON, G.; HANCOCK, J. Distance, ambiguity and appropriation: Structures affording impression management in a collocated organization. **Computers in Human Behavior**, v. 28, p. 1028–1035, 2012.

BLONDEL, V. D. et al. Fast unfolding of communities in large networks. **Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment**, v. 2008, p. 1-12, 2008.

BODE-GREUEL, K.; NICKISCH, K. Value-driven project and portfolio management in the pharmaceutical industry: Drug *discovery* versus drug development – Commonalities and differences in portfolio management practice. **Journal of Commercial Biotechnology**, v.14, n. 4, p. 307–325, 2008.

BOEHM, B.; TURNER, R. **Balancing Agility and Discipline: A Guide for the Perplexed**, Addison Wesley, Boston, 2004.

BONABEAU, E. N.; BODICK, N.; ARMSTRONG, R. W. A more rational approach to new-product development. **Harvard Business Review**, v. 86, p. 96–102, 2008.

BORCH, K.; RASMUSSEN, B. Commercial use of GM crop technology: Identifying the drivers using life cycle methodology in a technology foresight framework. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 69, p. 765–780, 2002.

BRASIL, Aumenta participação do agronegócio na balança comercial brasileira – Ministério da agricultura, 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/08/aumenta-participacao-do-agronegocio-na-balanca-comercial-brasileira> Acesso em: 15 de janeiro de 2016.

BRASIL, Lei Nº 9.456, de 25 de abril de 1997. Lei de proteção de cultivares, Brasília, DF, 1997.

BROOKES, G.; BARFOOT P. The income and production effects of biotech crops globally 1996–2009. **International Journal of Biotechnology**, v. 12, n. 1-2, p. 1-49, 2011.

BROOKES, G., BARFOOT, P. Global income and production impacts of using GM crop technology 1996–2013. **GM Crops & Food**, v. 6, p. 13–46, 2015.

BROWN, M. G.; SVENSON, R. A. Measuring R&D productivity, **Research Technology Management**, V. 31, N.4, p. 11–15, 1988.

BUNDY, J.; SHROPSHIRE, C.; BUCHHOLTZ, A. Strategic Cognition and Issue Salience: Toward an Explanation of Firm Responsiveness to *Stakeholder* Concerns. **Academy of Management Review**, v. 38, n. 3, p. 352–376, 2013.

BURGER, L. Bayer sees consolidation in crop chemicals, seeds (2015). Reuters, disponível em: <http://www.reuters.com/article/2015/05/15/syngenta-ag-ma-monsanto-bayer-idUSL5N0Y61LS20150515> Acesso em: 21 de julho de 2015.

BUSH, J. K.; DAI, W. S.; DIECK, G. S.; HOSTELLEY, L. S.; HASSALL, T. The art and science of risk management - a US research-based industry perspective. **Drug Safety**, v. 28, n. 1, p. 1-18, 2005.

CARBONELL, P.; RODRIGUEZ, A. Designing teams for speedy product development: The moderating effect of technological complexity. **Journal of Business Research**, v. 59, p. 225 – 232, 2006.

CHESBOURGH, H. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. **Harvard Business Review Press**, Massachusetts, 1 ed., 272 p., 2003.

CHIESA, V.; FRATTINI, F., **Evaluation and Performance Measurement of Research and Development - Techniques and Perspectives for Multi-Level Analysis**, Edward Elgar Publishing Limited, v. 1, 300p., 2009.

CLELAND, D.; IRELAND, L. **Project Management: Strategic Design and Implementation**, 5 ed. 523 p. McGraw-Hill, Nova York, 2006.

COCKBURN, A. **Writing Effective Use Cases: The Crystal Collection for Software Professionals**, Boston, Addison-Wesley, 2000.

CONFORTO, E. C. **Modelo e ferramenta para avaliação de agilidade no gerenciamento de projetos**. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção na área de concentração em Processos e Gestão de Operações – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo apresentada a escola de engenharia de São Carlos. 376 p. Defesa em 15/3/2013.

CONFORTO, E. et al., Can Agile Project Management Be Adopted by Industries other than Software Development? **Project Management Journal**, v. 45, n. 3, 2014.

COOKE-DAVIES, T.; ARZYMANKOW, A. The maturity of project management in different industries: An investigation into variations between project management models. **International Journal of Project Management**, v. 21, n. 6, p. 471-478, 2003.

COOPER, R.G. Fixing the Fuzzy Front End of the New Product Process, **CMA Magazine**, v. 71, p. 21–23, 1997.

DA SILVA, BOREM; A.; SEDYIAMA, T.; LUDKE, W. **Soybean Breeding**, Breeding GM cultivars, Springer, p. 307-309, 2017.

DAGNINO, G. B.; LEVANTI, G.; DESTRI, A. M. L. Structural Dynamics and Intentional Governance in Strategic Interorganizational Network Evolution: A Multilevel Approach. **Organization Studies**, v. 37, n. 3, pp. 349-373, 2016.

DE MEDEIROS, J. F., DUARTE RIBEIRO, J. L., NOGUEIRA CORTIMIGLIA, M. Success factors for environmental sustainable product innovation: a systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 76-86, 2014.

DEMING, W. E. **Out of the crisis**. Cambridge, MIT Press, 507 p. 1982.

DE LUCA, L.; VERONA, G.; VICARI, S. Market Orientation and R&D Effectiveness in High-Technology Firms: An Empirical Investigation in the Biotechnology Industry. **Journal of Product Innovation Management**, v. 27, p. 299-320, 2010.

DIMASI, J.; GRABOWSKI, H. G. The cost of biopharmaceutical R&D: is biotech different? **Managerial and Decision Economics**, v. 28, p. 469-479, 2007.

DIMASI, J.; HANSEN, R.; GRABOWSKI, H. G. The price of innovation: new estimates of drug development costs. **Journal of Health Economics**, v. 22, p. 151-185, 2003.

DIXON, N. Does your organization have an asking problem? A step-by-step process to capture and reuse project knowledge. **KM review**, v. 7, n. 2, 2004.

DOUGHERTY D. Interpretative barriers to successful product innovation in large firms. **Organization Science**, v.3, n.2, p.179–202, 1992.

DOW. The Dow Chemical Company 2014 Annual Report. Disponível em: <http://www.dow.com/en-us/investor-relations/financial-reporting/annual-reports> Acesso em: 02 de maio de 2017.

DOW. The Dow Chemical Company 2015 Annual Report. Disponível em: <http://www.dow.com/en-us/investor-relations/financial-reporting/annual-reports> Acesso em: 02 de maio de 2017.

DOW. The Dow Chemical Company 2016 Annual Report. Disponível em: <http://www.dow.com/en-us/investor-relations/financial-reporting/annual-reports> Acesso em: 02 de maio de 2017.

DOW, Dow AgroSciences and Arcadia Biosciences Form Strategic Collaboration to Develop and Commercialize Corn *Traits*, 2015. Disponível em: <http://www.dowagro.com/en-us/newsroom/pressreleases/2015/12/arcadia-collaboration#.VmnEPdwrJD8>

DU, J.; LETEN, B.; VANHAVERBEKE, W. Managing open innovation projects with science-based and market-based partners. **Research Policy**, v. 43, p. 828-840, 2014.

DUNSON, T. **A Review of Project Management in Life Science Industry Sectors**. In: Portfolio, Program, and Project Management in the Pharmaceutical and Biotechnology Industries, v. 1, Wiley, p. 3-32, 2010.

DUPONT. Annual report – Form 10k. Disponível em: <http://investors.dupont.com/investor-relations/filings-and-reports/quarterly-and-annual-reports/default.aspx> Acesso em: 02 de maio de 2017.

DUPONT. Annual report – Form 10k. Disponível em: <http://investors.dupont.com/investor-relations/filings-and-reports/quarterly-and-annual-reports/default.aspx> Acesso em: 02 de maio de 2017.

DUPONT. Annual report – Form 10k. Disponível em: <http://investors.dupont.com/investor-relations/filings-and-reports/quarterly-and-annual-reports/default.aspx> Acesso em: 02 de maio de 2017.

EDER, S.; CONFORTO, E.; DANIEL AMARAL, D.; DA SILVA, S. Diferenciando as abordagens tradicional e ágil de gerenciamento de projetos, **Production Journal**, v. 25, n. 3. p.498-509, 2015.

ELMQUIST, M.; SEGRESTIN, B. Towards a New Logic for Front End Management: From Drug *Discovery* to Drug Design in Pharmaceutical R&D. **Creativity and Innovation Management**, v. 16, n. 2, p. 106-120, 2007.

EMBRAPA, Primeira soja transgênica totalmente brasileira chega ao mercado, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/4693328/primeira-soja-transgenica-totalmente-brasileira-chega-ao-mercado> Acesso em 28/02/2016.

ERBELE, A.; MEYER, H.; ROSEN, D. A comparison of PMI and IPMA approaches: analysis to support the project management standard and certification system selection. **Aktuell Projekt Management**, v. 4, p. 31-34, 2011.

FAO. World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 revision. Global Perspective Studies at FAO, 154 p., 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf> Acesso em: 07/12/2015.

FERNANDEZ-CORNEJO, J. The seed industry in U.S. agriculture: an exploration of data and information on crop seed markets, regulation, industry structure, and research and development. **United States Department of Agriculture (USDA) – Agriculture information bulletin** No. 786, 81p, 2004.

FERNANDES, G.; WARD, S.; ARAUJO, M. Identifying useful project management practices: A mixed methodology approach. **International Journal of Information Systems and Project Management**, v. 1, n. 4, p. 5-21, 2013.

FREEMAN, L. Centrality in social networks: I. Conceptual clarifications. *Social Networks*, v. 1, p. 215-239, 1979.

FUGLIE ET AL. Research Investments and Market Structure in the Food Processing, Agricultural Input, and Biofuel Industries Worldwide, **United States Department of Agriculture (USDA), Economic Research Report** N. 130, 147 p., 2011.

F.D.A. (U.S. DEPARTMENT OF HEALTH; HUMAN SERVICES FOOD AND DRUG ADMINISTRATION). Innovation or Stagnation: Challenge and Opportunity on the Critical Path to New Medical Products. **Challenges and Opportunities Report** – 2004. Disponível em:

<http://www.fda.gov/ScienceResearch/SpecialTopics/CriticalPathInitiative/CriticalPathOpportunitiesReports/ucm077262.htm> Acesso em 20 janeiro 2015.

FEDOROFF, N. et al. Radically rethinking agriculture for the 21st century. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 833-834, 2010.

FONG, P. Knowledge creation in multidisciplinary project teams: an empirical study of the processes and their dynamic interrelationships. **International Journal of Project Management**, v. 21, p. 479–486, 2003.

FORBES, Global 2000, the biggest drug companies of 2014. Disponível em: <http://www.forbes.com/pictures/mkg45edhgd/no-1-pfizer/> Acesso em 30 de janeiro de 2015.

FORTUNE, J.; WHITE, D. Framing of project critical success factors by a systems model. **International Journal of Project Management**, v. 24, p. 53–65, 2006.

FRIEDMAN, A.; MILES, S., 2002. Developing *Stakeholder Theory*. **Journal of Management Studies**, v. 39, p.1-21, 2002.

FUGLIE ET AL. Research Investments and Market **Structure in the Food Processing, Agricultural Input, and Biofuel Industries Worldwide**, United States Department of Agriculture (USDA), Economic Research Report N. 130, 147 p., 2011.

GALAL-EDEEN, G.; RIAD, A.; SEYAM, M., Agility versus Discipline: Is Reconciliation Possible? International Conference on Computer Engineering & Systems, Cairo, 331-337, 2007.

GASSMAN, O.; REEPMAYER, G.; ZEDWITZ, M.V. **Leading Pharmaceutical Innovation: Trends and Drivers for Growth in the Pharmaceutical Industry**. New York, Springer Science & Business Media, 178 p., 2004.

GAUTAM, A. The changing model of big pharma: impact of key trends. **Drug Discovery Today**, article in press, 2015.

GEPHI. About the software. *Gephi Consortium*. Disponível em: <https://gephi.org/about/> Acesso em: 22 de junho de 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

GLAVIC, P., LUKMAN, R. Review of sustainability terms and their definitions. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, p. 1875-1885, 2007.

GLENA, L.; CAHOY, D. Agribusiness concentration, intellectual property, and the prospects for rural economic benefits from the emerging biofuel economy. **Southern Rural Sociology**, v. 24 n. 2, p. 111–129, 2009.

GOLDRATT, E. The fundamental measurements. **The Theory of Constraints Journal** v. 1, n. 3, p. 1-21, 1988.

GOLDRATT, E. **Critical Chain**. North River Press, Massachusetts, p. 246, 1997.

GRAFF, G.; ZILBERMAN, D.; BENNETT, A. The commercialization of biotechnology *traits*. **Plant Science** v. 179, p. 635-644, 2010.

GULATI, R.; SYTCH, M.; TATARYNOWICZ, A. The rise and fall of small worlds: Exploring the evolutionary dynamics of social structure. **Organization Science**, v. 23, n. 2, pp. 449-471, 2012.

HOWARD, P., Visualizing Consolidation in the Global Seed Industry: 1996–2008, **Sustainability**, v. 1, p. 1266-1287, 2009.

HARPUM, P. - **Portfolio, Program, and Project Management in the Pharmaceutical and Biotechnology Industries**. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, c. 7 353 p., 2010.

HAUTECOEUR, J. **Ecological Education in Everyday Life**, University of Toronto Press and UNESCO Institute for Education, Toronto, p.1-262, 2002.

HAY, M.; THOMAS, D.; CRAIGHEAD, J.; ECONOMIDES, C.; ROSENTHAL, J. Clinical development success rates for investigational drugs. **Nature biotechnology**, v. 32. n. 1, p. 40-51, 2014.

HEEAGER, L. Introducing Agile Practices in a Documentation-Driven Software Development Practice: A Case Study. **Journal of Information Technology Case and Application Research**. v. 14, n., 1, p. 3-24, 2014.

HERPER, M., The Cost Of Creating A New Drug Now \$5 Billion, Pushing Big Pharma To Change, *Forbes*, p. 6, 9/7/2014. Disponível em <<http://onforb.es/1bmD4Q7>>. Último acesso em: 23/7/2014.

HIGHSMITH, J. **Adaptive Software Development: A Collaborative Approach to Managing Complex Systems**, Nova York, Dorset House, 392 p., 2000.

HSUEH, C; WANG, C. The Use of Social Network Analysis in Knowledge Diffusion Research from Patent Data”, **Advances in Social Network Analysis and Mining**, v.1, pp. 393-398, 2009.

ICHIJO, K.; NONAKA, I. **Knowledge Creation and Management: New Challenges for Managers**. Oxford University Press, Nova York, 336 p., 2007.

IPMA. **ICB - IPMA Competence Baseline Version 3.0**. International Project Management Association, 212 p., 2006.

JACKSON, M., et al. Design rules for efficient transgene expression in plants. **Plant Biotechnology Journal**, v. 12, p. 925–933, 2014.

JACKSON, O. (2010) *Social and Economic Networks*, Princeton University Press. 505 p.

JAMES, C. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2012. **ISAAA Briefs**, v. 44, p. 275, 2012.

JUN, S. Central Technology Forecasting Using Social Network Analysis. **International Conferences, ASEA and DRBC, Held in Conjunction with GST**, Jeju Island, Korea, pp.1-8, 2012.

KAFARSKI, P. Rainbow code of biotechnology. **Chemik**, v. 8, p. 811-816, 2012.

KENNEDY, T. **Pharmaceutical Project Management**. Marcel Dekker, p. 20, Nova York, 1998.

KHURANA, A.; ROSENTHAL, S. R. Towards Holistic “Front Ends” in New Product Development, **Journal of Product Innovation Management**, v. 15, p. 57–74, 1998.

KRUEGER, R. W. The Public Debate on Agrobiotechnology: A Biotech Company’s Perspective. **AgBio Forum**, v. 4, n. 3-4, p. 209-220, 2001.

KU, M. Recent trends in specialty pharma business model. **Journal of Food and Drug Analysis**, v.23, p.595-608, 2015.

KUTZBACH, C. **Project planning: from basic concepts to systems application**. In *Pharmaceutical Project Management*, ed. T. Kennedy , p. 53 – 58 . New York : Marcel Dekker, 1998.

KWAK, Y; WETTER, J., ANBARI, F. Business process best practices: project management or six sigma? **Project Management Institute**, 14 p., 2006.

LARSON, E.; GOBELI, D. Significance of project management structure on development success. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 36, n.2, p. 119- 125, 1989.

LEACH, L. **Critical Chain Project Management**, Second Edition – Artech House Publishers; 276 p., 2004.

LEAD, B. **Programme Management in Pharmaceutical Research and Development**. Denver, CO : Interpharm Press, pp. 208 – 212, 2000.

LEDFORD, H. CrispR, the Disruptor. **Nature**, v. 522, n. 4, p. 20-24, 2015.

LEE, G.; DELONE, W.; ESPINOSA, A. Ambidextrous coping strategies in globally distributed software development projects: strategies for enhancing flexibility and rigor. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 10 p.35-40, 2006.

LINDNER, F.; WALD, A. Success factors of knowledge management in temporary organizations. **International Journal of Project Management**, v. 29, p. 877–888, 2011.

LOCH, C. H.; TAPPER, S. Implementing a strategy-driven performance measurement system for an applied research group, **Journal of Product Innovation Management**, v. 19, n. 3, p. 185–98, 2002.

LORENZONI, G.; BADEN-FULLER, C. Creating a Strategic Center to Manage a Web of Partners. **California Management Review**, v. 37, n. 3, pp. 146-163, 1995.

MACDONALD, J. Mergers and Competition in Seed and Agricultural Chemical Markets, 2017. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2017/april/mergers-and-competition-in-seed-and-agricultural-chemical-markets/> Acesso em: 07 de janeiro de 2018.

MARKETS AND MARKETS. Seed Market by Type (GM Seed, Conventional Seed), Crop Type (Cereals & Grains, Fruits & Vegetables, Oilseeds), Seed Treatment (Treated, Non-treated), *Trait* (Herbicide-tolerant, Insecticide-resistant), and Region - Global Forecast to 2022. Disponível em: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/seed-market-126130457.html> Acesso em: 07 de janeiro de 2018.

MASTROIANNI, S. **Risk Management among Research and Development Projects**. Dissertação apresentada no departamento de administração e engenharia para aquisição do título de mestre na Lehigh University, 81 p., maio de 2011.

MCDUGAL, P. **A Consultancy Study for Crop Life International**, p. 1-24, 2011.

MCNAMEE, L.; LEDLEY, F. Patterns of technological innovation in biotech. **Nature biotechnology**, v. 30, n. 10, p. 937-943, 2012.

MESLY, O. Exploratory findings on the influence of physical distance on six competencies in an international project. **International Journal of Project Management**, v. 33, p. 1425–1437, 2015.

MICHALSKI, L. Applying the theory of constraints: Managing multiple deadlines. **Pharmaceutical Technology**, v. 24, n. 9, p. 126 – 132, 2000.

MILES, M.; HUBERMAN, A. **Qualitative data analysis**. 2nd ed. Thousand Oaks: Sage, 1994.

MISSIONIER, S.; LOUFRANI-FEDIDA, S. *Stakeholder* analysis and engagement in projects: From *stakeholder* relational perspective to *stakeholder* relational ontology. **International Journal of Project Management**, v. 32 p. 1108–1122, 2014.

MITCHELL, R.; AGLE, B.; WOOD, D. Toward a Theory of *Stakeholder* Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts. **Academy of Management Review**, v. 22, n. 4, p. 853-886, 1997.

MONSANTO, BASF Plant Science and Monsanto to Expand Their Collaboration in Maximizing Crop Yield, 2010. Disponível em: <http://news.monsanto.com/press-release/basf-plant-science-and-monsanto-expand-their-collaboration-maximizing-crop-yield> Acesso em 24 de novembro de 2015.

MONSANTO. 2014 annual report. Disponível em: http://www.monsanto.com/investors/documents/annual%20report/2014/2014_monsanto_annualreport.pdf Acesso em: 02 de maio de 2017.

MONSANTO. 2015 annual report. Disponível em: http://www.monsanto.com/investors/documents/annual%20report/2015/2015_annual_report_fullweb.pdf Acesso em: 02 de maio de 2017.

MONSANTO. 2016 annual report. Disponível em: http://www.monsanto.com/investors/publishingimages/annual%20report%202016/2016_monsanto_annual_report.pdf Acesso em: 02 de maio de 2017.

MORDOR INTELLIGENCE. Seed Industry - Global Trends, Market Advancements and Forecasts to 2022. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/seeds-industry> Acesso em: 07 de janeiro de 2018.

MOORMAN, C.; MINER, A. The Convergence of Planning and Execution: Improvisation in New Product Development. **Journal of Marketing**, v. 62, n. 3, p. 1-20, 1998.

MORRIS, P. PINTO, J. **The Wiley Guide to Project, Program, and Portfolio Management**. Wiley, v. 1, 364 p., 2007.

MULLER, R., JUGDEV, K. Critical success factors in projects, Pinto, Slevin, and Prescott—the elucidation of project success. **International Journal of Project Management**, v. 5, n.4, p. 757–775, 2012.

MUMBY, G. **Seed marketing**. Food and Agriculture Organization of the United Nations agricultural bulletin, v.1, 135 p., 1994.

MURPHY, P. Pharmaceutical project management – Is it different? **Project Management Journal**, v. 20, n. 3, p. 36-37, 1989.

NANDHAKUMAR J. Design for success? Critical success factors in executive information systems development. **European Journal of Information Systems**, v.5, n.1, p. 62–72, 1996.

NARAYANAN, V.; COLWELL, K.; DOUGLAS, F. Building Organizational and Scientific Platforms in the Pharmaceutical Industry: A Process Perspective on the Development of Dynamic Capabilities. **British Journal of Management**, v. 20, p. 25–40, 2009.

NASH, D. R&D Redux. **Pharmacy and Therapeutics**, v. 34, n. 4, p. 174-175, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Safety of Genetically Engineered Foods. National Academies Press, Washington, DC. 2004. Disponível em: <<http://www.nap.edu/read/10977/chapter/1>> Acesso em: 20/10/2015.

NEWELL, S.; SWAN, J. Trust and inter-organizational networking. **Human relations**, v.53, n. 10, p.1287-1982, 2000.

NIELSEN, C., ROBINSON, S., THIERFELDER, K. Genetic engineering and trade: panacea or dilemma for developing countries. **World Development**, v. 29, n.8, p. 1307–1324, 2001.

NORLING, P. et al. Putting competitive technology intelligence to work. **Research Technology Management**, v. 43, p. 23-28, 2000.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). A framework for biotechnology statistics: working party of National Experts on Science and Technology Indicators (NESTI). Paris, 2005. Disponível em: <http://www.oecd.org/sti/sci-tech/34935605.pdf> . Acesso em: 19 de maio de 2014.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD), 2015. Glossary of statistical terms: Environment. Disponível em: <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=813> Acesso em: 20 de março de 2016.

PALLA, G.; BARABASI, A. L.; VICSEK. Quantifying social group evolution. *Nature* v. 446, n. 664, pp. 664-667, 2007.

PAMMOLLI, F.; MAGAZZINI, L.; RICCABONI, M. The productivity crisis in pharmaceutical R&D. *Nature Reviews. Drug Discovery*, London, v. 10, n. 6, p. 428-438, 2011.

PAQUIN, R. L.; HOWARD-GRENVILLE, J. Blind dates and arranged marriage: Longitudinal processes of network orchestration. **Organization Studies**, v. 34, pp. 1623–1653, 2013.

PARAYIL, G. Mapping technological trajectories of the Green Revolution and the Gene Revolution from modernization to globalization. **Research Policy**, v.32, p. 971–990, 2003.

PATRASHKOVA-VOLZDOSKA, R.; MCCOMB, S.; GREEN, S. Examining a Curvilinear Relationship Between Communication Frequency and Team Performance in Cross-Functional Project Teams. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 50, n. 3, p. 262-269, 2003.

PAUL S. M; MYTELKA, D. S.; T. DUNWIDDIE, C. T; C. PERSINGER, C. C., MUNOS, B. H.; LINDBORG, S. R.; SCHACHT, A. L. How to improve R&D productivity: the pharmaceutical industry's grand challenge. **Nature Reviews**, v. 9, p. 203 – 214, 2010.

PISANO, G. Learning-before-doing in the development of new process technology. **Research Policy**, v. 25, p. 1097-1119, 1996.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, **A guide to the project management body of knowledge- PMBOK guide 5^a Ed.** Project Management Institute inc. Newtown Square, 618 p. 2014.

PMI PHARMACEUTICAL SPECIAL INTEREST GROUP, Benchmarking Project Management in the Pharmaceutical/Biotechnology Industry. **Pharmaceutical SIG Newsletter**, p. 6, 2002.

POPE, J. What's so special about sustainability assessment? **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 7, n. 3, p. 5-10, 2006.

PRAY, C. Public-private sector linkages in research and development: biotechnology and the seed industry in Brazil, China and India. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 83, n.3, p. 742-747, 2001.

PRAY, C.; OEHMKE, J.; NASEEM, A. Innovation and dynamic efficiency in plant biotechnology: an introduction to the researchable issues. **AgBioForum** 2005, v. 8, p. 52-63, 2005.

PRIVALLE, L. What Does it Take to Bring an Ag Biotech Seed Product to Market? Apresentado em: **Meeting for Genetic Basis of Unintended Effects in Modified Plants for the CFIA**. Ottawa, 2014.

RATCHEVA, V. Integrating diverse knowledge through boundary spanning processes – The case of multidisciplinary project teams. **International Journal of Project Management**, v. 27, p. 206–215, 2009.

RAUTIAINEN, T. Critical Success Factors in Biopharmaceutical Business: A Comparison Between Finnish and Californian Businesses. National Technology Agency of Finland - **Technology Review**, v. 113, 24 p., 2001

RAZ, T.; SHENHAR, A.; DVIR, D. Risk management, Project success, and technological uncertainty. **R&D Management**, v. 32, n. 2, 101–109, 2002.

REID, E.; TOFFEL, M. Responding to public and private politics: Corporate disclosure of climate change strategies. **Strategic Management Journal**, v.30, p.1157–1178. 2009.

RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 334 p., 1999.

ROCKART, J. Chief executives define their own data needs. **Harvard Business Review**, v.52, n.2., p.81–93, 1979.

ROSENKOPFT, L; SCHILLING, M. A. Comparing alliance network structure across industries: observations and explanations. **Strategic Entrepreneurship Journal**, v. 1, n. 3-4, pp. 191-207, 2007.

ROWLEY, T. Moving beyond dyadic ties: a network theory of *stakeholder* influences. **Academy Management Review**, v. 22, p. 887–910, 1997.

SAMPIERI, R.; COLLADO, C.; LUCIO, P. **Metodologia de pesquisa**. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SANTOS, Paulo Eduardo de Campante. *Marcos regulatórios, inovações biotecnológicas e a concentração da indústria de sementes de soja, milho e algodão no Brasil*. 2013. 164 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SCANNELL, J. et al. Diagnosing the decline in pharmaceutical R&D efficiency. **Nature Reviews**, v. 11, p. 191 -200, 2012.

SCHAFER, S.; KOLKHOF, P. Failure is an option: learning from unsuccessful proof-of-concept trials. **Drug Discovery Today**, v.13, n.21/22, p. 913-916, 2008

SCHENKELAARS, P.; MAGNIER, A.; MILLER, D. Drivers of Consolidation in the Seed Industry and its Consequences for Innovation. Schenkelaars Biotechnology Consultancy commissioned by COGEM, 123 p., 2011.

SHUH, G; RIESENER, M. Critical Success Factors in Medium-sized Pharmaceutical Enterprises. 5th ISPIM Innovation Symposium - Stimulating Innovation: Challenges for Management, Science & Technology – in Seoul, 15 p., 2012.

SCHUHMACHER, A.; GASSMANN, O.; HINDER, M. Changing R&D models in research-based pharmaceutical companies. **Journal of Translational Medicine**, v. 14, p. 105, 2016.

SCHUMPETER, J. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juros e o ciclo econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982. 169 p.

SEGET, S. Pharmaceutical Branding Strategies. Business Insight – **Healthcare, Management Report**, 263 p., 2006.

SEOANE-VAZQUEZ, E., et al. Incentives for orphan drug research and development in the United States. **Orphanet Journal of Rare Diseases**, v. 3, n.33, p. 1-7, 2008.

SHENHAR, A.; DVIR, D.; LEVY, O.; MALTZ, A. Project success: a multidimensional strategic concept. **Long Range Planning**, v. 34, p. 699–725, 2001.

SHENHAR, A. One Size Does Not Fit All Projects: Exploring Classical Contingency Domains. **Management Science**, v. 47, n. 3, p. 394-414, 2001.

SHENHAR, A. **Reinventing Project Management: The Diamond Approach to Successful Growth & Innovation**. Harvard Business Review Press, v.1, 288 p., 2007.

SMITH, P. G., MERRITT, G.M. **Proactive Risk Management: Controlling Uncertainty in Product Development**. 1 ed., 248 p., Productivity Press, New York, 2002.

SUBRAMANIAN, A; LIM, K; SOH, P. When birds of a feather don't flock together: Different scientists and the roles they play in biotech R&D alliances. **Research Policy**, v. 42, p. 595– 612, 2013.

SRINIVASAN, C. Concentration in ownership of plant variety rights: some implications for developing countries. **Food Policy**, v. 28, n.5-6, p. 519-546, 2003.

STEWART, C. **Plant Biotechnology and Genetics: Principles, Techniques, and Applications**. John Wiley & Sons, NJ, 402 p., 2008.

STEWART-LONG, P. **Program Management in Drug Development**. In: Portfolio, Program, and Project Management in the Pharmaceutical and Biotechnology Industries, v. 1, Wiley, p. 85-99, 2010.

SYNGENTA. Annual review 2014. Disponível em: <http://annualreport2014.syngenta.com/> Acesso em: 02 de maio de 2017.

SYNGENTA. Annual review 2016. Disponível em: <https://www.syngenta.com/annualreport2016> Acesso em: 02 de maio de 2017.

SYNGENTA. Annual review 2015. Disponível em: <http://annualreport2015.syngenta.com/> Acesso em: 02 de maio de 2017.

SYNGENTA, Company history, 2015. Disponível em: <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/about-syngenta/Pages/company-history.aspx> Acesso em 23 de novembro de 2015.

TADMOR, B.; TIDOR, B. Interdisciplinary research and education at the biology–engineering–computer science interface: a perspective. **Drug Discovery Today**, v. 10, n. 23/24, p. 1706, 1712, 2005

TAIT, J. Upstream engagement and the governance of science. **European Molecular Biology Organization**, v. 10, p.18-22, 2009.

TAYLOR, S. Protein allergenicity assessment of foods produced through agricultural biotechnology. **Annual Review of Toxicology**, v.42, p. 99-112, 2002.

TURNER, J. R. **The Handbook of Project - Based Management: Improving the Processes for Achieving Strategic Objectives**. 3 ed. Londres, McGraw - Hill, p. 209, 2008.

UNITED NATIONS (UN). Convention on biological diversity. 1992. Disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2014.

USDA, 2018 <https://content.govdelivery.com/accounts/USDAAPHIS/bulletins/1e599ff>

VERSIONONE. 8th annual state of agile survey. Versionone inc. 17 p. 2014.

VERWORN, B. A structural equation model of the impact of the “fuzzy front end” on the success of new product development. **Research Policy**, v. 38 , p. 1571–1581, 2009.

VINEKAR, V.; SLINKMAN, C.; NERUR, S. "Can Agile and Traditional Systems Development Approaches Coexist? An Ambidextrous View", **Information Systems Management Journal**, v. 23, n. 3, p. 31 – 42, 2006.

WALSH, J.; UNGSON, G. Organizational memory. **The Academy of Management Review**, v.16, n., p. 57-91, 1991.

WANG, J.; LIN, W.; HSIANG HUANG, Y. A performance oriented risk management framework for innovative R&D projects. **Technovation**, v. 30, p. 601–611, 2010.

WILLIAMS, L. A Survey of Agile Development Methodologies, pp 209-227, 2007. Disponível em: <http://agile.csc.ncsu.edu/SEMaterials/AgileMethods.pdf> Acesso em: Acesso em: 15 de janeiro de 2016

WILSON, E.; MCDONOUGH, J.; ALLBEE, W.; NIELSEN, J. Project Managers and Project Management in the Biotech Industry. **BioPharm International**, jun., 2013.

WILSON, W.; HUSO, S. *Trait Stacking*, licensing, and seed firm acquisitions in genetically modified grains: a strategic analysis. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, v.33, n.3, p. 382-401, 2008.

WU, F. Explaining Public Resistance to Genetically Modified Corn: An Analysis of the Distribution of Benefits and Risks. **Risk Analysis**, v. 24, n. 3, p. 715-726, 2004.

WYSOCKI R. K; MCGARY, R. **Effective Project Management: Traditional, Adaptive, Extreme**, Third Edition. Willey Publishing, 504p. 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. V. 4, 248p. Porto Alegre: Bookman, 2009.

YOON, B.; PARK, Y. A text-mining-based patent network: Analytical tool for high-technology trend. **The Journal of High Technology Management Research**, v. 15, pp. 37–50, 2004.

YOUNG, M. P. Prediction v Attrition. **Drug Discovery World** website [online], 2008. Disponível em: <http://www.ddw-online.com/s/business/p92811/prediction-v-attrition-fall08.html> .Acesso em 5 de fevereiro de 2015.

YU, J.; GITTINS, J. Models and software for improving the profitability of pharmaceutical research. **European Journal of Operational Research**, v. 189, p. 459–475, 2008.

YU, M. Simulating the drug *discovery* pipeline: a Monte Carlo approach. **Journal of Cheminformatics**, v. 4, n. 32, 14p., 2012.

WATTS, D. The new science of networks. **Annual review of sociology**, pp. 243-270, 2004.

WATTS, D.; STROGATZ, S. H. Collective dynamics of ‘small-world’ networks. **Nature**, v. 393, n. 6684, pp. 440-442, 1998.

ZHANG, H. Two Schools of Risk Analysis: A Review of Past Research on Project Risk. **Project Management Journal**, v. 42, n. 4, p. 5–18, 2011.

ZHANG, J. Summary and Analysis of Mergers between Global Seed Companies in 2016. Agronews, 2017. Disponível em: <http://news.agropages.com/News/NewsDetail---21186.htm> Acesso em: 07 de janeiro de 2018.

ZHAO, G.; CHEN, W. Enhancing R&D in science-based industry: An optimal stopping model for drug *discovery*. **International Journal of Project Management**, v. 27, p. 754–764, 2009.

ANEXO A - Lista de empresas com maior volume de vendas de sementes no ano de 2009.

Companies with over \$100 million in crop seed and biotechnology sales in 2009, plus BASF

Company	Country of incorporation	Crop seed and biotech sales	Agricultural chemical sales	Agricultural biotechnology research
<i>Million U.S. dollars</i>				
Monsanto	U.S.	7,297	3,527	>80% of crop R&D
DuPont/Pioneer	U.S.	4,806	2,320	>50% of crop R&D
Syngenta	Switzerland	2,564	8,491	>15% of crop R&D
Limagrain	France	1,370	0	>25% of crop R&D
KWS AG	Germany	996	0	Yes
Bayer	Germany	699	7,535	>85% of crop R&D
Dow	U.S.	633	3,708	>85% of crop R&D
Sakata	Japan	485	0	Yes
Forage Genetics Int'l (Land O'Lakes)	U.S.	412	0	No
DLF-Trifolium	Denmark	391	0	Yes
Takii	Japan	347	0	Yes
Rijk Zwaan	Netherlands	265	0	Yes
In Vivo	France	217	0	Yes
Barenbrug Holland BV	Netherlands	208	0	Yes
Saaten-Union	Germany	187	0	Yes
RAGT Semences SA	France	181	0	Yes
Florimond Desprez	France	162	0	Yes
Euralis Group	France	154	0	Yes
Maisadour Semences	France	119	0	Yes
Stine Seeds	U.S.	<i>unknown</i>	0	Yes
BASF	Germany	<i>small</i>	5,065	100% of crop R&D

Fonte: Retirado de Fuglie et al, 2011.

APÊNDICE A - Roteiro de apoio a entrevistas sobre gestão de projetos de geração de novos *traits* em sementes - Parte 1

O seguinte roteiro é de **natureza acadêmica**, conduzido por pesquisador bolsista da FEA de Ribeirão Preto (USP), e tem como **objetivos**:

Descrever o gerenciamento do processo de **Discovery e prova de conceito*** da geração de novos *traits* em sementes

Somente é pedido ao entrevistado informar seu cargo (se está ligado à área funcional ou de projetos) e email para contato, sendo a **empresa ao qual pertence mantida em sigilo**.

Não é o objetivo desta entrevista:

- Obter qualquer informação técnica dos projetos.
- Realizar esforços de inteligência competitiva para qualquer empresa.
- Expor dados ou opiniões de respondentes.

Como **feedback**, os respondentes receberão ao término do estudo:

- Um mapa de como ocorre à gestão de projetos na etapa de *Discovery* e a prova de conceito de novos *traits*, o qual pode ser usado para facilitar a compreensão por parte da gerência, e a explanação de conceitos para novos contratados, ou empresas menores interessadas em realizar inovação aberta nestas etapas.
- Uma análise crítica de possíveis conflitos entre a gestão destes projetos e os objetivos dos mesmos.
- Sugestões contextualizadas para melhoria de eficiência do processo como um todo.

Cargo: _____

*Não existem respostas incorretas!

1- Quais as etapas das fases de *discovery* e prova de conceito?

2- Como você identifica o tipo de gestão utilizada em projetos que envolvam desenvolvimento de inovações na área de biotecnologia agrícola?

Conceitos a serem esclarecidos: ferramentas do PMI, como o PMBoK; ferramentas do IPMA, como o ICB; métodos ágeis como SCRUM.

3- Qual o grau de inovação tecnológica do projeto?

Conceitos a serem esclarecidos: Baixa tecnologia: tecnologias existentes e bem estabelecidas; Média tecnologia: maior parte das tecnologias já existentes, com uma tecnologia ou atributo novo para a empresa; Alta tecnologia: maior parte das tecnologias é nova para a empresa; Muito alta tecnologia: tecnologias novas para o mundo são desenvolvidas

4- Qual a complexidade do projeto?

Conceitos a serem esclarecidos: Derivado: uma versão diferente de um mesmo produto; Nova plataforma: uma geração diferente de uma linha de produto existente; Produto disruptivo: produtos completamente novos ao mercado global, com reinvenção de conceitos.

5- Qual a necessidade de velocidade do projeto?

Conceitos a serem esclarecidos: Regular: velocidade de conclusão não é crítica para sucesso da empresa; Rápida/competitiva: projeto com velocidade voltada a atender oportunidades de mercado, que apesar de finitas não tem data para terminar; Tempo crítico: projeto possui uma data limite que se não atendida representa fracasso do projeto; “Blitz”: tempo para conclusão do projeto é altamente crítico, sendo geralmente associado à solução de crises.

6- Quais os *stakeholders* ligados a este produto, e como os mesmos se comportam?

Agente	Ação	Alvo	Intensidade (fraca, média ou forte)

7- Como você descreveria as posições dos *stakeholders* descritos na questão anterior?⁷

---

⁷ Poder (que pode ser financeiro, coercivo, ou simbólico), legitimidade além da julgada pelo próprio *stakeholder* (legal, moral, baseada em risco/benefício), e urgência de ter sua demanda atendida.

APÊNDICE B – Informações coletadas sobre influências de stakeholders

Agente	Ação	Alvo	Intensidade
Academia	Descobertas auxiliam no desenvolvimento de sementes para	Empresa de sementes GM	Fraca
Academia	Influencia as decisões de	Agência regulatória	Média
Academia	Fornecer pesquisadores e ideias para	Empresas menores de biotecnologia	Forte
Criadores de animais	Vende produtos derivados de animais para	Indústria	Forte
Criadores de animais	Expressa desejos e preocupações para	Fazendeiro que usa GM	Fraca
Consumidor	Compra produtos e exige preço/características de	Indústria	Forte
Consumidor	Opinião pública afeta decisões de	Agência regulatória	Média
Consumidor	Opinião pública afeta decisões de	Empresa de sementes GM	Fraca
Consumidor	Opinião pública afeta decisões de	Acionistas de GM	Fraca
Meio ambiente	Interações positivas ou negativas interferem com	Fazendeiro que não usa GM	Forte
Meio ambiente	Interações positivas ou negativas interferem com	Fazendeiro que usa GM	Forte
Empresa de sementes GM	Vende sementes GM e ouve pedidos de	Fazendeiro que usa GM	Forte
Empresa de sementes GM	Adquire market share de	Empresa que não vende GM	Forte
Empresa de sementes GM	Compra tecnologias e serviços de	Empresas menores de biotecnologia	Fraca
Empresa de sementes GM	Reduz a pressão do preço de alimentos para	Pop. suscetível a escassez de alimentos	Média
Empresa de sementes GM	Cria empregos e para impostos para	Cidade da empresa de sementes GM	Forte

Empresa de sementes GM	Gera retorno para	Acionistas de GM	Forte
Empresa de sementes GM	Licencia <i>traits</i> GM para as sementes de	Empresas que licenciam <i>traits</i> GM	Forte
Fazendeiro que usa GM	Vende grãos GM que são usados como ração para	Criadores de animais	Forte
Fazendeiro que usa GM	Vende grãos GM que são usados como substrato para	Indústria	Forte
Fazendeiro que usa GM	Sementes GM podem se espalhar para fazendas de	Fazendeiro que não usa GM	Fraca
Fazendeiro que usa GM	Afeta positivamente a balança comercial de	Meio ambiente	Forte
Fazendeiro que usa GM	Práticas como uso de pesticidas e desflorestamento afetam o	Empresa de sementes GM	Forte
Fazendeiro que usa GM	Compram sementes GM de	Países que exportam produtos GM	Forte
Indústria	Vende produtos para	Consumidor	Forte
Indústria	Afeta positivamente a balança comercial de	Países que exportam produtos GM	Forte
Indústria	Expressa desejos e preocupações para	Fazendeiro que usa GM	Fraca
Empresas que licenciam <i>traits</i> GM	Vende sementes GM para	Fazendeiro que usa GM	Forte
ONGs	Influencia as decisões de	Consumidor	Forte
ONGs	Influencia as decisões de	Agência regulatória	Média
ONGs	Pode interferir com pesquisa e produção de	Empresa de sementes GM	Fraca
Empresa que não vende GM	Vende sementes não GM para	Fazendeiro que não usa GM	Forte
Fazendeiro que não usa GM	Expressa preocupações para	ONGs	Média
Fazendeiro que não usa GM	Práticas como uso de pesticidas e desflorestamento afetam o	Meio ambiente	Forte

Fazendeiro que não usa GM	Vende grãos que são usados como ração para	Criadores de animais	Forte
Fazendeiro que não usa GM	Vende grãos GM que são usados como substrato para	Indústria	Forte
Fazendeiro que não usa GM	Compra as sementes de	Empresa que não vende GM	Forte
Pop. suscetível à escassez de alimentos	Influencia as decisões de	Agência regulatória	Fraca
Agência regulatória	Aprova ou não o uso de produtos de	Empresa de sementes GM	Forte
Agência regulatória	Agências de outros países podem proibir a compra de produtos GM de	Países que exportam produtos GM	Forte
Agência regulatória	Aprova ou não o uso de produtos de	Empresas menores de biotecnologia	Forte

APÊNDICE C - Roteiro de apoio a entrevistas sobre gestão de projetos de geração de novos *traits* em sementes – Parte 2

O seguinte roteiro é de **natureza acadêmica**, conduzido por pesquisador bolsista da FEA de Ribeirão Preto (USP), e tem como **objetivos**:

Descrever o gerenciamento do processo de *Discovery* e **prova de conceito*** da geração de novos *traits* em sementes

- Buscar encontrar pontos de possíveis melhorias a serem analisados posteriormente.

Somente é pedido ao entrevistado informar seu cargo (se está ligado à área funcional ou de projetos) e email para contato, sendo a **empresa ao qual pertence mantida em sigilo**.

Não é o objetivo desta entrevista:

- Obter qualquer informação técnica dos projetos.
- Realizar esforços de inteligência competitiva para qualquer empresa.
- Expor dados ou opiniões de respondentes.

Como **feedback**, os respondentes receberão ao término do estudo:

Um mapa de como ocorre a gestão de projetos na etapa de *Discovery* e a prova de conceito de novos *traits*, o qual pode ser usado para facilitar a compreensão por parte da gerência, e a explanação de conceitos para novos contratados, ou empresas menores interessadas em realizar inovação aberta nestas etapas.

Uma análise crítica de possíveis conflitos entre a gestão destes projetos e os objetivos dos mesmos.

Sugestões contextualizadas para melhoria de eficiência do processo como um todo.

Assinatura do entrevistador

*Discovery e prova de conceito correspondem as seguintes etapas:

Cargo: _____

**Não existem respostas incorretas!*

1- Os mesmos gerentes de projeto que atuam nesta etapa inicial (*discovery* e prova de conceito) são também responsáveis por etapas posteriores de teste em campo em maior escala?

2 - Quais tipos de fatores⁸ em ordem de importância são críticos para a conclusão eficiente do projeto? (a, b, c, d, e, f, g, h, i)

⁸ Exemplos de recursos críticos:

(a) Objetivos bem definidos

(b) Monitoramento de desempenho

(c) Habilidade de tomadores de decisão (ex.: ao estabelecer um cronograma) e apoio da gerência sênior

(d) Qualificação e quantidade adequada de integrantes na equipe

(e) Comunicação

(f) Ambiente de projetos corporativo e externo

(g) Tamanho (duração, complexidade ou número de pessoas)

(h) Recursos (serviços de terceiros, financeiros, ou tecnológicos)

1°(   )   2°(   )   3°(   )   4°(   )   5°(   )   6°(   )

3 - Quais fatores críticos frequentemente geram problemas na execução do projeto?

(a, b, c, d, e, f, g, h, i)

1°(   )   2°(   )   3°(   )   4°(   )   5°(   )   6°(   )

4 - Qual a frequência de ocorrências imprevistas de aspecto técnico que alteram as condições normais do projeto? (Por exemplo, dificuldades inesperadas com um candidato promissor.)

5 - Nas etapas identificadas em *discovery* e prova de conceito, como você classifica o tamanho e número de equipes, considerando projetos tradicionais em biotecnologia?

6 - Preencha a tabela sobre comunicação das equipes atuantes nas etapas de *discovery* e prova de conceito:

Comunicação	Frequência ex.: semanalmente, mensalmente, semestralmente, não ocorre, etc.	Comunicação predominante (formal x informal)
Entre equipes de pesquisa de função distinta		
Entre alguma equipe e departamento de marketing		
Entre equipes e pesquisadores externos		

7 - Qual a proximidade física das equipes que atuam na maior parte do projeto na etapa de *discovery*?

Conceitos a serem esclarecidos: Mesmo complexo de pesquisa (mesma cidade); Complexos de pesquisas separados (mesma cidade); Mesmo país (cidades distintas); Países diferentes