**Análise de Redes de Patentes em Biotecnologia Agrícola: apropriabilidade e destruição adaptativa**

José Maria Jardim Ferreira da Silveira-

Instituto de Economia da Unicamp – [jmsilv52@gmail.com](mailto:jmsilv52@gmail.com).

Maria Ester Soares Dal-Poz- FCA-Unicamp

Ivette Luna Haumanni.- IE-Unicamp

Vinicius Eduardo Ferrari.- IE Unicamp

Fabio Kenji Masago – IC Unicamp

**ABSTRACT**

This article aims to map and qualify the technological trajectories and R&D efforts on transgenic plant modification (GMOs). The dynamics of those global efforts is captured through the Innovation Networks approach, in which the citation relationships of patents are used to chart the technological trajectories and analyze the emergence of GMOs products. Further proceedings were settled to reach the mechanisms of appropriability of GMOs through legal and market intellectual property tools. The methodology is strongly based on network analysis. Strategic links between technological development and the private ownership of plant transformation "enabling technologies" were studied to characterize the processes to obtain and maintain the dynamic ownership of GMOs. The results show that differently of the models that follows Keneth Arrow’s perspective, a system of blocking patentes has been built from strategies related to IP mechanisms, basically through patenting. The set of those assets and capabilities is here considered as the innovation appropriation strategy, and they are performed as a “value chain orchestration” process.

Key Words: network analysis; agriculture biotechnology, patents; intellectual property rights. .

**RESUMO**

Este artigo tem como objetivo mapear e qualificar as trajetórias tecnológicas e os esforços de P & D na modificação planta transgênica (OGM). A dinâmica desses esforços globais é capturada através da abordagem de redes de inovação, no qual as relações de citações de patentes são utilizadas para mapear as trajetórias tecnológicas e analisar o surgimento de produtos OGM. Outros processos foram resolvidos para alcançar os mecanismos de apropriação de OGM através de ferramentas de propriedade intelectual legais e de mercado. A metodologia é fortemente baseada na análise de rede. Ligações estratégicas entre o desenvolvimento tecnológico e a propriedade privada de "tecnologias facilitadoras" de plantas foram estudadas para caracterizar os processos para obter e manter a propriedade da tecnologia de obtenção cultivares transgênicos. Os resultados mostram que, diferentemente dos modelos que se seguem a perspectiva de Kenneth Arrow, um sistema de Patentes Bloqueantes foi construído a partir de estratégias relacionadas com os mecanismos de PI, basicamente, por meio de patentes. O conjunto desses meios e capacitações é aqui considerado como a estratégia de apropriação da inovação que são executadas como um processo de "orquestração da cadeia de valor.

Palavras-chave: análise de redes, biotecnologia agrícola, patentes, direitos de propriedade intelectual

JEL:Q16;O33.

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho visa mapear as trajetórias tecnológicas da biotecnologia agrícola, mais especificamente dos organismos geneticamente modificados (TT, daqui para frente) com o objetivo principal de apontar a relevância das patentes como instrumento que garante a apropriabilidade dos esforços de pesquisa em plantas geneticamente modificadas (OGM). Para tanto, aplica-se a metodologia de análise de redes de patentes (JACKSON, 2009) em um ambiente de inovação na agricultura, identificando os principais detentores de patentes e relacionando-os com o processo de competição na indústria de biotecnologia vegetal e de sementes (FUGLIE; SCHIMMELPFENING, 2010).

A importância do tema está no fato que se estima que no caso do Brasil, um dos países de destaque na cena agrícola mundial, um crescimento anual do produto agropecuário, de 1975 a 2011 de 3,7%, sendo que 0,2% é atribuído ao uso (mais intenso) de insumos e 3,56% à variação anual da produtividade total dos fatores (PTF). Estima-se que cerca de 40% deste ganho esteja relacionado ao melhoramento genético vegetal e mais recentemente, à difusão de cultivares GM (GASQUES; BASTOS; VALDEZ; BACCHI; 2012; CÉLERES, 2012). A posição da agricultura brasileira na maioria dos mercados mundiais, a despeito da gritante falta de infraestrutura do país, revela sua competividade, que tem na produtividade dentro da fazenda seu principal componente O intenso debate sobre a cobrança de *royaties* nos países em que o agronegócio tem grande importância, como EUA, Brasil, Argentina, Canadá e Austrália tornam o tema deste trabalho oportuno, sendo atual, mas também com interesse acadêmico, ao discutir a relação entre sistemas que dependem de variáveis biológicas e os sistemas de patenteamento.

A principal hipótese do trabalho é que as trajetórias tecnológicas identificadas a partir de redes de citação de patentes estão fortemente relacionadas aos mecanismos de apropriabilidade foram sendo construídos pelas empresas envolvidas no processo de geração das biotecnologias voltadas para agricultura. Patentes são relevantes em um ambiente que será evidenciado como de elevada seletividade (com a ressalva de que o ambiente legal importa)[[1]](#footnote-1),pois protegem não apenas o produto final, aquele que incorpora a tecnologia embarcada, mas as tecnológicas intermediárias (*enabling technologies*), capacitadoras, que permitem criar barreiras á entrada e assim deter os novos entrantes.

A hipótese central do trabalho distancia-se fortemente daquela definida pelo trabalho de Goeschl e Swamson-G&S (2003), para quem a presença do fenômeno típico das inovações biológicas (no setor de saúde humana, veterinária e também na biotecnologia voltada para agricultura) faria com que ocorresse muito menos investimento em áreas de reserva destinadas a atividades de P&D do que no caso de um processo conduzido pelo planejador central.

Adiantando os resultados, as firmas envolvidas nas atividades de P&D que resultam em produtos que interagem de forma crucial com o ambiente ao longo de seu ciclo de vida (como o caso de um pesticida agrícola) exercem poder de mercado[[2]](#footnote-2) que lhes garante cumulatividade para a continuidade do processo de pesquisa e desenvolvimento de produtos. A “destruição adaptativa”, fragiliza as barreiras à entrada e o poder de limitar a concorrência (*deterrence*) como apontam Goeschl e Swanson (2003) no momento em que o processo de perda de valor biológico ocorre, mas, em um prazo mais longo (como o período que caracteriza as redes construídas neste estudo), gera um ambiente seletivo forte, limitando a sobrevivência de empresas que não tenham ganho cumulatividade no processo de geração de inovações, desenvolvimento de mercado e de patenteamento (portanto, TT no sentido de DOSI, 1982). Além disto, na presença da “destruição adaptativa” o papel dos custos afundados de P&D (ressaltados por DASGUPTA; STGLITZ, 1988) ganham um papel de relevo, o que não permite tratar o setor “monopolista”, que realiza P&D, como composto de “n” firmas de igual tamanho como em muitos modelos que tratam do processo de “destruição criativa” (G&S, 2003; AGHION; HOWITT, 1998).

Em suma, o presente trabalho admite a importância do fenômeno de “destruição adaptativa” na agricultura, mas fornece evidências sobre as atividades de P&D e de patenteamento que divergem fortemente das conclusões de G&S. O ponto central, explicitado ao final do trabalho, é exatamente o papel central das atividades de P&D no padrão de competição dos inovadores. Deve-se apontar enfaticamente que o resultado que liga as atividades de patenteamento à construção de mecanismos complexos de apropriabilidade (pelo domínio das tecnologias intermediárias, as *enabling technologies*) apareceu como resultado da aplicação da metodologia, nunca como ponto de partida, o que é uma contribuição original deste trabalho: juntar TT obtidas com base em redes de citação de patentes (que não e novo, como será visto na revisão de literatura) com a questão de apropriabilidade no ambiente da biotecnologia agrícola.

Neste sentido o trabalho é perfeitamente aderente à ideia clássica de que patentes são importantes como mecanismo de apropriabilidade em determinados setores da economia, alguns deles gerados pelas próprias inovações, como no caso da biotecnologia agrícola (Saviotti, 2009). Por outro lado, seus resultados são coerentes com aqueles apontados por Heller & Eisenberg (1998), para quem ao sucesso do processo de inovação corresponde tal poder de bloqueio (*blocking patents*) de forma que o resultado do processo (principalmente quando apoiado por dinheiro público, como no caso de alguns eventos ocorridos no Brasil) seja socialmente indesejável.

A seguir apresenta-se a revisão da literatura sobre o tema de apropriabilidade e trajetória tecnológicas, uma parte geral e outra dedicada à biotecnologia agrícola. Na seção 3 são apresentadas as hipóteses e a metodologia desenvolvida no trabalho,. Os resultados aparecem na seção 4, juntamente com a análise das TT obtidas e finalmente a seção 5 resume as observações finais, apontando as principais contribuições do texto e propostas para avanço futuro.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1Uma visão geral sobre propriedade intelectual e patentes

A captura dos beneficios associados ao processos de inovação é um elemento chave na construção e permanência da vantagem competitiva das firmas (LAURSEN; SALTER, 2005; HALL, 2000; CEFIS; MARSILLI, 2003; CZAMITZKI; KRAFT, 2004). Vários estudos apontam para a variedade de mecanismos de proteção contra cópias ou apropriação indevida dos esforços de P&D por competidores diretos (entrantes, mas também por estabelecidos).Entre esses, são apontados: a) o uso de patentes e outros mecanismos legais de proteção; b) a mobilização de ativos complementares e ativos associados aos processos de venda/propaganda; manufatura e para integração de distintas formas de conhecimento (SAVIOTTI, 2009)[[3]](#footnote-3); c) a adoção de segredos, d) as vantagens de quem se move à frente (LEVIN ET ALl, 1987; COHEN et al, 2000; ARUNDELl, 2001).[[4]](#footnote-4)

De forma coerente com a literatura citada acima, Laursen & Salter (2005), em um estudo de campo feito com empresas da Grã-Bretanha, classifica os mecanismos de busca de apropriabilidade em: a) baseados em mecanismos legais – registros de design, marcas registradas e patentes) e;b) outros obtidos pela vantagem dada por firmas que se adiantaram, que saíram na frente, principalmente em segmentos da indústria em que é possível explorar as vantagens derivadas do segredo, complexidade do *design* e mesmo as vantagens regulatórias, que impõe um hiato temporal sobre os concorrentes. Também de acordo com Hussinger (2005) as firmas usam vários mecanismos, sendo os relacionados à propriedade intelectual apenas um destes. López (2009) ressalta que a propensão a patentear das empresas é afetada pela avaliação conjunta de outros instrumentos de proteção às inovações, o que coloca restrições ao uso de “contagem do número de patentes” como indicador de vigor tecnológico de uma firma, região ou país. Mas o que vale ressaltar no trabalho deste autor é justamente sua ênfase no papel das estratégias das firmas como definidoras das estratégias de propriedade intelectual.

Já uma pesquisa realizada por Cohen et AL. (2000) mostra que os principais mecanismos de apropriabilidade na maioria dos setores investigados são uma combinação de conhecimentos - da capacidade de absorção dos membros das empresas e talvez de intermediários que se conectam com outros nós da rede, formando o que Jackson, 2009 denomina de “mundo pequeno”- com ativos complementares, marcas registradas e vantagens daquele que “sai na frente”. Patentes, para eles, vêm em segundo plano, com exceção dos setores farmacêuticos, a indústria química, em que se destacam as estratégias de licenciamento cruzado entre empresas de igual, geralmente grande, porte (ARORA, 1997). Pode-se incluir como exceções os setores de biotecnologia, TI, telecomunicação, nanotecnologia e mesmo de instrumentação (RIBEIRO et AL, 2010). Os resultados da literatura parecem confirmar o argumento de Teece, (1986), de que o valor de uma inovação para uma empresa depende fortemente da complementaridade de seus ativos. Isto fica evidenciado pelo extremo controle sobre a comunicação interna nas empresas, a exigência de acordos de confidencialidade, meios para evitar o vazamento de segredos.

Além do propósito de garantir proteção, patentes são consideradas como meio de incentivo à atividade de inovar, assim como uma fonte importante de informação, como é o caso do uso de patentes de citação e a avaliação da evolução do conhecimento em um ramo (utilizando a classificação de áreas de atividade, os chamados IPC, CPC, como em RIBEIRO et AL., 2010; KRAFFT, QUATRARO,SAVIOTTI, 2009). Wright (1983), ao comparar o papel de prêmios e das patentes como forma de incentivo à inovação, justifica teoricamente sua preferência pelo primeiro. Marengo et. alli (2009) e Cohen et al., (2000), também contrariando o senso comum, apontam que para a maioria dos setores industriais as patentes são pouco eficazes no cumprimento desta tarefa.

Todavia, nos últimos 20 anos, a atividade de patenteamento se intensificou drasticamente em praticamente todos os setores, mostrando que as firmas ampliaram sua visão acerca dos atributos das patentes, para além da busca de proteção e de receitas com licenciamento e cobrança de *royalties*: visam bloquear a entrada de concorrentes (COHEN ET AL., 2000; REITZIG, 2004; LAURSEN; SALTER, 2005).

Dois processos de elevação das barreiras à entrada via patentes são identificados e que resultam em obstáculos ao surgimento de inovações, na linha que argumentação feita na introdução deste trabalho: a) em algumas indústrias é possível patentear invenções que são substituíveis e bloquear aquelas que têm função similar, o que é feito pela construção de “cercas” protetoras em torno da patente central. Patentear processos e produtos capazes de substituir a invenção orginal é uma meio para restringir a capacidade de concorrentes ampliarem sua parcela de mercado (ARORA, 1997; REITZIG, 2004); b) quando os processos de desenvolvimento e comercialização são caracterizados por inovações sequencias que requerem a combinação de diversas inovações intermediárias fica caracterizada a ação bloqueadora mais comum em indústrias caracterizadas por produtos complexos, como telefones celulares e sementes transgênicas, por exemplo.

A legislação de patentes, em muitos casos, garante a propriedade intelectual de inovações futuras por meio de um processo de patentes superpostas (*overlapping patents* ou *patent thicket*, segundo SHAPIRO, 2001), elevando o risco de pagamento de patentes para vários detentores de patentes (o caso do arroz dourado ilustra bem o este tipo de problema, justificando ações instucionais para corrigir “falhas de sistema”, como o PIPRA)[[5]](#footnote-5), sendo portanto uma causa de uma possível redução de gastos em P&D pelas empresas (CHU, 2009).

Voltando-se para o ponto específico do trabalho, Saviotti (2009) aponta que redes de inovação e de pesquisa capturam a mudança qualitativa. Redes de citações “a frente”, unidirecionais, são, segundo o autor, consideradas redes de inovação. Foster (2004) reforça a ideia que a rede, quando obtida por alguma metodologia adequada, caracteriza um momento no desenvolvimento de sistemas complexos e adaptáveis, envolvendo esforços cumulativos que são resultados dos investimentos em P&D durante um certo período, portanto uma boa metodologia para checar conceitos teóricos evolucionistas.

Em sistemas complexos, a fase de P&D integra várias áreas de pesquisa, o que inclusive demanda competências institucionais – estabelecimento de parceiras e realização de acordos envolvendo direitos de propriedade, como *Material Trade Agreements* – MTA e *Freedom toOperate actions*-FTO. Ainda dentro de uma revisão geral sobre patentes, Shapiro (2001) aponta a importância de fusões e aquisições para atenuar os problemas causados por patentes bloqueantes e também para resolver conflitos entre competidores e mais importante, para fortalecer os direitos de propriedade sobre ativos mais relevantes para o processo inovativo da empresa. Ademais, para o envolvimento nas etapas de comercialização de produtos baseados em conhecimento há necessidade de estabelecer relações com usuários (fortíssimos no caso da agricultura), competidores (a própria ideia de rede confirma isto) e com fornecedores (a importância da cadeia de suprimentos e até da logística de transporte, como no caso da bioenergia), o que caracteriza uma ampla mobilização de ativos complementares (TEECE, 1986).

2.2 Biotecnologia, agricultura e propriedade intelectual

A revisão feita na seção anterior permite identificar os “pontos-chave”para a discussão de interesse do presente trabalho, desde a importância setorial das patentes até a explicação aparentemente paradoxal (já que patentes são consideradas por muitos um meio secundário de proteger ativos relacionados à inovação) do crescimento da atividade de patenteamento a despeito de seus efeitos “negativos” sobre a sociedade (o conflito entre o público e o privado, enfatizado por Arrow e aprofundado em DASGUPTA; STIGLITZ, 1988). Ela permite balizar as hipóteses do trabalho, apresentadas no início da seção 3.

Como já foi apontado, há especificidades na relação entre patentes e sistemas biológicos que não podem ser reduzidos ao efeito de destruição criadora, que é produzido pela inovação e não pela interação entre inovação e natureza. Este efeito de interação deve ser considerado nos sistemas econômicos e não se limitam a uma visão de degradação natural, de depleção de dos ativos da natureza, como aparecem em alguns modelos de crescimento em economia do meio ambiente(AGHION;HOWITT, 1998). Das tecnologias de manipulação do DNA (Dna-recombinantes e RNA-interferentes), até as pesquisas dos chamados *omics* (que envolve a bio-informática e os transcriptomas, para além da atividade hoje robotizada de sequenciamento genético, genotipagem e identificação de genoma funcional) - tecnologias derivadas do que Feldman & Yoon, (2012) classificaram como sendo “de propósito geral”- deu-se uma longa trajetória em direção à biotecnologia agrícola. Do ponto de vista econômico – assumindo-se o conceito de TT de Dosi (1982) – essas trajetórias envolvem muito mais que conhecimento científico aplicado à novos processos e produtos: envolvem conhecimento de regulação, de controle do fenômeno da “destruição adptativa e de comunicação de conhecimento, entre outros. (PAALBERG, 2001; BORGES et ALLI, 2010; G&S, 2003).

No caso dos projetos de inovação na área biológica (sujeitas portanto à destruição criativa e adaptativa) a antevisão dos problemas relacionados à apropriabilidade ocorre já na “prova do conceito”, na formulação da ideia que funda um conjunto de inovações (SILVEIRA, DAL-POZ, MASAGO, 2011).Como foi dito na introdução, o presente trabalho, utilizando a metodologia de redes de citação de patentes, investiga a relação entre as TT e a construção de mecanismos de apropriabilidade, qualificando os resultados. Graff, Rausser & Small (2003) , estabeleceram uma relação entre as etapas que envolvem o lançamento de produtos em biotecnologia agrícola e a estrutura de ativos complementares, transformando a agricultura em uma atividade baseada em conhecimento.

A busca de TT baseadas em redes de patentes coloca em evidência o que a literatura chama de “tecnologias habilitadoras” como ferramentas para construção de sistemas baseados em conhecimento, idéia próxima a de blocos em construção que caracterizam os sistemas complexos. Tem-se um primeiro ponto de relevo: a obtenção de produtos inovadores em biotecnologia agrícola envolve sequências de inovações que são articuladas sequnecialmente ao longo de um período de tempo determinado (SILVEIRA; DAL-POZ; MASAGO, 2011, SAVIOTTI, 2009; VENTURA et alli, 2013) [[6]](#footnote-6). Além disso, recuperando o que foi apontado na sub-seção anterior, os sistemas jurídicos que definem as regras, a aplicação e também, as características de cada “capitalismo”, ou seja, a eficácia na aplicação das regras (BARBOSA, 2013) são extremamente relevantes, principalmente em face à existência da destruição adaptativa ( G&S, 2003; GRAFF et AL., 2003; BARBOSA, 2012).

Retomando G&S (2003), a presença do fenômeno típico das inovações biológicas (no setor de saúde humana, veterinária e também na biotecnologia voltada para agricultura) faria com que ocorresse muito menos investimento em P&D do que no caso de um processo conduzido pelo planejador central. A causa disso seria o fenômeno que os autores chamam de “destruição adaptativa”, que é a perda de valor biológico de um produto bem final resultante de um processo de inovação biológica em um prazo inferior ao prazo de validade das patentes, em tese, de 20 anos (ver também COWAN, 1996; YEROKIN;MOSCHINNIi, 2008).

Segundo G&S , quanto mais a resistência às pestes se torna forte, o retorno privado da atividade de P&D (a parte dos recursos naturais e dos fundos das empresas dedicados à pesquisa em melhoramento genético) se distancia do montante que em teoria seria alocado pelo planejador central. Utilizando uma imagem derivada da ideia de “destruição criativa” (AGHION, 1998), os autores colocam um redutor na equação de valor presente das atividades de P&D, o que ocasiona uma diferença entre o que seria socialmente alocado em P&D e o que o que seria realizado pelo mercado, uma falha de mercado não corrigida pelo sistema de patentes, dentro do espírito do trabalho de Keneth Arrow

G&S terminam por preconizar outros mecanismos, que não o do patenteamento, para incentivar as atividades de P&D na área de produtos “biológicos” (o que inclui produtos químicos e farmacêuticos), o que contraria as evidências de um período de intenso patenteamento com forte relação com o processo de apropriabilidade evidenciado pelo estudo de redes de patentes desenvolvido no trabalho**,** como será explicitado na seção 4. ). Para Yerokin e Moschinni , Y&M, (2008) o risco em tomar os elevados “custos afundados” quando a “destruição adaptativa” ocorre se eleva com a incerteza típica do início de formação de um paradigma tecnológico (DOSI, 1982). As indústria de sementes e de agroquímicos (*life sciences*) enfrentaram muitas incertezas na primeira metade dos anos 90 (o que coincide com intenso patenteamento na área, como será visto na seção 4). Neste contexto, os Direitos de Propriedade Intelectual-DPI (principalmente patenteamento, mas não somente estes, como foi visto) contribuíram para sustentar as estratégias de melhoramento genético e biotecnologia agrícola na presença da “destruição adaptativa”, que para Y&M (2008) assume a forma de resistência das pragas aos produtos da biotecnologia. O destaque dado a este texto se deve justamente ao fato de os autores não levarem em conta os outros componentes relevantes para a análise, principalmente a sequencialidade das inovações, a cumulatividade da pesquisa, os custos fixos e afundados relevantes para a pesquisa (no caso de G&S, mas não Y&M) e o papel dos sistemas regulatórios e de propriedade intelectual.

O estudo de Ventura et alli, (2013) apresenta uma temática muito próxima à adotada no texto, mas utilizando uma metodologia diferente, pois contrói intencionamente uma linha do tempo das inovações da biotecnologia agrícola como base para a realização de um estudo econométrico que toma os países como referência. Em seguida, trabalhando com classes de IPC em nível bastante desagregado, o estudo também busca identificar campos de investigação que estão próximos ao que foi definido como “tecnologia hablitadoras” e disto derivar consequências para a apropriabilidade, analisando as firmas envolvidas no processo de patenteamento e que tem uma posição de destaque nessas atividades. Em suma, trata-se de um estudo próximo, com resultados que permitem comparações interessantes com o que foi obtido por este trabalho, mas que não parte da análise de redes de patentes.[[7]](#footnote-7) Satry e Rao (2013), coerentemente com a identificação feita por Krafft, Quatraro & Saviotti (2009) sobre a emergência de sub-classes da classe G01 do IPC em patentes relacionadas à biotecnologia, tratam da importância da nanobiotecnologia para a biotecnologia agrícola, o que dá indicações para o desdobramento do trabalho.

Fulton e Giannakas (2001), centrado na auto-denominada “*life sciences industry*”, concluem que as fusões horizontais e as aquisições a frente (downstream) complementam os resultados de pesquisas realizadas nas corporações (*in house*) como estratégia para apropriação de ativios do conhecimento. Para os autores, nesse campo específico de atividade, os ativos complementarese combinam-se à proteção dada por um conjunto de patentes que as empresas detem: o objetivo é deter entrada e ganhar parcelas do mercado em um jogo claramente definido de rivalidade inter-oligopólica.

Heller, Reiter e Eisenberg, (1998) e também Bennet, (2004) apontam que a multiplicação de patentes bloqueantes do tipo “b” (descrito na seção 2.1) em biotecnologia causa uma contraditória falha de mercado (que, volta-se a enfatizar, é distinta da apontada por G&S), denominada “anti-commons”. Como consequência, a pesquisa demanda a presença de muitos intermediários (*gatekeepers*) para o acesso às distintas ferramentas de biotecnologia – vetores, marcadores moleculares, promotores. O excesso de direitos de propriedade e o número excessivo de detentores das tecnologias habilitadoras (*enabling Technologies*, que também denominou-se de intermediárias) reduz o uso das tecnologias e pode explicar a queda das atividades de patenteamento, em uma explicação alternativa e mais instigante do que a dada por G&S (2003).

## 3. HIPÓTESE E METODOLOGIA

3.1 Hipóteses

H1: As redes de patentes unidirecionais, baseadas em citação têm características estruturais que indicam a possibilidade de distinguir Trajetórias Tecnológicas;

H2: A análise de redes de patentes unidirecionais baseadas em citação permitem verificar a existência de sequências de tecnologias patenteáveis que formam sistemas complexos e que se caracterizam pela importância de tecnologias habilitadoras;

H3. A patentes identificadas por indicadores de HC+HC estão muito próximas do mercado;

H3a. Existe a vantagem do “*first mover*”, cujas patentes são HC+HC;

H3b. As estratégias relacionadas ao grupo de patentes identificadas por HC+HC envolvem movimentos de aquisição e fusão de empresas como forma de apropriação de tecnologias fundamentais, ativos complementares para a efetividade do sistema de patenteamento.

3.2 Metodologia:

A metodologia descrita a seguir foi desenvolvida pelos autores, com base em que foi desenvolvida a partir dos trabalhos de Hall, 2000; Hall & Trajtemberg,(2001), Sampat & Zeidonis, 2002; Breschi & Lussoni, (2004); Hall, Jaffe & Trajtemberg (2005) e Verspagen (2007). Todavia, não se trata de uma adaptação e sim um desenvolvimento a partir das ideias e conceitos apresentados nesta literatura de economia de redes e inovação.

Redes de Patentes mais citadas e patentes mais conectadas HC+HC

Estudos no campo de economia da inovação e da organização industrial estão fundadas em metodologias especificas para o entendimento de como uma certa indústria ou setor integra várias fontes de conhecimento para obter um artefato técnico novo, como uma nova molécula de agroquímicos ou uma nova variedade de sementes (COWAN, 2005).

A metodologia desenvolvida neste trabalho adota a perspectiva de redes em termos de patentes (nós) e suas conexões através de citação (arcos) (POTTS, 2000). Análise das redes torna possível capturar as formas nas quais os produtos de P&D fluem por um sistema interconectado que representam:

a) A acumulação de esforços para mobilização de ativos tangíveis, intangíveis e complementares para catalizar o processo de inovação;

b) A projeção em uma “linha de tempo” das conexões resultantes dos esforços feito com um grupo de atores econômicos em um jogo de rivalidade inter-oligopólico mais complexo do que aqueles representados por Cournot, Bertrand ou Stacklerberg, modelos de interação entre agentes utilizados por G&S (2003), por exemplo.

As relações embutidas nessas redes definem formas de interação competitiva que ocore em um período em que a própria rede está sendo formada. Disto deriva a dificuldade de aplicar a metodologia de HC+HC para tecnologias não maduras. As redes fornecem um processo sintetizado (como uma sequência de fotografias) pelos quais todos os elementos subjacentes passaram e mais importante, estão ligados, por hipótese, às tendências tecnológicas. Em alguns casos é possível concluir que tais tendências podem não existir.

Redes são o resultado do inter-relacionamento do conhecimento que os agentes (de alguma forma conectados ao mercado, pelo menos em países cujo ambiente institucional torna isto viável, como aqueles com leis de inovação tipo *Bay-Dohle Act)* detêm em um jogo de conhecimento comum (ainda que fortemente imperfeito) das capacitações para inovar. Quando existem, Trajetórias Tecnológicas (TT) são o resultado do esforço de P&D que podemalcançar o mercado e resultar em lucros elevados para os monopolistas.O custo de coordenação de um planejador central sobre este processo – que neste caso é conduzido por incentivos do jogo competitiv no sentido *schumpeteriano* e não na visão neo-clássica convencional – seria muito elevado, o que parece não ser considerado pelos trabalhos como de G&S e Y&M, citados na seção 2.

Fica clarríssima a importância das patentes como fonte de informação – que talvez não existissem caso o sistema fosse baseado em prêmios. As redes permitem observar os micro-aspectos relacionados à construção de capacidade entre os parceiros da rede, além de fornecer considerações amplas sobre os aspectos geográficos da dinâmica de inovações, uma vez que proximidade entre agentes pode ter importância (o que justifica no caso deste trabalho a opção pelo USPTO, dada a relevância dos EUA na pesquisa com biotecnologia agrícola) e sobre o papel cumprido por agrupamentos, nós, conexões para o desenvolvimento tecnológico.

Como é conhecido, redes são compostas por n verticies ou nós, que são ocupados por patentes e suas conexões, que representam a ocorrência de citações de uma patente pela outro no corpo da patente citadora. A estrutura das redes são relevantes e portanto indicadores de densidade, dos caminhos baseados em distâncias geodésicas e as medidas de centralidade (de *degree*, de *centrality* e de *in-betweeness*) são fundamentais para encontrar simplicidade em sistemas complexos (POTTS, 2000; OTTER;ROUSSEAU, 2002). No campo da teoria dos *graphos*, a distância entre dois vértices em um *grafico* é o número de arcos em um menor caminho entre eles, definindo assim a distância geodésica, em ligações diretas, uma vez que redes de citação são direcionadas (JACKSON, 2009).

Essas considerações derivadas da teoria de redes justificam a aplicação de métodos computacionais para formação de redes de citação. Essas redes, normalmente de difícil vizualização, permitem obter dados sobre número de patentes retornadas e citadoras indiretas, densidade, indicadores médios de centralidade e de in-*betweeness,* além de indicadores que podem revelar propriedades estruturais das patentes, como por exemplo, propriedades de redes do tipo *scale-free* (BARABASSI,2003) e o dimensionamento da rede (o tamanho da rede, limitado segundo a teoria de graus de separação, bastante conhecida). A construção de uma linha do tempo permite observar os períodos de mais intenso patenteamento, mas este tipo de “contagem de patentes” ainda deve ficar sobre o crivo do critério HC+HC, que é central no trabalho: patentes muito citadas devem estar conectadas a patentes relevantes, caso contrário, forma-se o padrão chamado “estrela” de pouco interesse para a análise de redes de inovação, demonstrando pouca maturidade da rede.

Para entender as relações de força e os elementos de proximidade da rede (patentes muito citadas demonstram prestígio –existindo um indicador de proximidade de prestigio, patentes citadoras, capacidade de processamento de informações, de combinação de ideias). Assim os seguintes procedimentos de tratamento e obtenção de indicadores são utilizados:

a)  *Key-core 20*, que é uma sub-rede formada por patentes com grau (degee) ao menos 20 (uma linha de corte definida experimentalmente, coerente com o caráter exploratório da metodologia proposta) ou uma aproximação desta medida, que é buscar uma sub-rede da rede original contendo todas patentes com degree 20 e manter as patentes que tem *degree* menor mas que funcionam como pontes entre patentes(DAL-POZ et AL, 2012).;[[8]](#footnote-8)Por hipótese essas patentes estão muito próximas do mercado;

b) Os indicadores de centralidade, complementares à análise do *K-core,* para identificar quais as patentes componentes das sub-redes respeitam o critério HC+HC. A confirmação da importância estrutural (depois busca-se a importância relacional, ou de mercado, que é metodologicamente independente da estrutural, uma contribuição desta análise) dos nós é feita pelo levamentamento dos valores dos índices na rede completa, menos densa que a sub-rede obtida pela aplicação do *K-core;*

c) O papel estrutural dos nós é revelado pela sua posição na rede também no sentido de que essas patentes (nós) não podem ser retirados sem comprometer toda estrutura (ou pelo menos a estrutura do componente gigante). Um componente altamente citado se torna um ponto de falha, em uma analogia com as falhas geológicas, como apontam. Barabasi (2002), Barabasi & Reka (1999), Barabasi et al (1999) and Barabasi & Bonabeau (2003). Essas redes irregulares tem portanto uma distribuição assimétrica de ligações em torno dos nós , como em SAVIOTTI (2009), o que aproxima a análise de indicadores de rede de indicadores de entropia.

d) Formada a sub-rede aplicam-se os critérios de caminho, estabelecendo o mapa das distâncias geodésicas em redes direcionadas para identificar a presença de “strong paths” (NOOY,MRVAR, BATAGJL, 2005), que são as trajetórias tecnológicas.

Esta linha metodológica se funda formulação de Breschi e Lissoni (2004) para quem os indicadores de citações unidirecionais de patentes (*forward citation*) são excelentes *proxies* para entender que a firma (A) pode ter menos patentes que a (B), mas ter patentes que segundo são HC+HC, logo ter patentes com maior valor (potencial) de mercado. Segundo esses autores, tal definição fornece uma visão não-linear das competências para inovar e o potencial tecnológico.

A análise da aproximação do mercado demanda um conhecimento que extrapola a visão estrutural da rede e que solicita os conhecimentos da evolução do setor de melhoramento genético e da biotecnologia vegetal, como por exemplo, é contido no trabalho de Graff et AL. 2003. Também o aporte das questões relacionadas à legislação de propriedade intelectual e sua aplicação em cada país ajudam na interpretação da relação das patentes HC+HC como o mercado, como pode ser encontrado em BARBOSA (2013). A informação de analistas qualificados é fundamental para validar as trajetórias obtidas, gerando um diálogo interdisciplinar em alto nível, que é característico da ciência moderna. Outro ponto interessante, mas que não é parte do escopo deste trabalho, é encontrar trajetórias que a despeito de sua importância estrutural e mesmo como base de conhecimento para outras atividades de P&D, não resultaram em produtos com impacto econômico, inovações.

Finalmente, a combinação da análise estrutural e relacional permite a verificação da hipótese da existência do *first-mover o que é coerente com a análise de* Teece (1986), Levin et Al. (1987), Winter (1987) and Cohen et Al. (2000). No caso da presente pesquisa, utilizou-se uma ferramente adicional, que realiza com base em *inferência Bayesiana* mapas de proximidade lexicográfica, denominada *Themescape*, desenvolvido pela *ThomsonInnovation*, que é restrita a assinantes. Tal ferramente permite associar os “temas” referentes às patentes componentes das redes e principalmente das trajetórias tecnológicas (TT), as patentes HC+HC com a linha do tempo de patentes, permitindo checar o conjunto de hipóteses apresentadasno na seção 3.1..

Uma observação adicional: As redes incluem patentes ainda vigentes e patentes expiradas, o que é coerente com os conceitos apresentados tanto na revisão bibliográfica e na metodologia. Patentes expiradas fazem parte do esforço de acumulação de conhecimentos que em um determinado problema podem ter sido fatores chave para a prova do conceito defnido no início das ativides de `P&D ou para a formação de ativos complementares que viabilizam a chegada do produto no mercado.

Uma síntese dos procedimentos

1. Definir as palavras-chave segundo o nível de agregação requerido pela pesquisa. O trabalho utiliza o nível meso de agregação, para evitar tanto a dispersão de palavras-chave muito amplas e o viés introduzido pelo recorte excessivo. O uso adequado de palavras-chave valoriza o resultado da pesquisa exploratória quando TT e vinculações com o mercado são encontradas, não refutando as hipóteses propostas;[[9]](#footnote-9) Não se utilizou nenhum filtro por classe de IPC, o que aumenta o “risco da pesquisa” , mas valoriza ainda mais os resultados obtidos. A Tabela 1 do Anexo apresenta a matriz de combinações léxicas das palavras chave utilizadas;
2. Construir as Redes a partir de um *robot*, no caso Odysseýs Patent Computing SystemTM . São redes de citação de patentes, unidirecionais, constando tanto de patentes que contêm as palavras-chave no título, *abstract* e nos *claims,* quanto as patentes vizinhas (*near-neighbourhoods*). No caso da pesquisa, o *robot* foi aplicado a redes de patentes do USPTO de 1976 a 2012. Considerou-se apenas a data de atribuição da patente (*patent granted*), o que não permite inferir o período de sua validade, como mostra Barbosa (2013), que depende da data de aplicação (*patent filled*)
3. Aplicar Indicadores na Rede Geral, como base para avaliação prévia da maturidade da tecnologia e para a periodização de sua evolução; utiliza-se o software PAJEK, disponível em vlado.fmf.uni-lj.si;
4. Gerar sub-redes com base no critério de HC+HC. No caso aplicou-se o critério de corte para construir sub-redes do tipo *k-core 20* e também *c*onstruir sub-redes ordenadas pela linha do tempo, com PAJEK;
5. Construir os mapas de distância geodesica da sub-rede e tomar as patentes cuja distância seja 1, o que consiste em um indicador restrito de *prestige proximity* que fornece, no caso de redes direcionais de patentes um sentido de TT;
6. Aplicação de mapas de superficies baseadas em lexicografia, o *Themescape* da TI@; que permitem, em combinação com a “linha do tempo” construída a partir das redes originais, validar a importância das patentes componentes das TT identificadas pela aplicação da metodologia proposta.[[10]](#footnote-10)

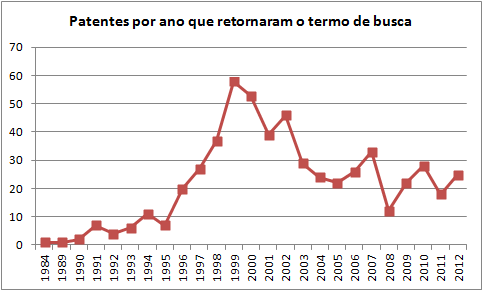
## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Indicadores, Redes e a verificação das hipóteses

A análise da rede completa mostra que 559 patentes contendo as palavras-chave (ver Quadro, no Anexo 1) retornaram a busca realizada (são patentes em verde da Figura 1). Patentes com compõe a rede como derivadas (primeiro vizinho) são 2106, gerando uma rede com 2665 vértices e portanto um número potencial máximo de associações muito elevado, o que reduz o indicador de densidade a 0,00137, ou seja um pouco mais de 1/1000 ligações foram feitas. Tal fato é coerente com a característica de uma rede que é necessariamente ordenada no tempo (patentes citadas sempre antecedem patentes citadoras e não existem loops).A Figura 1 mostra a concentração da atribuição de patentes no périodo 1995-2003, o que é se ajusta à data de lançamento dos primeiros OGM, em 1996, nos EUA e Argentina. Algumas sugestão a favor da H3 já pode ser aventada: patentamento e mercado parecem ser alguma sincornização.

Figura 1. Distribuição Temporal das Patentes Retornadas da Rede Completa

(1976-2012) n=2665



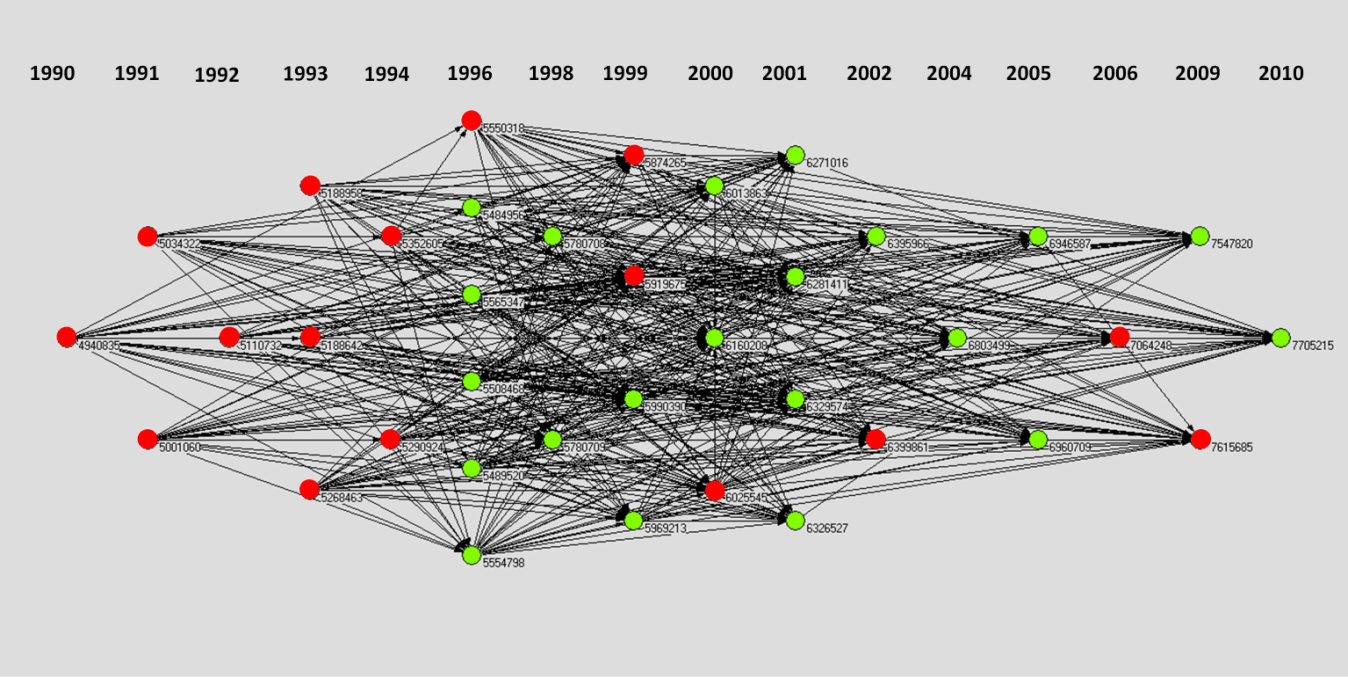
Fonte: Rede completa, Odissey.

A Figura 2 apresenta o resultado da aplicação da metodologia (item “d”, sub-rede *Key Core* 20) organizadas segundo a linha do tempo, para os períodos de maior intensidade de patenteamento. São 37 patentes densamente articuladas, o que não é trivial e sim um importante resultado de pesquisa (ver DAL-POZ et AL, 2012 para uma comparação com redes de patentes de tecnologias cujo Key-Core 20 gera indicadores muito inferiores de denside e de centralidade). No caso da sub-rede acima o nível de densidade é de 0,3288, bastante elevado (o que é trivial, pois também decorrente do tamanho da rede), tendo um degree médio de 23,7, acima do limiar definido pelo Key-Core 20.

A figura permite verificar uma certa hierarquia nas patentes, todas elas HC+HC. As patentes em vermelho contém as palavras-chave. Isto significa que estão fortemente relacionadas aos temas de transgenia e construção de organismos geneticamente modificados para a agricultura. Já as patentes em verde não contém as palavras chave. O fato de elas estarem em uma posição a frente no tempo siginfica por um lado que “beberam” na informação contida nas patentes relacionadas à construção de OGM’s apontando na direção da hipótese de que há um fluxo de tecnologia e um ordenamento da informação, típicas de tecnologias maduras, que estão “transbordando conhecimento”. A H1 não pode portanto ser refutada e estudos contemporâneos com redes de tecnologias assemelhadas, como em DAL-POZ et AL (2012) auxiliarim o estabelecimento de comparações: existe desdobramentos das patentes que correspondem ao uso de conhecimentos sequenciais, que indicam maturidade e possibilidade de extração de TT.

No Anexo, a Tabela 2 apresenta um quadro sintetizando as patentes contidas na Figura 2.

Figura 2. Redes HC+HC: Sub-rede K-Core 20 em linha de tempo (n=37)



Fonte: USPTO, 1976-2012.Legenda. Patentes em vermelho: retornadas; verde: citadoras, sem palavra-chave.

A lista com as principais patentes (aquelas com maiores indicadores de centralidade e componentes das TT, como será visto a frente, ) aparece no Anexo, na Tabela 1.A inspeção da tabela indica: a) que a primeira patente que aparece na Figura 2 acima corresponde a uma patente ampla detida pela Monsanto Corp., que foi desenvolvida “*in house*” e que é ampla o suficiente (52 claims) para evidenciar uma grande preocupação com o produto que irá chegar no mercado. Reforça-se a H3 com a identificação da “patente-mãe” da sub-rede apresentada acima. Esta patente apresenta os maiores valores de citação in-degree da rede completa, ou seja, ela não só é HC+HC, mas uma patente com elevado prestígio e fortemente conectada.(elevados índices de *closennes e não tão elevados de in-betweness*). Todavia, ela não cita ninguém, o que é coerente com a ideia de “patente-mãe”.

A tabela 1 abaixo mostra indicadores das principais patentes da rede apresentada na Figura 2.Esta tabela reforça a H2 do ponto de vista estrutural: as patentes da rede têm os maiores valores da rede completa para os dois indicadores utilizados, mas não há coincidência entre os indicadores. Patentes cujo domínio (NOOY;MRVAR;BATAGEJL, 2005) é amplo não coincidem com aquelas que facilitam a passagem do fluxo de informação. Há portanto o reforço das H1 e prinicipalmente H2, na análise estrutural. Ela ainda precisa ser reforçada pela análise do conteúdo das patentes, que dependem de informações que só a análise de redes não pode fornecer.

Tabela 1. Indicadores das Principais Patentes da Rede Key Core 20. (N=37)



Fonte: Rede completa, para as patentes do Key-Core 20; indicadores obtidos no PAJEK

Pedindo uma certa compreensão dos leitores não habituados com a tecnologia específica, a Tabela 1 do Anexo permite comprovar a H2 do ponto de vista relacional: das 9 primeiras patentes da tabela, 6 correspondem, segundo especialistas, a tecnologias habilitadoras. A primeira da lista, como foi dito, é a patente que denominamos carinhosamente de “mãe”, detida pela Monsanto Corp. De resto, percebe-se que outras empresas, universidades e pesquisadores privados vão desdobrando as tecnologias. Em um determinado ponto no tempo das patentes da Figura 2 muda-se o tema do patentamento e surge uma outra empresa, Dekalb Corp desenvolvendo métodos que não são relativos à construção de um OGM e sim que habilitam as plantas as receberem os construtos da biologia molecular. Neste ponto a H2 é substancialmente reforçada: trata-se de um conjunto sequencial de inovações desenvolvidas por distintos inventores e obtidas por distintas formas por diferentes *assignees* em um momento que o mercado está em seu início. Até 2002, portanto, a despeito da importância das patentes detidas pela Monsanto que é a empresa que desenvolveu o mercado das tecnologias, as barreiras à entrada são frágeis., assim como existe uma fronteira de aperfeiçoamento das tecnologias habilitadoras que não está inteiramente na empresa inovadora.

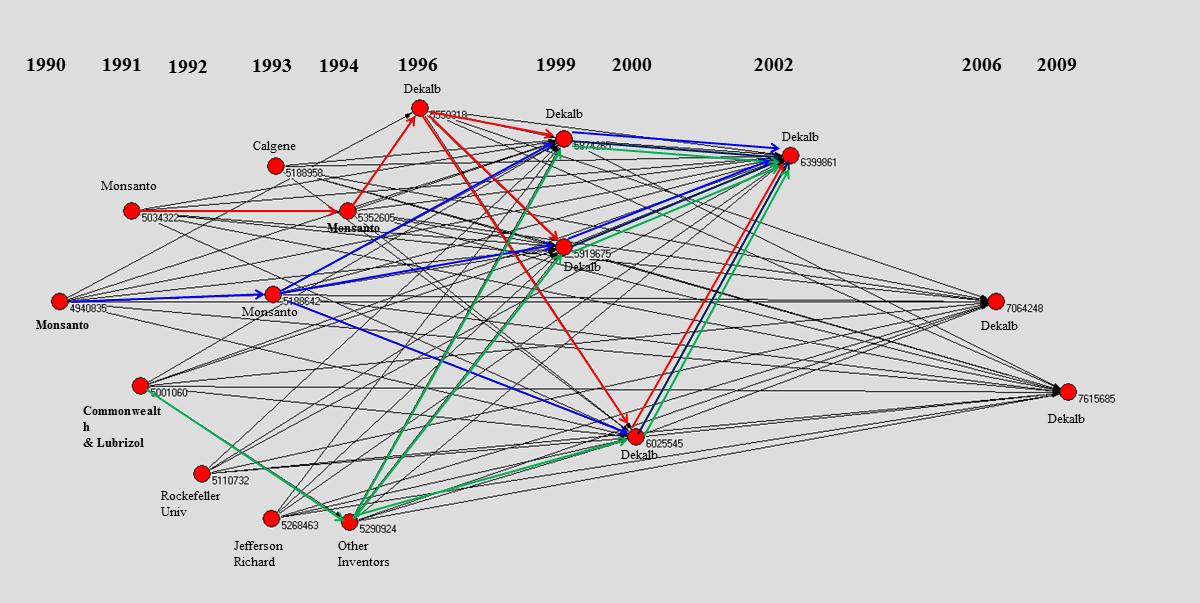
A hipótese H3a é bastante robusta: aquele que “sai na frente” tem vantagens que acabam por auxiliam na comprovação da H3b: as empresas CALGENE e DEKALB, destacadas em tecnologias habilitadoras que permitem chegar no mercado e ampliar o valor da tecnologia detida pela Monsanto (ao ampliar o alcance do mercado de grãos, de soja para milho, algodão e canola) são adquiridas pela corporação, transformando-se em divisões. A ocorrência de aquisições visando o mercado estão relacionadas às patentes HC+HC. É claro que existe o questionamento de que a empresa adquiriu empresas de sementes em todo o mundo e a grande maioria estariam relacionadas ao controle do mercado de sementes. Mas isto só reforça a hipótese da importância de ativos complementares. Caso não existissem OGM seria hoje a Monsanto uma mega corporação do setor de sementes, com todo o ônus que isto acarreta para sua imagem? Os resultados parecem contrariar esta hipótese alternativa.

4.2 Análise das Trajetórias Tecnológicas de Plantas Transgênicas

A conexão entre patentes formando caminhos que não podem se repetir (dada a natureza das redes unidirecionais) é analisada a seguir. Deixe-se claro que o mais provável – e para isto se deveria recorrer a simulações usando cadeias de Markov e simulações de Monte Carlo) – é que nenhuma trajetória fosse encontrada. No caso deste trabalho TT foram identificadas com certa clareza.

Segundo a metodologia, para obter as TT é preciso aplicar o critério de distância geodésica ou de “*strong path*” para que se possa de forma “sólida” utilizar o termo Trajetória Tecnológica e assim reforçar a H2 e por consequência, dar sentido às hipóteses que se seguem.

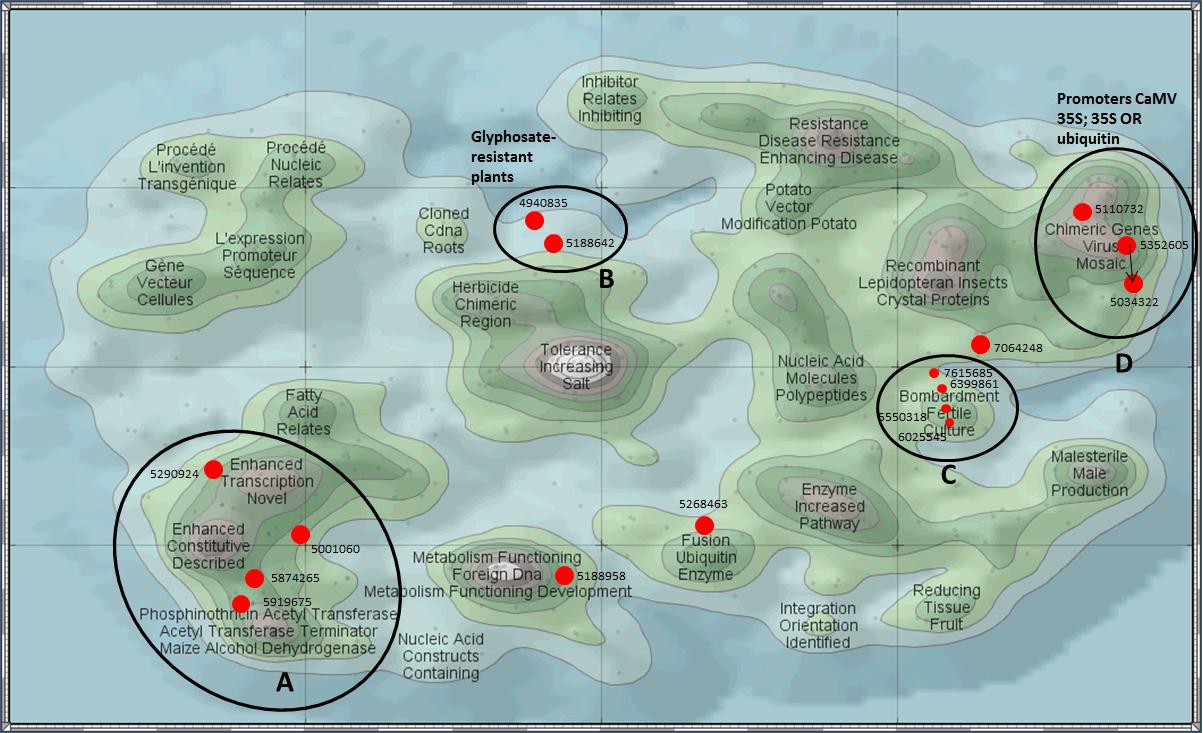
Figura 3. Trajetórias Tecnológicas (TT) de Plantas Geneticamente Modificadas com base na rede Key-Core 20, de 1990 a 2009. (legenda: vermelho, trajetórias de tecnologias habilitadoras de OGM; azul: trajetórias específicas de Tolerância a Herbicidas, Gliphosato; Verde: trajetórias habilitadoras de tecnologias para o mercado)[[11]](#footnote-11)



Fonte: OdisseyTM; Themescape ThomsnInnovationTM

. Na Figura 3 há uma divisão em áreas de conhecimento que foi obtida utilizando o Themescape e que fortalece a H2 de que existe um sistema sequencial de inovações que ´têm sentido de mercado, uma vez que a empresa que é o “first mover” se mostra interessada em adquirir empresas que detém os ativos fundamentais para a chegada ao mercado e/ou os ativos complementares. Se a aquisição da Dekalb poderia ser creditada à excelência de suas variedades de milho ([WWW.dekalb.com,(o](http://WWW.dekalb.com,(o) que se prova não ser verdadeiro) a compra da CALGENE só pode ser creditada ao conhecimento protegido por suas patentes.

A especilização dos ativos em um sistema que combina blocos em construção (*building blocks*) fica evidente na figura 4 a seguir.

Figura 4. Conteúdos Lexicográficos de Patentes da Rede de OGM

Fonte: Themescape, TITm, com base na rede completa de patentes e identificação das patentes do Key-Core 20, ou seja, patentes HC+HC.

Os seguintes grupos de patentes associados aos temas de forma inequívoca (H2) foram observados:

a) Cluster A contém ferramentas de transcrição de DNA e de expressão de genes e processos, de forma a provar o conceito de que é possível em nível molecular obter células geneticamente modificadas e que estas podem ser transferidas para organismos vegetais superiores (vetores e plasmídios);

c) Clusters B e D se referem aos promotores de DNA e técnicas de bombardeamento de genes necessárias para sua inserção nas células, que correspondem a patentes sobre *tecnologias habilitadoras* típicas, gerais que estão no início de todas e quaisquer trajetórias de modificações de plantas por técnicas chamadas de transgenia.

c) Cluster C refere-se a patentes mais próximas do mercado, mas que sem as tecnologias do Cluster A, não teriam nenhum valor de mercado. Elas permitem que o processo de transferência das plantas seja modular (pertença ao mesmo sistema) com as tecnologias do Cluster A, B e C ou seja, que as plantas geneticamente modificadas produzam sementes transgênicas que vão ao mercado; (H1, H2 e H3a). Eles contém tecnologias que permitem registrar as sementes GM: fertilidade e estabilidade, além da distinção (dada pelos novos *traits* incorporados) e novidade (BARBOSA, 2013).

Uma curiosidade importante para o Brasil: das patentes que compõe a TT (e que são um recorte das pantes HC+HC apresentadas na figura 2), 5 delas fazem parte do que se considera a “Patente” da Monsanto, que lhe deu direito à cobrança de *royalties* no Brasil, país cujo sistema de Propriedade Intelecutal é mais frágil do que nos EUA do ponto de vista do inovador que deseja remunerar seus esfoços de P&D. Logo, a H3 se confirma até no caso brasileiro, pois desde o período que as sementes transgênicas se difundiram (de 2003 até 2013, quando os agricultores questionaram o direito da empreasa em cobrar royalties) houve uma coleta de 1 a 2% do valor da safra de cerca de 50% da safra de soja do Brasil, um montante que é parcela dos benefícios estimados por Céleres, (2012) das variedades transgênicas no Brasil, superiores a R$ 5 bilhões. Ao que se sabe, no campo das plantas tolerantes ao gliphosato, quem realizou o primeiro movimento coletou *royalties* e acumulou conhecimento para outras gerações. Um desdobramento deste trabalho é observar a presença de rendimentos decrescentes da Trajetória Tecnológica e sua relação com barreiras à entrada.

## 5.OBSERVAÇÔES FINAIS

A observação inicial é um pouco pretenciosa: a metodologia HC+HC, baseada na literatura de redes de patentes, apresentou resultados expressivos no caso do estudo das plantas transgênicas. A metodologia proposta, fruto muito mais de esforço empírico do que a aplicação do conteúdo matemático da teoria de redes (que forneceu instrumentos indispensáveis de análise estrutural), permitiu ir além da simples obtenção de redes e trajetórias. De uma rede complexa e inestrincável como a rede inicial, chegou-se a redes interpretáveis e que suscitam novas pesquisas e investigações. Por exemplo, sobre as tecnologias que estando próximas não foram desenvolvidas, como por exemplo, as pesquisas com fatores de tolerância à seca, ainda fora do mercado. Também caberia investigar sobre a importâncias dos custos afundados dos gastos em P&D no reforço às barreiras à entrada: as tecnologias desenvolvidas, principalmente as tecnologias intermediárias, habilitadoras, não se transformam em bem público e criam oportunidades novas pesquisas, fragilizando as barreiras à entrada?

Voltando ao inicío do trabalho, a razão principal aventada pelo modelo teórico de G&S (2003) para um modesto patenteamento seria a percepção antecipada dos agentes de que o prazo das patentes seria encurtado pela ocorrência de “destruição adptativa”, típico das tecnologias que foram estudadas no trabalho. Aceita-se a ideia que algum grau de destruição adaptativa já vem ocorrendo, por exemplo na soja transgênica tolerante a herbicida (TH) (com o aparecimento da Buva, planta resistente ao gliphosato) e também no milho TH. Todavia, em nenhum momento da análise fica claro que a causa de menos esforços em P&D tenham se devido a esta antecipação racional (que justifica a forma com que o funcional foi apresentado por G&S) e sim à combinação conjunta das hipóteses que foram apresentadas na seção 3.1 e analisadas nos resultados obtidos pela aplicação da metodologia de redes: sistemas complexos de inovação, tecnologias sequenciais, presença de estratégias voltadas para ativos de conhecimento intangíveis, a exploração de ativos complementares e ações efetivas para criação de barreiras à entrada para garantir parcelas significativas de mercado.Isto sim de certa forma desencentivou entrantes a pesquisar nesta linha de pesquisa,ou os deslocou para buscas alternativas, o que não é captado por pesquisas na linha do trabalho de Arrow, justamente pela forma com que esses autores estilizam as escolhas tecnológicas.

Isto significa que a metodologia de redes substituiria a análise teórica?. De forma alguma pode-se afirmar tal coisa. Mesmo um pouco desfocados da natureza da tecnologia que estavam tratando, os trabalho de G&S (2003) e de Y&M (2008) auxiliaram de forma substancial a definição das hipóteses do que foram formuladas na seção 3.1., mas certamente contribuíram menos que a literatura baseadas na visão evolucionista e de redes que foram sintetizadas na seção 2 do trabalho.

A vantagem do enfoque de redes, que pode ser complementado com análises econométricas e qualitativas (a segunda realizada por este trabalho) é que a configuração estrutural permite selecionar os fatos mais importantes e com isto analisar fazer conjecturas sobre a natureza da tecnologia e sua relação com os padrões de competição da indústria. Claramente a metodologia não se aplica em casos em que as patentes não são parte de um conjunto de ativos estratégicos para as firmas e também tem resultados modestos quando a tecnologia não é madura. Mas como diria Gertrude Stein, uma metodologia é como uma rosa....

## REFERENCES

Aghion, P; Howit, P. (1998). Endogenous Growth. Theory. 1a ed. MIT Press, 694p..

Arora, A. (1997). Patents, Licensing, and Market Structure in Chemicals. *Research Policy*, 26, 391-403.

Arundel, A. (2001). The Relative Effectiveness of Patents and Secrecy for Appropriation. *Research Policy*, 30, 611-624.

Barabasi, A. L. (2002). *Linked: the New Science of Networks*, Cambridge, Perseus Publishing.

Barabasi, A.,Bonabeau, E. (2003). Scale free networks, *Scientific American*, 52–59.

Barabasi A., Reka A., Jeong H. (1999) Mean field theory for scale free random networks, *Physica* A, 272,173–187.

Barabasi A., Reka A. (1999) Emergence of scaling in random networks, *Science*, 286, 509–412.

Barbosa, D.B.. Dois estudos sobre os aspectos jurídicos do patenteamento da tecnologia roundup ready no Brasil – a questão da soja transgênica, 2013. Available: <http://www.denisbarbosa.addr.com/paginas/novidades/novidades.html>.

Batagelj, V., Zaversnik, M. (2003). An *O(m) algorithm for cores decomposition of networks.* <http://arxiv.org/pdf/cs/0310049v1.pdf>.

Bennet, A.B. ( 2004). Facilitating Intellectual Property Access for Agricultural Research and Commercialization. Invited presentation, *Bahia International Biotechnology Conference*, Bahia, Brazil

Breschi, S., Malerba, F., Orsenigo, L. (2000). Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation, *The Economic Journal*, [Volume 110, Issue 463,](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ecoj.2000.110.issue-463/issuetoc) 388–410.

Breschi, S, S. e Lissoni, F. (2004). *Knowledge networks from patent data.* In: Handbook of Quantitative Science and Technology Research. H.F. Moed *et al*. (eds.). Kluver Academic Publishers. Netherlands.

Borges, I.C.; Silveira, J.M.F.J da; Ojima, A.R.O. (2010). Constraints and Opportunites to Agricultural Biotechnology. Economia, Selecta 2009, n010, vol 4, p 741-762.

Cefis, E., Marsilli, O. (2003). Survivor: The Role of Innovation in Firms' Survival, *Discussion*

*Papers,* 03-18.

Céleres Consultoria (2012). Os benefícios econômicos da Biotecnologia agrícola no Brasil. *In* Celeres.com.br , 7p.

Chu, A., (2009). Effects of blocking patents on R&D: a quantitative DGE analysis, *Journal of Economic Growth,* 14, 55-78.

Cohen, W. M., Nelson, R. R., Walsh, J. (2000). Protecting their intellectual assets: Appropriability conditions and why U.S. Manufacturing Firms Patent (or not), *NBER Working Paper Series (7552).*

Cowan, R. (2005). Network Models of innovation and knowledge diffusion. *In:* BRESCHI, S. and MALERBA, F. (orgs), *Clusters, Networks and Innovation*, chap. 2, Oxford University Press, Oxford.

Czarnitzki, D., Kraft, K. (2004). Innovation indicators and corporate credit ratings: evidence from German firms, *Economics Letters*, 82(3), 377-384.

Dal Poz, M. E., Silveira, J. M. J., Masago F. K. (2012). Innovation Networks: Emerging Technological Trajectories on Ethanol Fermentation Processes, *International Consortium on Bioeconomy 2012.*

Dasgupta. P.;Stiglitz, J. (1980) . Industrial Structure and The Nature of Innovative Activity. Economic Journal, vol 90, n0358, 266-293.

Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. *Research Policy* 11, 147–162.

Feldman, M.P. and J.W. Yoon (2012). “[An empirical test for general purpose technology: an examination of the Cohen–Boyer rDNA technology](http://icc.oxfordjournals.org/content/21/2/249.short).” *Industrial and Corporate Change*

Foster, J. (2004). From Simplistic to Complex Systems in Economics, Discussion Paper No 335, School of Economics, The University of Queensland.

Fuglie, K., and D. Schimmelpfennig. 2010. "Introduction to the Special Issue on Agricultural Productivity Growth: A Closer Look at Large, Developing Countries." *Journal of Productivity Analysis* 33 (2010): 169-172.

Fulton, M., Giannakas, , K (2001).Agricultural Biotechnology and industry Structure. In: *AgBioForum – Volume 4, Number 2, 137-151.*

Gasques, J.G.; Bastos, E.T; Valdez, C; Bacchi, M.R. (2012). Produtividade e Crescimento: algumas considerações. MAPA, assessoria de gestão estratégica. Mimeo.

Graff, G.; Rausser, G.; Small, A. (2003). Agricultural Biotechnologys complementarity Intellectual Assets, The Reviewo of economics and Statistics, Vol 85, may, 349-363

Hall, B. (2000). Innovation and market value. In R. Barrel, G. Mason, & M. O'Mahony (Eds.), *Productivity, innovation and economic performance*. Cambridge: Cambridge University Press.

Hall, B.H., Jaffe, A.B., Trajtemberg, M. (2001). The NBER Citations data file: lessons insights and methodological tools, *National Bureau of Economic Research Working Paper 8498* <http://www.nber.org/papers/w8498>.

Hall, B.H., Jaffe, A.B., Trajtemberg, M. (2005). Market value and patente citations. RAND Journal of economics, **2005.** <http://escholarship.org/uc/item/)cs6v2w7>.

Heller, M.A., Eisenberg (1998). Can patents deter innovation? The anticommons in biomedical research*, Science*, Vol.280, No.5364, 698-701.

Hussinger, K., ‘Is Silence Golden? Patent versus Secrecy at the Firm Level’, *Discussion Paper N. 37,* Center for European Economic Research, 2005.

Jackson, M. (2009) Social and Economic Networks. Paper back. Princeton U.P.

Jaffe, A.B., Trajtemberg, M. (2002).Patents, Citations & Innovations. A Window on the Knowledge Economy, MIT Press

Krafft, J., Quatraro, F , Saviotti, P. (2009). The Evolution of Knowledge Base in Knowledge- Intensive Sectors: Social Network Analysis of Biotechnology, *Bureau of Research in Innovation, Complexity and Knowledge*, *Collegio Carlo Alberto Working paper* 09/2009.

Laursen, K. , Salter , A. (2005) My Precious – The Role of Appropriability Strategies in Shaping Innovative Performance, *Working Paper N. 05-02,* Danish Research Unit for Industrial Dynamics.

Levin, R., Klevorick, A., Nelson, R. R., Winter, S. (1987). Appropriating the Returns from Industrial Research and Development, *Brookings Papers on Economic Activity*(3), 783-820.

López, A. (2009). Innovation and appropriability, empirical evidence and research agenda; *In* the economics of intellectual property. Suggestions for Further Research in Developing Countries and Countries with Economies in Transition, WIPO.

Marengo, L., Pasquali, C., Valente, M. , DOSI, G. (2009). Appropriability, Patents, and Rates of Innovation in Complex Products Industries, *LEM, Scuola Superiore Sant’Anna, Pisa Working Paper* 2009/05.

Menzel, M.;Adrian, M. (2013) Changing Spatial Configurations. The Example of the Wind Energy Industry in Hamburg. EMAEE 2013: 8th European Meeting on Applied Evolutionary, June 10-12 2013, Sophia Antipolis; http://ofce-skema.org/wp-content/uploads/2013/06/menzel.pdf

Moschini, G.; Yerokhin, O. (2007). The Economic Incentive to Innovate in Plants: Patents and Plants Breeders Rights. J.P,Kesan, Agriculture Biotechnology and Intellectual property: seeds of Change, CAB International, 2007, 190-203.

Moschini, G., (2010) [Competition Issues in the Seed Industry and the Role of Intellectual Property](http://www.choicesmagazine.org/magazine/article.php?article=120),*Choices*, 25(2), 2nd Quarter 2010

Nooy, W.;Mvra, A.;Batagelj (2005). Exploratory Social Network Analysis with Pajek paperback, Cambridge University Press,334p.

Otte, E., Rousseau, R. (2002). Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of Information Science*, 28, 441.

Paarlberg, R. L. (2001). The Politics of Precaution: Genetically Modified Crops inDeveloping Countries. John Hopkins University Press for the International FoodPolicy Research Institute (IFPRI), Baltimore, MD.

Potts, J. (2000), The New Evolutionary Microeconomics: Complexity, Competence and Adaptive Behaviour, Cheltenham, Edward Elgar.**4.**

Ribeiro, L. C**.** ; Ruiz, R. M. ; Bernardes, A.; Albuquerque, E. M. (2010) . Matrices of science and technology interactions and patterns of structured growth: implications for development. Scientometrics (Print)http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/images/curriculo/jcr.gif, v. 83, p. 55-75.

Sampat, B. N., Ziedonis, A. (2002). *Cite-seeing: patent citations and economic value of patents. Mimeo*. [www.vannevar.gatech.edu/paper.htm](http://www.vannevar.gatech.edu/paper.htm).

Satry, R.K.;RAO., N.H.(2013). Emerging Technologies for Enhancing Indias Agriculture-Case of Nanobiotechnology. Asian Biotechnology and Development Review. Vol 15. N01,p1-19.

[Saviotti, P. P.](http://www.tandfonline.com/action/doSearch?action=runSearch&type=advanced&result=true&prevSearch=%2Bauthorsfield%3A(Saviotti%2C+P.+P.)) (2009). “Knowledge networks: Structure and dynamics”. In *Innovation networks: Developing an integrated approach*, Edited by: [Pyka, A.](http://www.tandfonline.com/action/doSearch?action=runSearch&type=advanced&result=true&prevSearch=%2Bauthorsfield%3A(Pyka%2C+A.)) and [Scharnorst, A.](http://www.tandfonline.com/action/doSearch?action=runSearch&type=advanced&result=true&prevSearch=%2Bauthorsfield%3A(Scharnorst%2C+A.)) 19–42. Heidelberg: Springer Verlag.

Seixas, R.; Silveira, J.M.F. da; Zilberman, D. GM. Seed Adoption and Environmental Sustainability in Brazil. Paper Presented in the XVII ICABR Conference, Ravello, Italy, 2013.

Shapiro, C. (2001). "Navigating the Patent Thicket: Cross Licenses, Patent Pools, and Standard-Setting". In Jaffe, Adam B.; et al.. Innovation Policy and the Economy I. Cambridge: MIT Press. p. 119–150.

Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15, 285-305.

Teece, D. J., Pisano, G.,Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management, *Strategic Management Journal*, vol.18, n.7, 509-533.

Trajtemberg, M. (1990), A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations, *Rand Journal of Economics,* 21,172-87.

Winter, S. G. (1987). Knowledge and Competence as Strategic Assets. In D. J. Teece (Ed.), The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal. Cambridge, Massachusetts: Ballinger.

Wrigth, B. (1983). The Economics of Invention Incentives: Patents, Prizes, and Research Contracts. *The American Economic Review*, Vol. 73, No. 4. (Sep., 1983), pp. 691-707.

Ventura, V.; Gianfranco, D; Ferrazi, G; Elena, S. (2013). Forecasting the Evolution of Agbiotech Innovation: Lessons from Patent Data. Universitat de Milano. In XVII ICABR conference, [www.icabr.org](http://www.icabr.org).

Verspagen, B. (2007). "[Mapping Technological Trajectories As Patent Citation Networks: A Study On The History Of Fuel Cell Research](http://ideas.repec.org/a/wsi/acsxxx/v10y2007i01p93-115.html),"[Advances in Complex Systems (ACS)](http://ideas.repec.org/s/wsi/acsxxx.html), World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., vol. 10(01), pages 93-115.

ANEXO

Quadro Combinação lexica das Palavras-chave. Relacionadas a promotores utilizados em Biotecnologia Agricola

|  |
| --- |
| Matriz das Queries |
| “Abstract OR Claims = (‘Rice Actin’ OR ‘Phosphoenolpyruvate carboxylase’ OR ‘PEP carboxylase’ OR PEPCase OR PEPC OR Opine OR ‘Maize Alcohol Dehydrogenase’ OR Adh OR ‘Cauliflower Mosaic Virus 35S’ OR ‘CaMV 35S’ OR 35S OR ubiquitin) AND Claims = plant AND Application Date = 1/1/1976 🡪 5/31/2012” |

Fonte: autores, com base em entrevistas com pesquisadores especializados

Table 2 – Central GMOs patents associated with technological trajectories

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **USPTO Number** | **Title** | **Company/Assignee** | **Year** | **Promoter** |
| 4940835 | Glyphosate-resistant plants | Monsanto Company,St. Louis, MO, US | 1990 | 35S or ubiquitin |
| 5001060 | Plant anaerobic regulatory element | Commonwealth Scientific & Industrial Research Organization, Canberra  Lubrizol Enterprises Inc.,Wickliffe, OH, US | 1991 | Maize Alcohol Dehydrogenase |
| 5034322 | Chimeric genes suitable for expression in plant cells | Monsanto Company, St. Louis, MO, US | 1991 | Opine |
| 5110732 | Selective gene expression in plants | The Rockefeller University, New York, NY, US | 1992 | Cauliflower Mosaic Virus 35S; CaMV 35S; 35S or ubiquitin |
| 5188642 | Glyphosate-resistant plants | Monsanto Company,St. Louis, MO, US | 1993 | 35S or ubiquitin |
| 5188958 | Transformation and foreign gene expression in brassica species | Calgene Inc., Davis,CA,US | 1993 | Cauliflower Mosaic Virus 35S |
| 5268463 | Plant promoter beta -glucuronidase gene construct Plant promoter glucuronidase gene construct | Jefferson Richard | 1993 | CaMV 35S; 35S OR ubiquitin |
| 5290924 | Recombinant promoter for gene expression in monocotyledonous plants | Private inventors | 1994 | Adh; CaMV 35S ; 35S or ubiquitin |
| 5352605 | Chimeric genes for transforming plant cells using viral promoters | Monsanto Company, St. Louis, MO, US | 1994 | CaMV 35S; 35S OR ubiquitin |
| 5550318 | Methods and compositions for the production of stably transformed, fertile monocot plants and cells thereof | Dekalb Genetics Corporation, Dekalb, IL, US | 1996 | Adh; CaMV 35S ; 35S or ubiquitin |
| 5874265 | Methods and compositions for the production of stably transformed fertile monocot plants and cells thereof | Dekalb Genetics Corporation, DeKalb, IL,US | 1999 | Adh; CaMV 35S; 35S or ubiquitin |
| 5919675 | Methods and compositions for the production of stably transformed, fertile monocot plants and cells thereof | Dekalb Genetics Corporation, DeKalb, IL, US | 1999 | Adh; CaMV 35S; 35S or ubiquitin |
| 6025545 | Methods and compositions for the production of stably transformed, fertile monocot plants and cells thereof | Dekalb Genetics Corporation, Dekalb, IL, US | 2000 | Rice Actin |
| 6399861 | Methods and compositions for the production of stably transformed, fertile monocot plants and cells thereof | Dekalb Genetics Corp., DeKalb, IL | 2002 | Adh; CaMV 35S; 35S or ubiquitin |
| 7064248 | Method of preparing fertile transgenic corn plants by microprojectile bombardment | DeKalb Genetics Corp., DeKalb, IL, US | 2006 | CaMV 35S; 35S OR ubiquitin |
| 7615685 | Methods of producing human or animal food from stably transformed, fertile maize plants | Dekalb Genetics Corporation, Dekalb, IL, US | 2009 | Rice Actin |

Source: Thomson Innovation from USPTO database

1. O Brasil, por exemplo, não adotou o sistema de patenteamento de variedades, mas a partir de 1996 permitiu o direito de cobrar royalties das cultivares registradas no sistema de registro de Cultivares (SNPC) do MAPA. Nos EUA existe o duplo sistema de proteção, pelo SNPC e pelo patenteamento. Outra diferença se refere ao direito de patentear genes e microorganismos nos EUA, o que é mais limitado no Brasil (BARBOSA, 2012). [↑](#footnote-ref-1)
2. A dimensão e a força deste processo não é tratado no trabalho, sendo tomado a partir do que aponta a literatura, como Moschinni, 2010. [↑](#footnote-ref-2)
3. O caso da indústria de energia eólica ilustra bem este ponto. Quando se compara o padrão das empresas chinesas (Goldwind, Sinovel, Dolfgang) e o dass líderes europeias (a dinamarquesa Vaestas, espanhola Gamesa e a alemã Siemens) e Americanas (GE) percebe-se formas distintas de articulação da parte nuclear da indústria com as cadeias de suprimentos, estratégias que se combinam com as estratégias de patenteamento e de fixação de marcas (:MENZEL;ADRIAN,.2013) [↑](#footnote-ref-3)
4. Como no caso das linhagens de milho híbrido, que conferem à indústria de sementes um eficiente mecanismo de apropriabilidade ligado ao conceito – definido em 1926, por Henry Wallace, fundador da Pioneer Hy-bred – de “vigor de híbrido” (GRAFF et al, 2003). [↑](#footnote-ref-4)
5. PIPRA é uma ação coletiva de universidades e institutos de pesquisa dos EUA visando resolver problemas como o de patentes superpostas, como explica Bennet (2004). [↑](#footnote-ref-5)
6. No caso das inovações biológicas certos detalhes são fundamentais: nem sempre a inserção de um gene (que conteria a inovação radical) em um cultivar pré-existente é a melhor estratégia. O licenciado necessita de capacitação para introduzir o gene em seu programa de melhoramento para obter variedades competitivas. Isto significa que o licenciador funda seus direitos de propriedade, em muitos países, nas tecnologias que lhes permitiram obter o gene e provar que o conceito que o originou funciona em cultivares específicos, de interesse econômico, o que confere grande complexidade técnica aos contratos de licenciamento, que são, uma das principais fontes de renda do inovador em biotecnologia agrícola. (SILVEIRA; DAL-POZ; MASSAGO, 2011) [↑](#footnote-ref-6)
7. Infelizmente, por razões de espaço, essas comparações não foram feitas neste trabalho. [↑](#footnote-ref-7)
8. No caso do software PAJEK, também utilizado pela pesquisa, o key-core só pode ser obtido a partir de um procedimento de simetrização da rede. Ver Nooy, Mrvar, Batagelj (2005). [↑](#footnote-ref-8)
9. Por exemplo ethanol define um nível macro de agregação em pesquisa de bio-energia, segundo DAL-POZ et AL, (2012) já *Opine* pode definir um nível meso de agregação, uma vez que o promotor pode ter amplo uso. Bt pode definir um recorte específico. [↑](#footnote-ref-9)
10. Segundo o ThomsonInnovation, o Themescape constrói as “topografias” baseado na ocorrência de certas palavras (retirando as palavras óbvias de conexão ) em todas as patentes, criando assim mecanismos que permitem estabelecer medidas de distância com base na ocorrência conjunta de palavras, cujas *priors* são refinadas por inferência bayesiana. Certas palavras passam a contribuir para diminuir a distância entre patentes que as contém, aumentando a probabilidade de que estejam próximas e por outro lado, aumentando a probabilidade de que dada a co-ocorrência de outras palavras em patentes, elas formem temas comuns, agrupáveis, estejam em picos e não em vales. Quando este resultado tem sentido para a interpretação das trajetórias, confirma-se a aderência entre inovações e trajetórias, um método que de certa forma substitui o uso de classes de IPC e CPC, como o utilizado por Ventura et AL (2013). [↑](#footnote-ref-10)
11. Vale apontar um detalhe relativo à exposição da figura 3: as setas estão invertidas em relação ao conceito rigoroso de citação. A seta aponta para a patente citadora, invertendo a convenção [↑](#footnote-ref-11)