

## Redes e fronteiras tecnológicas em instituição de pesquisa: há um caminho sendo construído para o desenvolvimento rural da Bioeconomia?

Carolina da Silveira Bueno<sup>1</sup>  
Larissa Carolina Barboza Alvarez<sup>2</sup>  
Grazielle Cardoso da Silva<sup>3</sup>

### RESUMO

Este artigo propõe-se a avaliar a rede de pesquisa tecnológica da Embrapa, empresa pública que visa ao desenvolvimento de inovações agrícolas no Brasil. Avaliar as redes de pesquisa visa trazer novos e importantes elementos para a tomada de decisões em políticas científicas e tecnológicas. A análise foi feita a partir do estudo de redes com o objetivo de analisar as fronteiras tecnológicas desenvolvidas pela Embrapa. Os resultados mostraram que houve uma inflexão das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa, caracterizadas como tecnologias ligadas à química verde. Conclui-se que a Embrapa possui tecnologias com oportunidades futuras ligadas ao desenvolvimento de produtos da Bioeconomia, sendo um indicador importante para uma oportunidade de governança do desenvolvimento do agronegócio no Brasil, uma vez que seus resultados de P&D podem ser incorporados por mercados brasileiros.

Termos para indexação: agricultura, Bioeconomia, Embrapa, inovação, patentes.

Technological networks and borders in research institution: is there a way being built for the rural development of Bioeconomy?

### ABSTRACT

This paper aims to evaluate the scientific and technological research network of Embrapa, a public company that aims at the development of agricultural innovations in Brazil. Evaluating research networks aims to bring new and important elements for decision-making in scientific and technological policies. The analysis was made from the study of complex networks in order to analyze the technological frontiers developed by Embrapa. The results showed that there was an inflection of the technologies developed by Embrapa which are characterized as technologies related to green chemistry. It can be concluded that Embrapa has technologies with future opportunities linked to the development of products from the Bioeconomy, being an important indicator for an opportunity for governance of the development of agribusiness in Brazil, since its R&D results can be incorporated by Brazilian markets.

**Index terms:** agriculture, Bioeconomy, Embrapa, innovation, patents.

### Ideias centrais

- Transformações institucionais relativas à redução de gases de efeito estufa moldarão as configurações produtivas associadas ao segmento da bioeconomia rural
- A análise de redes de conhecimento em bioeconomia possibilita identificar as tecnologias que estão sendo desenvolvidas pelas instituições públicas de pesquisa agrícola
- O desenvolvimento de tecnologias de base biológica afetará o tipo de informação para o direcionamento de políticas públicas buscando tornar essas tecnologias acessíveis aos produtores rurais

Recebido em  
19/08/2020

Aprovado em  
15/10/2020

Publicado em  
01/12/2020



This article is published in Open Access under the Creative Commons Attribution licence, which allows use, distribution, and reproduction in any medium, without restrictions, as long as the original work is correctly cited.

<sup>1</sup> Biblioteconomista e economista, doutora em Desenvolvimento Econômico, pesquisadora pelo Núcleo de Economia Agrícola e Ambiental do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. E-mail: carolinnasilveira@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Graduada em Ciências Econômicas, doutoranda em Desenvolvimento Econômico pelo Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. E-mail: larissabarboza@gmail.com

<sup>3</sup> Graduada em Ciências Econômicas, doutoranda em Desenvolvimento Econômico pelo Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. E-mail: grazicardososanches@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Uma das marcas dos discursos políticos e das agendas globais do futuro é o desenvolvimento de economias de baixo carbono para conter as mudanças climáticas (El-Chichakli et al., 2016). Mesmo com a miríade de fatores que podem influenciar os fenômenos econômicos, os agentes da economia de mercado precisam estar atentos a uma informação, ou seja, a transição para uma economia de baixo carbono. Embora os economistas entendam isso, e, em um sentido abstrato, que é um mercado de produtos de base biológica, tem havido um exame explícito disso em relação à preservação do meio ambiente, à redução da desigualdade social e à equidade intergeracional. Conceitua-se esse conjunto de fatores como Bioeconomia. Nessas ideias, observou-se um consenso geral que caracterizou a Bioeconomia em seu ponto primordial: uma economia de base biológica. Desse modo, a Bioeconomia está sendo entendida como uma economia do futuro, em que os blocos de construção básicos para materiais, produtos, produtos químicos e energia são derivados de recursos biológicos renováveis e do aproveitamento total da planta industrial para o desenvolvimento de uma ampla variedade de produtos. É um ponto decisivo o fato que, nessa economia, utilizam-se conhecimentos para atender aos requisitos de sustentabilidade ambiental, social e econômica (McCormick & Kautto, 2013).

Outras visões apontam que a Bioeconomia transformará a economia das áreas rurais. O principal argumento é que a ampla gama de bens e serviços, com base em material vegetal, animal e florestal, a maior parte da produção, o processamento e o transporte da Bioeconomia, emergirá das áreas rurais – variável significativa para os países em desenvolvimento que têm boa parte de suas economias baseadas na produção agrícola (Johnson & Altman, 2014). No entanto, essa estrutura precisa também estar acessível a produtores rurais locais (que também incentivem o mercado local), com pouco ou quase nenhum recurso (El-Chichakli, 2016).

Para países em desenvolvimento, a exemplo do Brasil, a rede ou as estruturas de comunicação sob as quais os agentes operam e transmitem ou trocam conhecimentos e informações sobre o desenvolvimento dessas tecnologias têm recebido pouca atenção. Mas os detalhes de quem está desenvolvendo tecnologias de base biológica afetarão claramente o tipo de informação transmitida, a quantidade e a eficiência para direcionar políticas públicas para tornar acessível os produtos para os produtores rurais. Tudo isso pode afetar o desempenho tecnológico ou direcionar os caminhos do desenvolvimento rural no futuro. Duas questões surgem imediatamente: primeiro, a Embrapa, como instituição de pesquisa pública em atividades agrícolas no Brasil, se estrutura para o desenvolvimento de produtos de base biológica? E, em segundo lugar, se a formação da rede de cooperação<sup>4</sup> for endógena, que instituições provavelmente surgirão?

Usando as patentes depositadas pela Embrapa na base de dados da Derwent Innovation Index (Thomson Reuters, 2019), calcula-se a cooperação tecnológica e as áreas de conhecimento tecnológico dessas patentes. O período abrange patentes depositadas desde a década de 1980 até 2017. As áreas tecnológicas são investigadas a partir das classes de International Patent Classification (IPC), que são as áreas tecnológicas descritas nas patentes – usando abordagem semelhante à que foi desenvolvida por Krafft et al. (2011) e Bueno et al. (2018), examina-se a coocorrência entre essas áreas a partir da análise de redes. Uma rede é descrita simplesmente como o estudo das interações (Batagelj & Mrvar, 2014). As informações contidas nos documentos de artigos e patentes podem ser utilizadas como importantes insumos na investigação de fenômenos relacionados à economia da inovação. A divulgação de informações técnicas relacionadas ao conhecimento novo e o caráter cumulativo dos artigos e patentes permitem que esse tipo de investigação seja realizado (Malerba & Orsenigo, 1996; Glänzel & Schubert, 2004).

Esse argumento é reforçado pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS). A instituição reconhece, no 13º objetivo, que a transição para uma economia de baixo carbono é um desafio global, que não respeita as fronteiras nacionais. Trata-se de uma questão que requer soluções

<sup>4</sup> A colaboração científica é definida como a interação que ocorre dentro de um contexto social entre dois ou mais cientistas (redes), que objetivam a partilha de significado e a realização de tarefas em relação a uma solução mutuamente compartilhada (Leydesdorff & Wagner, 2008).

que precisam ser coordenadas entre países a nível internacional. Essa é a motivação para o estudo deste artigo: a Embrapa está construindo pesquisas para o desenvolvimento rural da Bioeconomia?

A estrutura conta com cinco seções, incluindo esta introdução e uma conclusão. Na segunda seção, estudam-se as transformações da agropecuária brasileira ocorridas nas décadas de 1960, 1970 e 1980, enfatizando-se a importância da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), criada em 1973. Também são examinadas as suas transformações mais recentes, ocorridas nas décadas de 1990, 2000 e 2010, analisando-se o papel do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), criado em 1992. A terceira seção apresenta a metodologia. Finalmente, a quarta seção analisa os resultados da aplicação do método na identificação dos diferentes *clusters* que permitiram observar o papel da Embrapa em diferentes fronteiras tecnológicas.

## DESENVOLVIMENTO RURAL BRASILEIRO: ORIGENS E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

### As origens da Embrapa

O conceito de “desenvolvimento rural” mescla diferentes teorias e combina principalmente as teorias do desenvolvimento econômico com novas linhas de pensamento de desenvolvimento rural. Fundamentalmente, as linhas teóricas são resultantes do modelo de modernização da agricultura que ocorreu no século XX (Romeiro, 2003). Contudo, durante a última década, o reconhecimento progressivo da interação complexa entre economia, inovação, agricultura e sustentabilidade gerou a noção de desenvolvimento rural (Romeiro, 1998; Buainain et al., 2003). De acordo com esse pensamento, o crescimento econômico deve ser perseguido concomitantemente com a melhoria do bem-estar humano e a conservação dos recursos naturais (Romeiro, 2012). No entanto, a diversidade intrínseca e a complexidade dos sistemas agrícolas e sociais perpassam por diferentes entraves ao desenvolvimento, uma vez que o processo de modernização agrícola, como foi induzido na segunda metade do século passado em países desenvolvidos e em desenvolvimento, está patentemente consistente com as trajetórias de desenvolvimento rural que transformaram a sociedade (Ver Eecke & Barrington Moore, 1969; Brenner, 1982) e as transformações que ocorreram no desenvolvimento das economias globais (Kageyama, 1993; Buainain, 1999; Buainain et al., 2014).

Com isso, o desenvolvimento industrial e tecnológico que se projeta na economia global não é uniforme, existindo, portanto, assimetrias e especificidades importantes quando se analisa a inserção dos países em desenvolvimento (Hiratuka & Sarti, 2017). A inovação agrícola no Brasil foi inicialmente retardatária e adaptativa, uma vez que o “pacote da Revolução Verde” foi importado e adaptado. Apesar do impacto positivo sobre os ganhos de produtividade brasileiro, a disseminação de altos insumos externos na agricultura causou problemas importantes, decorrentes da introdução de modelos organizacionais de padrões de trabalho e produção e dos pacotes tecnológicos desenvolvidos externamente. O princípio fundamental para superar os entraves ao desenvolvimento seria a ideia do desenvolvimento endógeno. Desse modo, o dilema que persiste reside no fato que, nos países desenvolvidos, a ciência, a tecnologia e a produção de bens estão fortemente conectadas e integradas, isto é, a base científica e tecnológica é endógena. Quase o contrário ocorre em países em desenvolvimento, com grande descompasso entre esses elementos e a dependência científica e tecnológica externas (Buainain et al., 2015).

Foi nesse contexto, com o objetivo de guiar uma construção institucional de pesquisa agropecuária que modernizasse a produção, mediante a adaptação das tecnologias introduzidas com a Revolução Verde, que, em 1973, foi criada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Num momento em que o Brasil enfrentava, havia décadas, problemas de abastecimento, a criação dessa instituição resultou na diminuição da importação líquida de alimentos, pensando em tecnologias que os produtores necessitavam para melhorar e aumentar a produção (Alves, 2010). Como resultado, surgiram as bases de uma empresa pública de inovação tecnológica, com impactos

no âmbito da transferência de conhecimento para a agropecuária brasileira, que enfatizaram no País o papel multifuncional da agricultura.

Um dos pontos de inflexão no momento da criação da Embrapa foi a internacionalização da pesquisa em agricultura brasileira. Isso porque uma das primeiras premissas da estruturação da Embrapa se deu sobre dois aspectos: o primeiro foi a capacitação técnica para o treinamento de pessoal no exterior, e o segundo, a formação de redes de cooperação entre a Embrapa e os principais centros de pesquisa agrícola no mundo (Cabral, 2005). Com o passar dos anos, isso se institucionalizou, e a Embrapa, diante desse modelo de internacionalização, nos anos 1990, criou os Laboratórios Virtuais no Exterior (Labex). De forma fundamental, a criação dos laboratórios virtuais visava explorar a fronteira tecnológica via cooperação internacional. Atualmente, os laboratórios estão presentes em alguns países, como China, Estados Unidos, França e Japão. No entanto, a Empresa enfrenta a entrada de grandes corporações internacionais, o que implica mudanças tecnológicas nas pesquisas desenvolvidas pela Embrapa, uma vez que as pesquisas não se concentram mais no desenvolvimento de sementes.

O desenvolvimento da base de inovação agrícola é, porém, complexo, exigindo um alto nível de informação e articulação entre setores e instituições. Esse movimento não afeta exclusivamente as técnicas de produção, mas também influencia a gestão pública e a sociedade. Uma maior abertura à mudança tecnológica torna, muitas vezes, esses setores e instituições mais propensos a aceitar desafios externos. Com isso, o significado da formação da Embrapa é refletido num aglomerado de inovações que pode ser resumido em três grandes blocos de evolução da agricultura no Brasil (Vieira & Fishlow, 2017): 1) ao longo da década 1970 e até meados da década de 1980; 2) na transição da década de 1980 para a de 1990; e 3) após a década de 1990 e até a atualidade. O primeiro bloco caracterizou-se pelo aumento da área agricultável, mediante a mecanização do campo na direção do Brasil Central. Graças à adaptação da biotecnologia e ao desenvolvimento de outras técnicas, a fronteira agrícola expandiu-se para o cerrado, hoje o maior bioma responsável pela produção de grãos no Brasil. O segundo bloco relaciona-se com o dinamismo produtivo da cadeia de carnes. Além de uma maior demanda por grãos, pastagens melhoradas foram desenvolvidas para suprir a demanda, em constante aumento. O último bloco refere-se à intensificação do uso do solo, combinando mais biotecnologia (produção transgênica e manipulação genética de animais) com melhores práticas de manejo produtivo (como o plantio direto).

Sobre o último período, diante das mudanças globais em torno da economia sustentável e da Bioeconomia, este estudo pergunta: quais seriam as frentes de desenvolvimento de conhecimento que a Embrapa estaria desenvolvendo?

#### *Um sistema de pesquisa na agricultura brasileira*

O Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), instaurado em 1992, detém diversos elementos atuantes, muitos heterogêneos, que procuram trabalhar a fim de sustentar a atividade agropecuária (Bonacelli et al., 2015). Os agentes que integram esse sistema são: o setor público, majoritariamente representado pela Embrapa e pelas Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Oepas), o setor privado, as universidades e institutos de pesquisa de âmbito federal ou estadual, bem como outras organizações públicas e privadas, envolvidas ou não com a atividade de pesquisa na agropecuária. Os objetivos do SNPA, sob a liderança da Embrapa, são o de assegurar a constante organização e coordenação das instituições que pertencem ao sistema, favorecendo o desenvolvimento de um sistema de pesquisa, que abrange desde o âmbito nacional até os âmbitos regional, estadual e municipal. Todavia, a partir da década de 1990, e de forma mais intensificada nos anos 2000, o Sistema de Inovação Agrícola (SIA) tornou-se mais complexo, com um maior número de participantes e variáveis a serem consideradas. Ao mesmo tempo, constatou-se uma maior participação da iniciativa privada na agricultura brasileira. Esse movimento do setor privado foi observado em escala mundial, e não apenas no Brasil. O setor público, que foi primordial para o início do aumento da produtividade e da competitividade nacionais em 1970, simbolizado pela criação da Embrapa, vem, porém, perdendo espaço.

Significativamente, não é por acaso que a Embrapa forneceu uma contribuição imensa para o processo de modernização da agricultura, porém a sua posição hegemônica não é mais verdadeira. Segundo Bonacelli et al. (2015), a mudança do cenário e da dinâmica fez com que outros agentes, principalmente as multinacionais, promovessem a realização de investimentos em P&D, produção, transferências de tecnologias e outras tarefas que apenas a Embrapa efetuava. De acordo com os autores, existem vantagens associadas à Embrapa mesmo em tal cenário, pois: promove inovações focadas nos impactos sociais, e não nos retornos financeiros; detém uma visão multidisciplinar pelo seu quadro de pesquisadores; e realiza P&D voltado a temas de longo prazo e de interesse estratégico para o País, nas quais representam um elemento de orientação valioso dentro das comunidades locais, e, conseqüentemente, a agricultura em geral, num estímulo eficaz para conexões e investimentos em desenvolvimento. De acordo com a dimensão inovadora das ações, isto é, com o contexto geográfico, econômico e sociocultural da área rural em questão, ao sugerir novas soluções para as especificidades locais, alguns problemas ligados ao mercado emergiram. Um exemplo é a evolução da indústria de sementes brasileira. Com as transformações institucionais e tecnológicas, especialmente da biotecnologia, o comportamento empresarial desse segmento foi modificado, afetando o padrão de concorrência no setor. A partir de meados da década de 1990, iniciou-se um processo de concentração de mercado, e multinacionais adquiriram empresas de pequeno e médio portes, especialmente as detentoras de tecnologia de ponta no ramo da biotecnologia (Leite, 2015). Esse movimento acarretou um processo de desnacionalização da indústria sementeira brasileira. Desse modo, aumentou a participação da iniciativa privada, especificamente das empresas transnacionais, que passaram a ocupar um espaço anteriormente dominado pelo setor público (Salles-Filho & Bin, 2014).

Grande parte dessas aquisições (e/ou fusões) de empresas sementeiras deu-se por empresas do mercado de agroquímicos. A integração dessas áreas de conhecimento, ou seja, seu caráter multidisciplinar, permitiu uma relevante redução de custos e maior capacidade de realização dos investimentos requeridos pela pesquisa de biotecnologia. Ainda no que tange à indústria de sementes, constatou-se uma grande interação científica e tecnológica entre os setores público e privado (empresas transnacionais e nacionais). Essa dinâmica acentuou-se em 1990, elevando o “número de acordos entre empresas ligadas à biotecnologia e entre estas e universidades e centros de pesquisa” (Leite, 2015, p.121).

Outro incentivo à elevação da participação da iniciativa privada foi a legalização da produção de organismos geneticamente modificados (OGM) a partir de 2003. Essa alteração permitiu um maior uso da biotecnologia, modificando abruptamente a composição do plantio de grãos (entre OGM e convencionais). Para uma maior compreensão da trajetória da inovação na agricultura brasileira, é relevante, como exposto por Vieira Filho (2014), entender que as inovações gerais são importantes para as inovações na agricultura, evidenciando o crescente caráter multidisciplinar do setor agrícola. Contudo, essa predisposição da inovação multidisciplinar requer uma maior articulação e interação entre as distintas instituições, acarretando uma elevação da complexidade do sistema, e, conseqüentemente, ampliando a dificuldade de êxito do investimento público, muitas vezes em decorrência de entraves favorecidos pela legislação. De acordo com o autor, a maior participação do setor privado tem se traduzido principalmente no aspecto técnico e produtivo. Existem ainda inúmeros entraves estruturais para sua atuação efetiva no investimento em P&D, sobrecarregando, dessa forma, o setor público. Esse cenário corrobora a falta de coordenação de diversos atores atuantes no SNPA, visto que o volume investido em P&D pelo Brasil está longe de ser desprezível. Mesmo depois de, a partir de 1990, a Embrapa ter passado por uma certa transformação, com uma maior aproximação com o setor privado, essa mudança ainda parece muito incipiente para alterar a situação vigente, sendo fundamental uma maior interação com o setor privado, primordialmente no que concerne aos processos de inovação. Dentro desse contexto, Vieira Filho (2014) conclui que a Embrapa foi extremamente exitosa no passado e, para continuar essa trajetória, necessita adaptar-se às necessidades atuais que permeiam a agricultura global.

A Embrapa estaria atuando no desenvolvimento da Bioeconomia como um novo caminho a seguir para o desenvolvimento rural brasileiro?

## METODOLOGIA

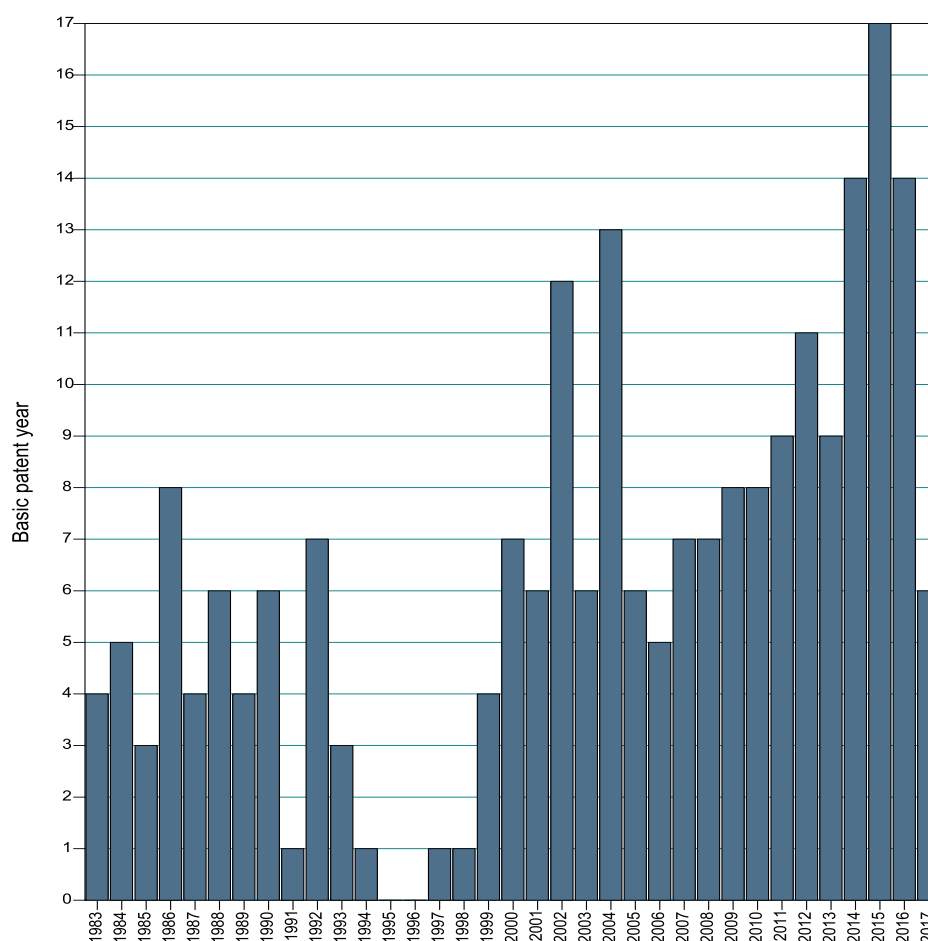
O ponto de partida metodológico deste artigo são os trabalhos de Batagelj & Mrvar (2014) e o de Bueno et al. (2018), que apresenta uma metodologia para identificar fronteiras tecnológicas.

A metodologia foi conduzida em quatro etapas: 1) a delimitação da amostra de patentes; 2) a obtenção da matriz de coocorrência dos IPCs<sup>5</sup> de quatro a oito dígitos; 3) a aplicação dos procedimentos de formação de *clusters* e a identificação dos blocos por áreas de conhecimento em cortes temporais; e 4) a construção da linha de tempo de patentes já atribuídas, que pertencem às principais classes de IPC de oito dígitos, identificadas nas duas etapas anteriores.

### Etapa 1

Inicia-se, formando o banco de dados de patentes, com três passos metodológicos:

- A construção da *query*: utilizou-se a palavra-chave “Embrapa” e suas variações. A busca resultou num conjunto de 223 patentes, que compõem a amostra (Figura 1). É importante dizer que são patentes indexadas na base de dados da Derwent Innovation Index. Utilizando-se o procedimento *technological information* (TI), foram analisadas as classes de IPC da amostra; são 531 classes de IPCs (de quatro dígitos), e 105 classes de IPCs (de oito dígitos).



**Figura 1.** Distribuição de patentes por ano – Embrapa (de 1983 a 2017).

Fonte: Derwent Innovation Index (Thomson Reuters, 2019).

<sup>5</sup> Todos os pedidos de patentes publicados são classificados na área tecnológica à que pertencem. A IPC é o sistema de classificação internacional, cujas áreas tecnológicas são divididas nas classes A a H. Dentro de cada classe, há subclasses de áreas de conhecimento, através de um sistema hierárquico. Informações sobre as classes de IPCs, podem ser acessadas em: <<http://ipc.inpi.gov.br/>>.

- A amostra de patentes passa então por um tratamento de *data mining*, realizado com o auxílio do *VantagePoint*<sup>6</sup>, usado para estruturar os dados, retirar inconsistências e repetições (Wu et al., 2014).

## Etapa 2

Consiste na construção da rede com base na matriz de coocorrência na rede de IPCs. A matriz quadrada de coocorrência tem a função de mostrar a relação entre dois ou mais elementos: um chamado de referência e o outro de vizinho. Ela representa, em cada elemento, o número de vezes em que ocorreu uma transição do vizinho, considerando a distância e a direção.

O mesmo programa gera a matriz de colaboração e a visualização da matriz em uma imagem de rede. Essa rede está expressa em grafos, que são uma ilustração da rede representada de um conjunto  $V$  de vértices (ou nós), um conjunto  $E$  de arestas (links ou Edges),  $E \rightarrow V$ , em que ( $e$ ) é a fonte e ( $v$ ) é o alvo da aresta direcionada (Goyal, 2007). Por consequência, o conjunto de elementos no qual alguns deles estão conectados por links será representado e permitirá a análise tanto de cada vértice como da rede como um todo (Batagelj & Mrvar, 2014).

O programa *VantagePoint* (*Vantage Point Institute*, 2019) gera o gráfico com as principais classes e colaboração e suas vinculações de acordo com as variáveis escolhidas pelo usuário. Desse modo, todas as áreas com correlação são visualizadas na rede, e todas as cooperações, nas patentes.

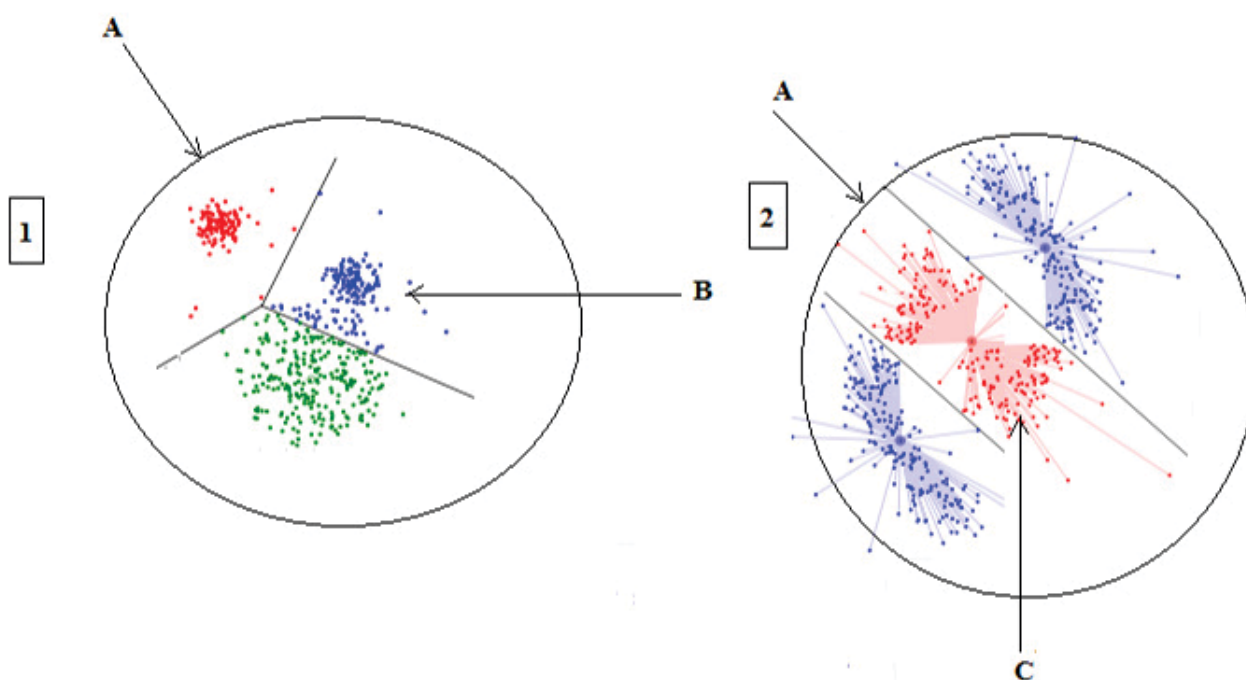
## Etapa 3

O passo seguinte é obter os *clusters* dos IPCs. O algoritmo do programa aplica a rede em um esquema interativo, orientado por uma árvore de extensão mínima da rede, a fim de gerar coordenadas para os nós, expressando ligações *intercluster* e *intracluster*. Esse indicador mostra as áreas tecnológicas e a dependência mútua entre os caminhos tecnológicos de interesse. Essa etapa ocorre de acordo com os seguintes princípios (Bueno et al., 2018):

- a) um *cluster* (ou agrupamento) representa um conjunto de propriedades de que os objetos no mesmo grupo são mais semelhantes (em algum sentido ou outro) entre si do que com os de outros grupos (ou outros *clusters*);
- b) o agrupamento de propriedades com base na conectividade, também conhecido como agrupamento hierárquico, representa um conjunto de agrupamento que pode ser descrito pela distância máxima necessária para ligar as partes do conjunto de propriedades. Isto é, as distâncias diferentes, os grupos diferentes, vão formar-se de acordo com as conexões entre eles;
- c) em *clusters* hierárquicos de conexão, os algoritmos não fornecem uma única partição do conjunto de dados, mas uma extensa hierarquia de *clusters*, que se fundem uns com os outros, em determinadas distâncias. Ou seja, esse método não vai produzir somente um único conjunto de dados, mas também o sentido de valores extremos, como aglomerados adicionais, ou até mesmo outros *clusters*, conhecido como “fenômeno de encadeamento”.

Analisar os fenômenos de encadeamento, *intracluster* e *intercluster*, é importante porque permitem investigar esse encadeamento de ligações externas e internas no conjunto de um aglomerado de dados. Exemplificando, observe a Figura 2: em A (conjunto total de dados), são mostrados exemplos de *clusters*; em B, há um *intracluster*; em C, um *intercluster*. Isto é, B e C têm algum nível de interdependência de A, explicada por duas possíveis causas: 1) A tem ligações diretas, que formam o *cluster* B (imagem 1); ou 2) o *cluster* A originou o *cluster* C, que está entre *clusters* (imagem 2). O *intercluster* apresenta características de agrupamento com o *intracluster*, ou seja, pode ser o *cluster* que originou um grande conjunto de dados que formaram *intraclusters*, ou pode estar entre *clusters*, intermediário ou não.

<sup>6</sup> Informações sobre o programa TI podem ser acessadas pelo site: <<https://www.thevantagepoint.com>>.



**Figura 2.** Ilustração de *clusters*.

Fonte: Bueno et al. (2018).

#### Etapa 4

Para responder à questão sobre quais são as áreas tecnológicas das patentes depositadas pela Embrapa, foi necessário examinar a extensão da rede de IPCs. Esse indicador revela a quantidade de *clusters* com presença de áreas tecnológicas diferentes e respectivos *clusters*.

Os resultados da aplicação na obtenção dos *clusters* permitiu entender melhor como as classes principais articulam-se e podem ser “separadas” por classes de menor importância no período de análise, mas que já cumprem esse papel de ponte.

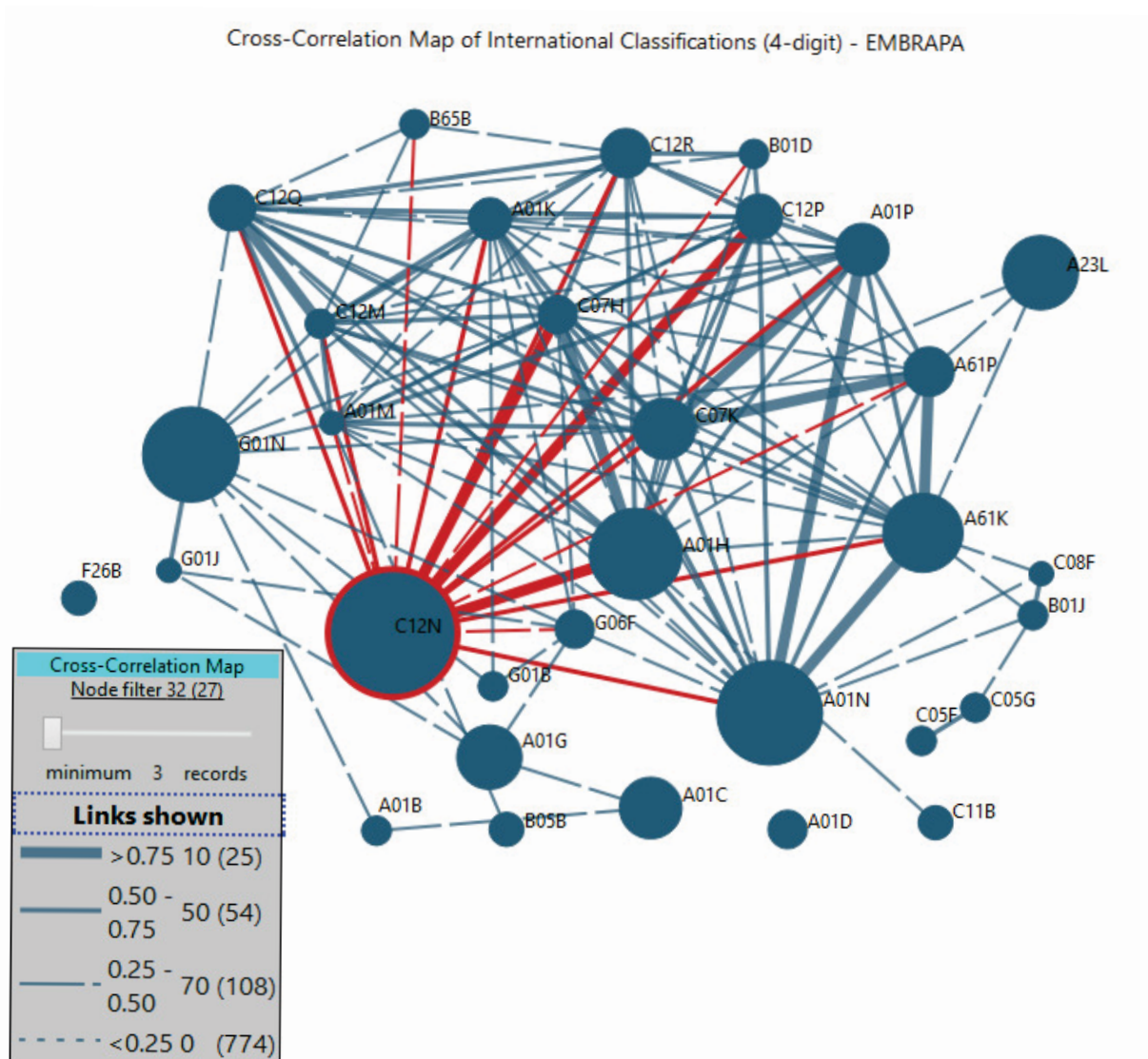
Finalmente, as patentes das principais classes de IPC de oito dígitos são identificadas e uma linha do tempo é construída em dois períodos – patentes até os anos 2000 e patentes após os anos 2000 –, para visualizar o período mais intenso de patenteamento, que revela a emergência da fronteira tecnológica.

## RESULTADOS

### Rede 1 – Rede de patentes da Embrapa: IPCs de quatro dígitos

A Rede 1 mostra as áreas de IPCs de quatro dígitos. São 223 patentes que representam 105 classes tecnológicas. A Rede é apresentada na Figura 3, e seu conteúdo é analisado na Tabela 1.





**Figura 3.** Rede de patentes da Embrapa com IPCs de quatro dígitos.

A Rede 1 apresenta o cluster das principais classes tecnológicas, como um componente gigante envolvendo diversas tecnologias para a agricultura. Entre elas, tecnologias de preservação angiospérmicas – cujas sementes são protegidas por frutos. Essas patentes relacionam as angiospérmicas a partir de tecnologias relacionadas a tratamento de enzimas e micro-organismos com engenharia genética. As classes mais importantes do cluster são a C12N, A01N, C07K, G01N em co-ocorrência com as classes C12P e A01P. Essas classes representam as principais áreas de conhecimento tecnológico desenvolvidas pela Embrapa. A descrição dessas áreas é apresentada na Tabela 2.

As classes em co-ocorrência, presentes no componente gigante, que pertencem a classe de IPC [A]: agricultura e produtos alimentícios. São: A01 e A23 relacionada ao tratamento físico, conservação e modificação de alimentos, próximo ao IPC A01C, de tecnologias para plantio, semeadura e fertilização, e a classe de IPC A01G de cultivos de flores, vegetais e frutas. Já a classe A01K são de tecnologias para criação e reprodução de animais, por fim, a classe de IPC A01D, representa tecnologias de operação que consiste em, após colheita, recolher as espigas de milho, quebrando-lhes com o objetivo de preparar novos plantios.

A Tabela 1 apresenta a descrição das áreas de IPCs que compõem a amostra de patentes da Embrapa. A coocorrência mede a frequência dessas classes em relação às outras classes. A Classe

C12N, que é a mais importante, refere-se a tecnologias de engenharia genética, envolvendo micro-organismos e enzimas.

**Tabela 1.** IPCs com maior coocorrência para classes de quatro dígitos.

Coocorrência	IPC	Descrição da área
0,153	C12N	Engenharia genética envolvendo micro-organismos e enzimas
0,082	A01N	Biocidas e reguladores
0,065	G01N	Análise dos materiais pela determinação de suas propriedades
0,044	A01H	Novas plantas por meio de culturas de tecidos
0,053	A61K	Doenças, pragas e fisiologia para estudos de parasitas
0,034	A23L	Tratamento físico e conservação de alimentos
0,021	A01G	Irrigação, manejo e dispositivo para colheita
0,015	A01C	Plantio, semeadura e fertilização
0,022	C07K	Processo de engenharia genética para obter peptídeos
0,011	A01P	Compostos químicos, repelentes e reguladores do crescimento de plantas
0,016	A61P	Atividade terapêutica de compostos químicos
0,010	C12R	Bioquímica, microbiologia e enzimologia para fermentação
0,008	A23N	Máquinas para ração
0,023	C12P	Fermentação ou processos para sintetizar compostos químicos
0,011	C12Q	Processos para controle microbiológico ou enzimático
0,008	A01K	Pecuária, avicultura e piscicultura
0,011	A01D	Colheita e segadura
0,008	C07H	Engenharia genética para tratamento de açúcares e ácidos nucleicos
0,012	G06F	Processamento elétrico de dados digitais
0,008	B05B	Aparelhos de pulverização e atomização

Fonte: elaborado com dados do WIPO (2019).

Os IPCs mostrados na Tabela 1 refletem as áreas tecnológicas desenvolvidas pela Embrapa. A classe A01N apresenta coocorrência de 0,082. Os índices de centralidade (centralidade normalizada e centralidade de proximidade normalizada realizada na Rede, que mostra quais áreas estão próximas e interligadas) confirmam que há IPCs, como as classes A01H, A01N e C07K, que estão ligadas diretamente às patentes que contêm as classes C12N, C12P e C12R. Muitas dessas tecnologias estão diretamente relacionadas à produção de etanol/bioetanol e biogás – ou seja, produtos da bioenergia, que são produtos da Bioeconomia.

## Rede 2 – Rede de tecnologias da Embrapa: IPCs de oito dígitos

A Tabela 2 e a Figura 4 apresentam os principais resultados das etapas 2 e 3 da metodologia. Diferentemente da Rede 1, a etapa 2 muda significativamente a estrutura da Rede. O número de classe de IPCs sobe para 531, a densidade aumenta entre os IPCs para 32,53% e, principalmente, o índice de Centralização de Proximidade Normalizado atinge o nível de *isolates* de 0,015. Com isso, verifica-se alguma proximidade de fronteiras tecnológicas a partir das áreas tecnológicas das patentes.

Cross-Correlation Map of International Classifications 8 - EMBRAPA

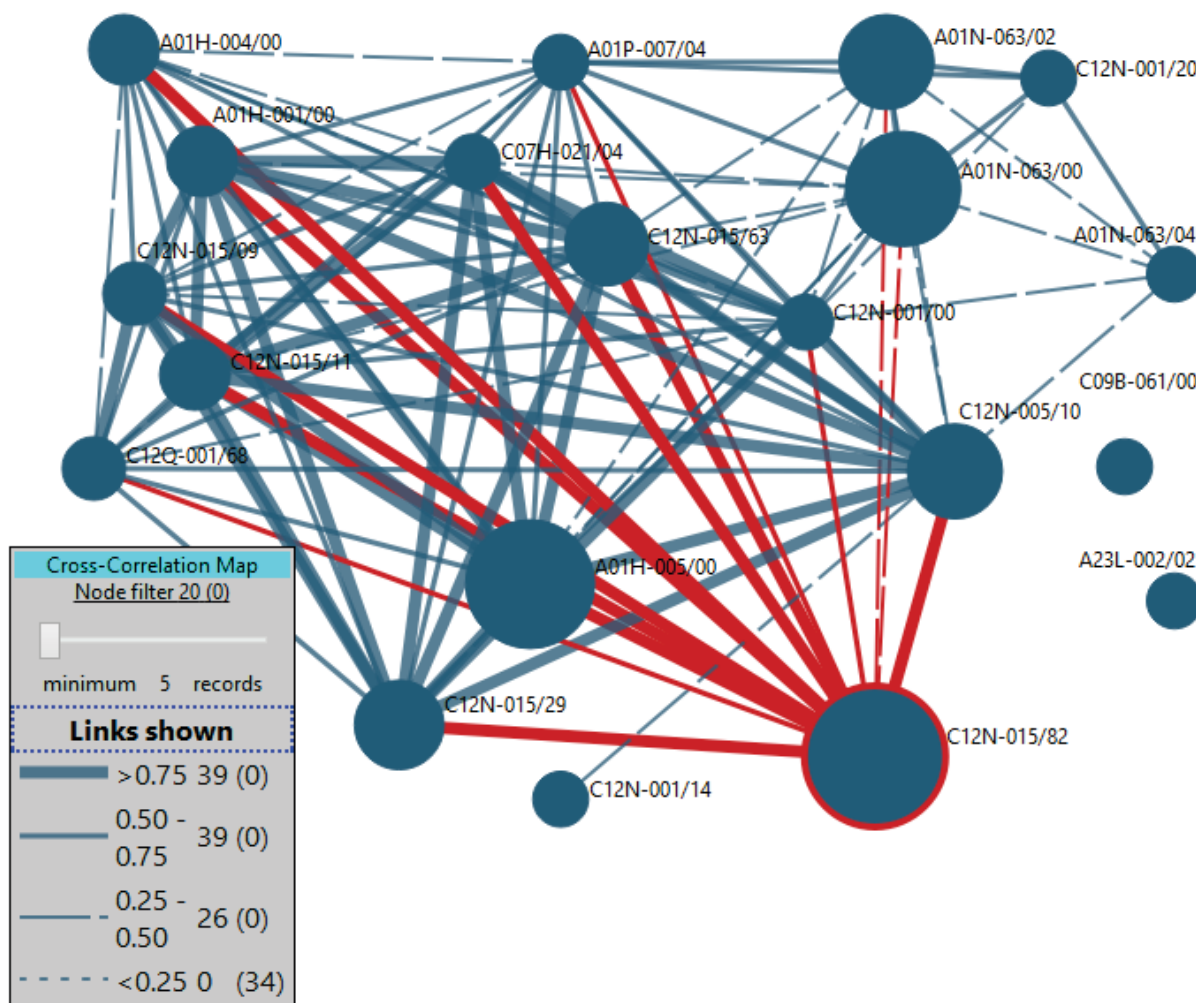


Figura 4. Rede da Embrapa com IPCs de oito dígitos.

A rede possui um maior nível de densidade aplicando IPCs de oito dígitos, e seus principais componentes estão conectados de forma bastante densa, sendo que os *isolates* também têm alta coocorrência. A Rede 1 apresenta *isolates* com baixa coocorrência, diferentemente da Rede 2, em que as classes que detalham a tecnologia mostram tecnologias para engenharia genética para a preservação de sementes, assim como tecnologias no uso do solo e de equipamentos. A Figura 4 mostra a rede que apresenta o componente principal (B), com destaque para as classes C12N e A01H, que compõem majoritariamente as patentes de classes de oito dígitos, sendo principalmente as tecnologias relacionadas às áreas de engenharia genética, micro-organismos, DNA, ácidos nucleicos e estudos de fungos, proteínas e bactérias, além de tecnologias de serviços, instrumentalização e equipamentos. Em outras palavras, as áreas tecnológicas das patentes relacionam-se com os seguintes setores: tecnologias no campo das enzimas; pré-tratamento de biomassa; processos de sacarificação; taxonomia botânica, enzimas para a fermentação de micro-organismos e mesofílicos, enzimas hidrolíticas, e até mesmo plantas transgênicas adaptadas para fermentações de celulose estão presentes.

**Tabela 2.** IPCs que apresentaram maior coocorrência entre as classes de IPCs de oito dígitos.

Coocorrência	IPC	Descrição da área
0,021	C12N-015/82	Engenharia genética para células vegetais
0,018	A01H-005/00	Angiospermas, isto é, plantas floríferas, taxonomia botânica
0,015	A01N-063/00	Biocidas, repelentes ou atrativos de pragas ou reguladores do crescimento de plantas
0,011	A01N-063/02	Substâncias produzidas ou obtidas de micro-organismos ou animais
0,011	C12N-005/10	Células modificadas pela introdução de material genético exógeno
0,010	C12N-015/29	Engenharia genética – genes que codificam proteínas vegetais, por exemplo, taumatina
0,009	C12N-015/63	Introdução de material genético exógeno usando vetores
0,007	A01H-001/00	Processos para modificação de genótipos
0,007	A01H-004/00	Reprodução de plantas por meio das técnicas de cultura de tecidos
0,007	C12N-015/11	Engenharia genética, fragmentos de DNA ou RNA; e suas formas modificadas
0,006	C12N-015/09	Engenharia genética, tecnologia do DNA recombinante
0,006	C12Q-001/68	Processos de medição envolvendo ácidos nucleicos
0,005	A01N-063/04	Substâncias produzidas por meio de fungos microbianos
0,005	A01P-007/04	Inseticidas
0,005	A23L-002/02	Bebidas contendo suco de frutas ou legumes
0,005	C07H-021/04	Compostos ligados por radicais sacarídeos
0,005	C09B-061/00	Corantes de origem natural
0,005	C12N-001/00	Micro-organismos, por exemplo, protozoários; e suas composições
0,005	C12N-001/14	Fungos (cultura de cogumelos; novas plantas; e seus meios de cultura)
0,005	C12N-001/20	Bactérias; e seus meios de cultura
0,005	C12N-015/10	Processos para o isolamento, a preparação ou a purificação do DNA
0,005	C12N-015/32	Proteínas de cristal de <i>Bacillus</i>
0,005	G01N-033/24	Investigação de materiais da terra
0,004	A01G-025/16	Controle de irrigação
0,004	A01G-027/00	Dispositivos automáticos de irrigação
0,004	A01H-005/10	Taxonomia botânica da semente
0,004	A61P-031/04	Anti-infeccioso, i.e., antibióticos, antissépticos
0,004	C12N-15/113	Ácidos nucleicos não codificadores que modulam a expressão gênica
0,004	C12N-015/62	Sequências de DNA que codificam proteínas de fusão
0,004	G01N-033/02	Investigação de alimentos
0,004	G06F-019/00	Equipamentos ou métodos de processamento de dados para aplicação específica

Fonte: elaborado com dados do WIPO (2019).

Os resultados permitiram entender como as classes principais articulam-se e podem ser “separadas” por classes de menor importância no período de análise, mas que já revelam a emergência da fronteira tecnológica: a biotecnologia e a microbiologia são as classes principais da rede da Embrapa e indicam tecnologias que caracterizam a inovação moderna, representada principalmente pelas classes C12N.

Na Tabela 3, observa-se que as patentes são desenvolvidas em colaboração com outras instituições (Rede 3). Usando o campo *Assignee* da *Derwent Innovation*, que traz as instituições proprietárias das patentes, com o auxílio do programa *VantagePoint* (*Vantage Point Institute*, 2019) e do software de análise de redes sociais, Pajek (Batagelj & Mrvar, 2014), identificam-se as principais instituições de pesquisas em colaboração com a Embrapa na amostra de patentes. As atividades de patenteamento são iniciadas com poucas instituições parceiras, cenário que muda após os anos 2000, com muitas instituições atuando em rede de cooperação tecnológica com a Embrapa.



## CONCLUSÃO

A Embrapa é um caso de inovação institucional induzida e bem-sucedida, tornando-se um referencial tanto em escala nacional quanto internacional. Esse resultado pode ser observado na rede de colaboração tecnológica apresentada na Rede 3. A Rede 2 mostra que as fronteiras tecnológicas recentes da Embrapa estão ligadas ao desenvolvimento de inovações da química verde e da bioenergia. Nesse caso, as tecnologias da Embrapa indicam o caminho que está sendo desenvolvido para tecnologias da Bioeconomia. Os programas desenvolvidos pela pesquisa institucional, como a Embrapa Agroenergia, são um bom exemplo de aplicação prática, e são definidos com base na aplicação sistemática do conhecimento técnico e científico de agentes que competem em um contexto de processos seletivos de mercado sustentável de energia de baixo carbono.

Esses resultados mostram uma mudança de perfil tecnológico desenvolvido pela Embrapa. As áreas de pesquisa mostradas na Rede 1 e na Rede 2 são identificadas por tecnologias nas áreas de biotecnologia e microbiologia, com destaque para tecnologias que utilizam micro-organismos e enzimas. Essas tecnologias representam investimentos em pesquisa de biomassa. Processos biotecnológicos baseados em enzimas também são “tecnologias capacitadoras”, já que muitos tipos de enzimas devem ser usados em diferentes sistemas de produção que envolvem tanto produtos da bioenergia quanto agroindústria, ou no desenvolvimento de produtos da química verde. Ou seja, a Rede 2 apresenta tecnologias da química verde, que atualmente representa a fronteira tecnológica do paradigma emergente da Bioeconomia.

Este artigo conclui que existem, porém, relevantes adversidades para a perduração desse sucesso, uma vez que a Empresa pode passar por reformulações políticas que podem alterar a rota tecnológica da instituição e acarretar a saída das pesquisas do caminho da Bioeconomia. Para que o desenvolvimento de inovações continue em bases da química verde, ou seja, tecnologias renováveis e de baixa emissão de carbono (como é o caso das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Agroenergia), é necessário que a Embrapa continue a manter políticas ligadas ao desenvolvimento da Bioeconomia e alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS). Tecnologias verdes podem impactar fortemente os sistemas de agroindústria, com geração de empregos diretos e impactos positivos na demanda efetiva para o setor rural brasileiro. Nesse contexto, é um indicador importante para uma oportunidade de governança da Embrapa, já que seus resultados de P&D podem ser incorporados ao mercado de base biológica, mercado esse que caminha para o desenvolvimento sustentável.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pelo apoio financeiro (projeto nº 2016/13820-4 e projeto nº 2017/08501-0). À União Europeia, no âmbito do Programa Horizonte 2020, projeto Marie Skłodowska-Curie (nº 778398), pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, E. Embrapa: a successful case of institutional innovation. **Revista de Política Agrícola**, ano19, p. 64-72, 2010.
- BATAGELJ, V.; MRVAR, A. Pajek. In: ALHAJJ, R.; ROKNE, J. (Ed.). **Encyclopedia of Social Network Analysis and Mining**. New York: Springer, 2014. p.1245-1256. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6170-8\\_310](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6170-8_310).
- BONACELLI, M.B.M.; FUCK, M.P.; CASTRO, A.C. O sistema de inovação agrícola: instituições, competências e desafios no contexto brasileiro. In: BUAINAIN, A.M.; BONACELLI, M.B.M.; MENDES, C.I.C. (Org.). **Propriedade intelectual e inovações na agricultura**. Rio de Janeiro: INCT, 2015. p.89-109.
- BRENNER, R. The agrarian roots of European capitalism. **Past & Present**, v.97, p.16-113, 1982. DOI: <https://doi.org/10.1093/past/97.1.16>.
- BUAINAIN, A.M. **Trajatória recente da política agrícola brasileira**. 1999. 326p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- BUAINAIN, A.M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J.M. da; NAVARRO, Z. (Ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília: Embrapa, 2014. 1182p.
- BUAINAIN, A.M.; BONACELLI, M.B.M.; MENDES, C.I.C. (Org.). **Propriedade intelectual e inovações na agricultura**. Rio de Janeiro: INCT, 2015. 380p.
- BUAINAIN, A.M.; ROMEIRO, A.R.; GUANZIROLI, C. Agricultura familiar e o novo mundo rural. **Sociologias**, ano5, p.312-347, 2003.
- BUENO, C. da S.; SILVEIRA, J.M.F.J. da; BUAINAIN, A.M.; DAL POZ, M.E.S. Applying an IPC network to identify the bioenergy technological frontier. **Revista Brasileira de Inovação**, v.17, p.259-286, 2018. <https://doi.org/10.20396/rbi.v17i2.8652020>.
- CABRAL, J.I. **Sol da manhã: Memória da Embrapa**. Brasília: UNESCO, 2005. 342p.
- EL-CHICHAKLI, B.; VON BRAUN, J.; LANG, C.; BARBEN, D.; PHILP, J. Policy: Five cornerstones of a global bioeconomy. **Nature News**, v.535, p.221-223, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/535221a>.
- GLÄNZEL, W.; SCHUBERT, A. Analysing scientific networks through co-authorship. In: MOED, H.F.; GLÄNZEL, W.; SCHMOCH, U. (Ed.). **Handbook of quantitative science and technology research**. Springer: Dordrecht, 2004. p.257-276. DOI: [https://doi.org/10.1007/1-4020-2755-9\\_12](https://doi.org/10.1007/1-4020-2755-9_12).
- GOYAL, S. **Connections: an introduction to the Economics of Networks**. Princeton: Princeton University Press, 2007. 304p.
- HIRATUKA, C.; SARTI, F. Transformações na estrutura produtiva global, desindustrialização e desenvolvimento industrial no Brasil. **Revista de Economia Política**, v.37, p.189-207, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0101-31572016v37n01a10>.
- JOHNSON, T.G.; ALTMAN, I. Rural development opportunities in the bioeconomy. **Biomass and Bioenergy**, v.63, p.341-344, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.01.028>.
- KAGEYAMA, A. A questão agrária brasileira: interpretações clássicas. **Reforma Agrária**, v.23, p.5-16, 1993.
- KRAFFT, J.; QUATRARO, F.; SAVIOTTI, P.P. The knowledge-base evolution in biotechnology: a social network analysis. **Economics of Innovation and New Technology**, v.20, p.445-475, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/10438599.2011.562355>.
- LEITE, J.P. de A. Atores e interações no sistema nacional de inovação para agricultura: a indústria de sementes e máquinas agrícolas. In: BUAINAIN, A.M.; BONACELLI, M.B.M.; MENDES, C.I.C. (Org.). **Propriedade intelectual e inovações na agricultura**. Rio de Janeiro: INCT, 2015. p.111-133.
- LEYDESDORFF, L.; WAGNER, C.S. International collaboration in science and the formation of a core group. **Journal of Informetrics**, v.2, p.317-325, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2008.07.003>.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific. **Research Policy**, v.25, p.451-478, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(95\)00840-3](https://doi.org/10.1016/0048-7333(95)00840-3).
- MCCORMICK, K.; KAUTTO, N. The bioeconomy in Europe: an overview. **Sustainability**, v.5, p.2589-2608, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3390/su5062589>.
- ROMEIRO, A. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos avançados**, v.26, p.65-92, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100006>.
- ROMEIRO, A.R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P.H.; LUSTOSA, M.C.; VINHA, V. da (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Campus, 2003. p.1-29.
- ROMEIRO, A.R. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 1998. 277p.
- SALLES-FILHO, S.; BIN, A. Reflexões sobre os rumos da pesquisa agrícola. In: BUAINAIN, A.M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J.M. da; NAVARRO, Z. (Ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília: Embrapa, 2014. p.423-452.
- VANTAGE POINT INSTITUTE. **TechMining, Big data and text-based analytics software**. Disponível em: <<https://vpinstitute.org>>. Acesso em: 30 jan. 2019.
- VER ECKE, W.; MOORE JR., B. Social origins of dictatorship and democracy: lord and peasant in the making of the modern world. **Tijdschrift Voor Filosofie**, v.31, p.793-796, 1969.
- VIEIRA FILHO, J.E.R. Transformação histórica e padrões tecnológicos da agricultura brasileira. In: BUAINAIN, A.M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J.M. da; NAVARRO, Z. (Ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília: Embrapa, 2014. p.395-421.
- VIEIRA FILHO, J.E.R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília: IPEA, 2017. 305p.
- WU, X.; ZHU, X.; WU, G.Q.; DING, W. Data mining with big data. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, v.26, p.97-107, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1109/TKDE.2013.109>.

**ANEXO 1. REDE DE COLABORAÇÃO DAS PATENTES DA EMBRAPA – 50 VÉRTICES.**

Number	Label	All Degree Partition of N4 (55)	Weighted All Degree of N4 (55)
1	EMBRAPA	54	102
2	UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	20	50
3	FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA ESTADO (FAPESP)	8	33
4	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS	8	17
5	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	8	17
6	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	18	25
7	UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA)	15	21
8	CORNELL RESEARCH FOUNDATION	5	11
9	INSTITUTO AGRONômICO DE CAMPINAS	4	7
10	PETROBRAS PETRÓLEO BRASIL SA	4	7
11	PLANT GENETIC SYSTEMS	5	9
12	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)	6	10
13	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR)	5	8
14	BASF AGROCHEMICAL PRODUCTS	6	8
15	BAYER BIOSCIENCE	6	6
16	CENT INT ETUD SUPERIEURES EN SCI AGRONOMIA	7	7
17	CETEM - Centro de Tecnologia Mineral	6	6
18	CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS	5	5
19	CIRAD - AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT	6	6
20	CONSEJO NACIONAL INVESTIGACIONES CIENTIF	17	17
21	ECOLE NAT DU GENIE RURAL FORETS	13	13
22	ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL OBISPO COLOMBRES	13	13
23	ESALQ - ESCOLA SUPERIOR AGRIC LUIZ QUEIROZ	13	13
24	FUNDAÇÃO EZEQUIEL DIAS - FUNED	5	5
25	INSTITUTO DE AGROBIOTECNOLOGÍA ROSARIO (INDEAR)	16	16
26	LABORATÓRIO DE BIOQUÍMICA GERAL E DE MICROORGANISMOS - INBIO	17	17
27	INST INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS CLEMENTE	17	17
28	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (CCAFA)	17	17
29	INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA)	17	17
30	INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO	13	13
31	MICRODOSE THERAPEUTX	5	5
32	ROTA INDUSTRIA LTDA	4	4
33	SAMSUNG ELETRONICA DA AMAZONIA LTDA	3	3
34	TECNICER TECNOLOGIA CERAMICA LTDA	3	3
35	TORRES COMERCIO E PROCESSAMENTO DE PRODUTOS NATURAIS S.A	5	5
36	UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA (UBEC & UCB)	15	15
37	UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS	5	5
38	UNIVERSIDADE DE BUENOS AIRES (UBA)	14	14
39	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARA	1	1
40	UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE	3	3
41	UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS	3	3
42	UNIVERSIDADE FEDERAL JUIZ DE FORA	1	1
43	UNIVERSIDADE FEDERAL MINAS GERAIS	3	3
44	UNIVERSIDADE FEDERAL OURO PRETO	5	5
45	UNIVERSIDADE MELBOURNE	1	1
46	UNIVERSIDAD NACIONAL ASUNCION	17	17
47	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO	1	1
48	UNIVERSIDADE DO TEXAS A&M SYSTEM	4	4
49	UNIVERSIDADE FEDERAL SANTA MARIA	1	1
50	VALLEE SA	3	3