

Bioeconomia na Embrapa Agroenergia

Richardson Silva Lima

João Ricardo Moreira de Almeida

Patrícia Verardi Abdelnur

Bruno dos Santos Alves Figueiredo Brasil

Clenilson Martins Rodrigues

Introdução¹

Este capítulo destaca o papel da Embrapa Agroenergia, Unidade Descentralizada (UD) da Embrapa, no desenvolvimento de soluções tecnológicas para a conversão de biomassa em biocombustíveis, produtos químicos e materiais de base renovável. Pretende-se apresentar seus focos principais, sua forma de atuação e de interação com parceiros da iniciativa privada e academia, considerando que é uma Unidade que se dedica essencialmente às áreas de aplicação típicas da bioeconomia.

Este capítulo se organiza em quatro seções: a primeira apresenta as áreas de atuação e pesquisas da Embrapa Agroenergia; a segunda apresenta as atividades e os resultados executados no âmbito da unidade Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii); a terceira discute os eventos anuais promovidos; e, na quarta, são feitas algumas considerações finais.

Atuação da Embrapa Agroenergia

A Embrapa Agroenergia tem como visão instituída: “Ser referência nacional e internacional na geração de inovações tecnológicas que permitam converter, por meio de processos bioquímicos, químicos e termoquímicos, matérias-primas renováveis diversificadas em alternativas sustentáveis de bioprodutos e bioenergia dentro do contexto da Biotecnologia Industrial e da Química Verde” (Embrapa Agroenergia, 2019b). Em consonância com essa visão institucional, as ações de PD&I da Embrapa Agroenergia foram definidas, a partir do final de 2016, em quatro eixos temáticos: Biomassas para fins industriais, Biotecnologia industrial, Química de renováveis e Biomateriais.

As ações no eixo de Biomassas para fins industriais são voltadas para o desenvolvimento de biomassas vegetais e algais que possam ser utilizadas como substratos, em processos industriais de produção de biocombustíveis e bioprodutos. Na Biotecnologia industrial, microrganismos e seus derivados, tais como enzimas, são empregados diretamente em processos de desconstrução de resíduos agroindustriais e na conversão de açúcares, lignina, óleos, glicerina e outros substratos renováveis para produção de compostos de interesse industrial. Em alguns casos, estratégias de bioprospecção, melhoramento genético e de

¹ Os autores agradecem à colega Clelma Maria Linhares pelo apoio na elaboração do capítulo.

fermentação podem ser empregadas para a obtenção de microrganismos, os quais podem ser aplicados diretamente na agroindústria como produto final. Assim como na Biotecnologia industrial, na Química de renováveis, são gerados produtos e processos de base renovável, porém, com a aplicação de processos químicos, termoquímicos e físico-químicos na conversão da biomassa e/ou seus constituintes em produtos de interesse industrial. Finalmente, no eixo de Materiais renováveis, a Unidade atua para produzir materiais a partir de matéria orgânica de origem vegetal, animal ou microbiana. Maior detalhamento dos eixos temáticos pode ser consultado na página da Unidade na internet².

Nesse contexto, depreende-se claramente que as linhas de atuação da Unidade estão inseridas no contexto da bioeconomia, mais especificamente no contexto de biorrefinarias. Nesse sentido, a Unidade tem investido esforços de PD&I para desenvolvimento de biocombustíveis e insumos agroindustriais. Com relação a biocombustíveis, o foco da Unidade está centrado principalmente nos combustíveis líquidos à base de etanol (1G e 2G), biodiesel e bioquerosene de aviação e, também, em biogás. Os trabalhos com insumos agroindustriais visam agregar valor e suportar o desenvolvimento do agronegócio pela geração de bioprodutos, biofertilizantes, bioinsumos, compostos químicos renováveis e outros por processos biológicos, químicos e físicos. A busca por agregação de valor a resíduos e coprodutos da cadeia de biocombustíveis pela produção de insumos agroindustriais é constante nos projetos de pesquisa e desenvolvimento da Unidade, haja vista, essa ser uma etapa essencial da economia circular para as biorrefinarias. A nuvem de palavras gerada a partir dos títulos dos 108 projetos liderados pela UD (32 ainda em execução) confirma o foco no desenvolvimento de produtos e processos para agregação de valor à biomassa. Palavras como biomassa, produção, etanol, biodiesel, compostos, agregação e cana-de-açúcar estão entre as mais presentes na programação da UD (Figura 1). Um bom exemplo da atuação da Unidade refere-se ao desenvolvimento de ativos tecnológicos para biorrefinarias de cana-de-açúcar.

As biorrefinarias de cana-de-açúcar, no Brasil, produzem atualmente açúcar, etanol, energia elétrica pela queima de bagaço de cana, e leveduras para ração animal. O setor sucroenergético é responsável por 18% da matriz energética brasileira e faz com que o Brasil seja um dos maiores exportadores de açúcar do mundo (Empresa de Pesquisa Energética, 2020). Apesar do grande sucesso do setor, novas tecnologias para aumentar a sustentabilidade dessa indústria têm sido buscadas por diferentes instituições de pesquisa. Na Embrapa Agroenergia,

² www.embrapa.br/agroenergia.



Figura 1. Nuvem de palavras gerada a partir do título dos 108 projetos liderados pela Embrapa Agroenergia em 2020.

diversos projetos têm sido desenvolvidos com o intuito de gerar novos ativos tecnológicos para o setor. A Figura 2 apresenta o resumo dos principais produtos já consolidados na indústria (azul), e novos produtos e processos em desenvolvimento na Embrapa Agroenergia (verde). No eixo de biomassa para fins industriais, novas variedades de cana mais produtivas e resistentes a estresses bióticos e abióticos têm sido obtidas por técnicas de melhoramento genético.

Nos eixos de biotecnologia industrial e química de renováveis, diferentes estratégias têm sido empregadas para conversão dos resíduos da cana-de-açúcar, principalmente de seu bagaço, em novos compostos químicos de

interesse industrial (Figura 2). Destaca-se o desenvolvimento de processos de pré-tratamento e produção de um coquetel enzimático para hidrólise de biomassa, que permite a desconstrução dos componentes da biomassa, isto é, celulose, hemicelulose e lignina, em seus constituintes unitários. Os açúcares provenientes da celulose e hemicelulose podem ser convertidos em produtos de interesse industrial. Um exemplo é a obtenção de ácido xilônico por rota fermentativa pela conversão da xilose presente em hidrolisados hemicelulósicos por novas linhagens de leveduras recombinantes. A Embrapa Agroenergia também tem usado a vinhaça como substrato para cultivo de microalgas. Com isso, novos produtos são gerados a partir das algas produzidas, e reduz-se a oferta de vinhaça, diminuindo a disposição desse passivo no ambiente. Esses e outros ativos tecnológicos (produtos e processos), gerados na Embrapa Agroenergia, são descritos em publicações científicas especializadas e podem ser acessados na página da Unidade³ e, também, na Vitrine Tecnológica da Embrapa Agroenergia⁴.

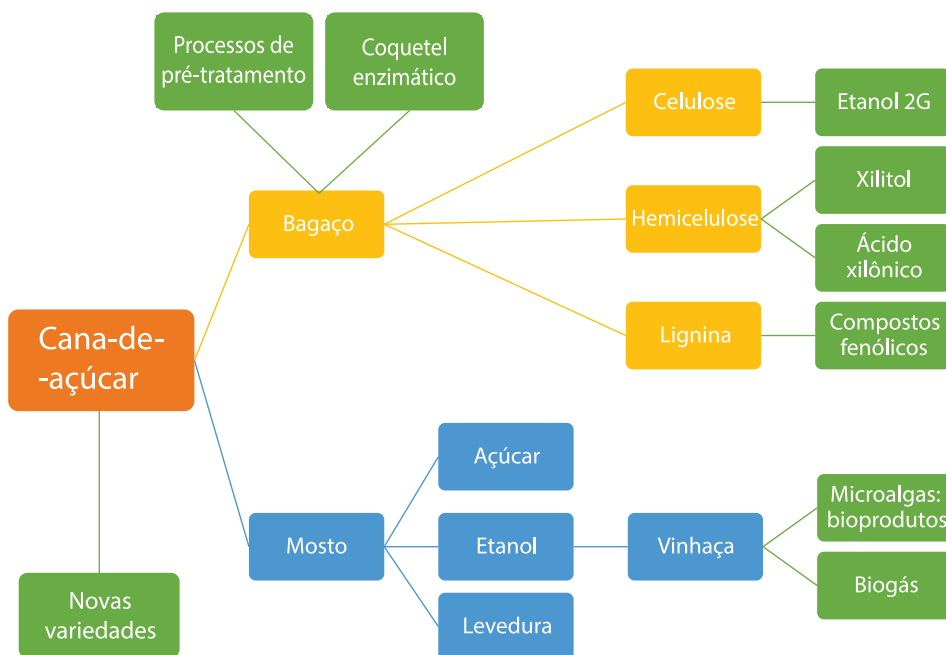


Figura 2. Produtos e processos em biorrefinarias de cana, desenvolvidos pela Embrapa Agroenergia até o ano de 2020.

³ www.embrapa.br/agroenergia/publicacoes.

⁴ www.embrapa.br/agroenergia/vitrine/vitriNETecnologica.

A Vitrine Tecnológica apresenta soluções inovadoras desenvolvidas pela Embrapa Agroenergia e instituições parceiras, visando prover de matérias-primas, insumos e processos os mercados de biocombustíveis, nutrição animal, produtos químicos e materiais de origem renovável. Trata-se de um canal de divulgação para fomentar negócios tecnológicos em modelos de inovação aberta, permitindo a transferência das tecnologias geradas pela Embrapa para a sociedade. Os ativos tecnológicos apresentados na vitrine encontram-se disponíveis para parcerias de licenciamento ou desenvolvimento conjunto. Estão categorizados em uma escala de níveis de maturidade tecnológica que vai de um a nove (Figura 3), baseada na referência primária ISO/FDIS 16290.

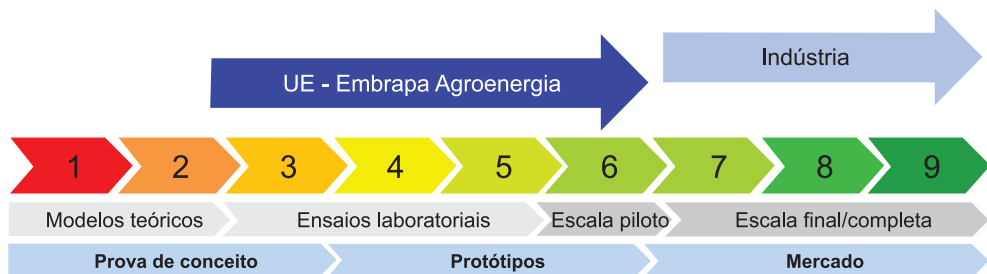


Figura 3. Atuação nos diferentes níveis da escala *technology readiness level* (TRL) e *manufacturing readiness level* (MRL) da Embrapa Agroenergia e da indústria no desenvolvimento de tecnologias para os projetos Embrapii.

Fonte: Capdeville et al. (2017).

Com o objetivo de aumentar a sustentabilidade das agroindústrias e o estabelecimento de projetos de inovação aberta com o setor produtivo, a Unidade gerou ativos tecnológicos aplicados em diferentes mercados nos últimos anos. Destacam-se os mercados de biocombustíveis e bioenergia, defensivos agrícolas, polímeros, fertilizantes, cosméticos, agroquímicos e indústria química. Exemplos de produtos e processos para produção de biocombustíveis, variedades de biomassas, processos de produção de compostos químicos a partir de fontes renováveis estão disponíveis no Relatório de Gestão da Empresa (Embrapa Agroenergia, 2019a).

Tendo em vista as constantes mudanças técnicas, econômicas, sociais, ambientais e mercadológicas na agroindústria, faz-se necessário à Embrapa Agroenergia e demais instituições de ciência e tecnologia (ICTs) a constante revisão do seu planejamento estratégico. Dessa forma, a Unidade revisa sua agenda

de prioridades, isto é, objetivos estratégicos, periodicamente, visando prever transformações e definir o foco da programação de pesquisa, desenvolvimento e inovação para os próximos 5 a 10 anos. Para isso, a Unidade conta, desde 2016, com um observatório de tendências cuja meta é elaborar estudos com a finalidade de prever tendências e oportunidades em sua área de atuação. Mais especificamente, a Unidade já elaborou estudos nos temas lignina, ácidos orgânicos, álcoois, biomassas oleaginosas e algas. Os relatórios técnicos gerados possuem informações confidenciais e algumas de aspecto público, e identificam possíveis processos e produtos a serem empregados e obtidos a partir da conversão de recursos renováveis. A análise qualitativa e quantitativa de dados de publicações científicas e tecnológicas (patentes) permite a identificação de áreas de atuação saturadas ou amplamente estudadas nacional e internacionalmente, além da visualização de novas tendências (sinais fracos). Por exemplo, em estudo recente realizado em projeto liderado pela Embrapa Agroenergia, o potencial de 77 ácidos carboxílicos chegarem à escala de produção industrial nos próximos anos foi avaliado utilizando estratégia baseada em multicritérios (Braga et al., 2020) para estimar dados de publicações científicas e de patentes. Dados de mercado de cada ácido, relativos à demanda e ao preço, com informações dos processos tecnológicos de produção dos referidos ácidos e outros parâmetros, permitiram identificar aqueles com maior potencial de atingirem a produção industrial nos próximos anos.

Unidade Embrapii – Embrapa Agroenergia

Historicamente, observa-se que a geração de riqueza, emprego e renda está diretamente relacionada ao desenvolvimento de inovações (Nelson; Winter, 1982). De fato, a busca contínua por novas tecnologias torna-se condição essencial para sobrevivência das empresas no mercado competitivo e globalizado atual. Por conseguinte, o desenvolvimento econômico das nações está assentado, cada vez mais, na inovação baseada em pesquisa e desenvolvimento tecnológico. O Brasil investe cerca de 1,2% do PIB em pesquisa e desenvolvimento, ocupando o 11º lugar no ranking global de produção científica (National Science Board, 2018) e apenas o 62º lugar no ranking global de inovação (Cornell University et al., 2018). Entre os fatores relacionados a essa disparidade, pode-se citar o baixo investimento empresarial na área e a alta concentração de pesquisadores doutores nas instituições de ensino superior, em detrimento do setor industrial.

Nesse contexto, a colaboração entre ICTs e o setor privado ganha relevância estratégica como medida para alavancar a disseminação da inovação aberta no País. De fato, parcerias entre ICTs e empresas constituem um dos principais modelos de inovação aberta fomentados no mundo, tendo em vista seu significativo impacto positivo para o desenvolvimento econômico e social (Chin, 2012). Embora o setor empresarial seja o efetivo demandante por inovações, poucas empresas detêm ou deterão todas as competências, recursos, estruturas e capacidades para desenvolverem, individualmente, inovações de grande impacto e que sejam incorporadas pelo mercado (Capdeville, 2017). Assim, as ICTs surgem como atores complementares importantes, pois atuam na geração e oferta de conhecimentos, informações e tecnologias, funcionando como engrenagens fundamentais para alavancar a inovação.

De modo a fomentar ativamente a inovação aberta por meio de parcerias com o setor produtivo privado, a Embrapa Agroenergia se credenciou, em 2016, como uma das unidades da Embrapii (Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial). A Embrapii⁵ é uma organização social qualificada pelo Poder Público Federal, criada em 2013, com a missão de contribuir para o desenvolvimento da inovação na indústria brasileira por meio do fortalecimento de sua colaboração com institutos de pesquisas e universidades. A Unidade Embrapii (UE), sediada na Embrapa Agroenergia, atua na temática Bioquímica de renováveis, e tem como objetivo o codesenvolvimento e cocriação de soluções tecnológicas, por meio de inovação aberta, em parceria com a indústria de base biológica no Brasil.

Modelo Embrapii

A parceria UE e empresa visa à inserção de tecnologias (produtos, processos ou softwares) no mercado e, assim, permite fomentar o ecossistema de inovação. Entre as diversas vantagens, o modelo Embrapii preconiza as seguintes premissas:

- ✓ Agilidade e flexibilidade na contratação de projetos.
- ✓ Recurso não reembolsável e pré-aprovado pela Embrapii.
- ✓ Exploração comercial com exclusividade pela empresa parceira.
- ✓ Desenvolvimento de tecnologias customizadas para a empresa parceira.
- ✓ Compartilhamento de riscos nas etapas mais críticas do desenvolvimento tecnológico.

⁵ Disponível em: <https://embrapii.org.br/institucional/quem-somos/>

Financiamento de Projetos

Um dos grandes diferenciais dos projetos Embrapii é o aporte financeiro, que ocorre em fluxo contínuo. Os custos dos projetos são divididos em três partes: Embrapii, empresa(s) e UE-Embrapa Agroenergia; portanto, dois terços dos recursos são oriundos do poder público e um terço da iniciativa privada.

A Embrapii contribui com, no máximo, um terço em contrapartida financeira; a(s) empresa(s) parceira(s) com, no mínimo, um terço em contrapartida financeira; e a UE-Embrapa Agroenergia com um terço em contrapartida econômica (pessoal e infraestrutura) (Figura 4).

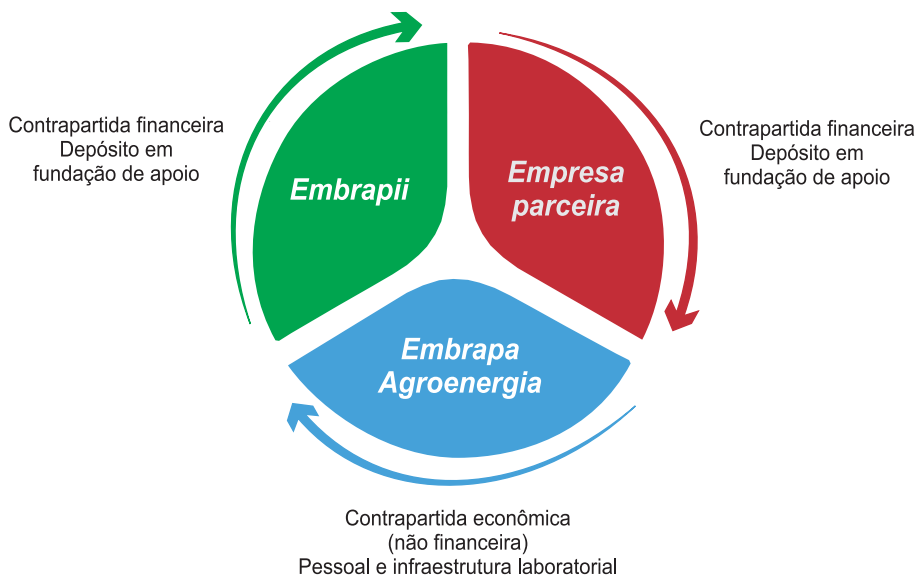


Figura 4. Contribuição e contrapartidas financeiras e econômicas da Embrapii, UE-Embrapa Agroenergia e empresa(s) nos projetos Embrapii.

Visando impulsionar e viabilizar os projetos de inovação entre empresas e unidades Embrapii, a organização social Embrapii possui diversos convênios com diferentes instituições e bancos. Entre as parcerias firmadas, destaca-se a parceria com o Sebrae. A injeção de recursos financeiros em projetos de pesquisa e inovação pela instituição viabiliza a inserção de pequenas empresas, como *startups* e Microempreendedor Individual (MEI) no mundo da inovação tecnológica.

Os recursos Sebrae financiam até 80% do valor da contrapartida da empresa e podem ser investidos em três modalidades de projetos: desenvolvimento tecnológico; encadeamento tecnológico; e aglomeração tecnológica.

As empresas também podem se beneficiar com a parceria que a Embrapii tem com a PricewaterhouseCoopers (PWC). A parceria auxilia as empresas no mecanismo de utilização do incentivo fiscal oferecido pela Lei do Bem. Esse incentivo pode ser utilizado por empresas que trabalham com regime de lucro real para abater no aporte da empresa em projetos Embrapii (um terço do projeto). Existem outras parcerias como Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), BNDES, Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE), Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG), Banco do Nordeste, Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec), Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Capes, Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (Confap), Conselho Nacional de Secretários Estaduais para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação (Consecti), Fapesp, Agência de Fomento do Estado de Santa Catarina S.A. (Badesc), Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQPB), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg), Fundação Araucária, que, também, podem beneficiar empresas de vários portes, auxiliando-as na contrapartida que lhes cabem. Todas as informações sobre as parcerias firmadas pela Embrapii podem ser encontradas no site da instituição⁶.

Ativos Tecnológicos e Pré-tecnológicos para Negociação

Os projetos Embrapii são customizados de acordo com o interesse do parceiro. E, para aproximar da realidade do setor industrial e oferecer oportunidades de parceria, a Embrapa Agroenergia criou e disponibilizou uma Vitrine Tecnológica (VT) (Figura 5), que conta atualmente com 27 ativos tecnológicos. Os ativos estão relacionados em quatro eixos temáticos: biomassas para fins industriais, biotecnologia industrial, química de renováveis e materiais renováveis. A VT é atualizada periodicamente de modo a apresentar diversos ativos aos parceiros. Os ativos tecnológicos disponíveis para negociação podem ser encontrados no site.

⁶ www.embrapii.org.br.



Figura 5. Vitrine Tecnológica da Embrapa Agroenergia.

Fonte: Embrapa Agroenergia (2020).

Os ativos pré-tecnológicos (APT) podem também ser negociados nos arranjos de projetos Embrapii. Atualmente, a Embrapa Agroenergia possui um banco com mais de 10 mil microrganismos derivados da biodiversidade brasileira e exóticos, sendo bactérias, fungos, leveduras e microalgas. Além disso, possui um banco de enzimas (celulases, lipases, proteases, lacases, fitases, entre outras), de metabólitos (açúcares, polióis, fenólicos, ácidos orgânicos, álcoois, entre outros) e *traits* genéticos, como marcadores moleculares, genes candidatos, promotores, entre outros (Figura 6).

Fluxo Operacional

A equipe da Unidade Embrapii é composta atualmente por uma coordenadora-geral, coordenador de operações, coordenador de negócios e planejamento, coordenadora de propriedade intelectual e contratos, assessora de planejamento e qualidade, assessoria de imprensa e seis pesquisadores/coordenadores técnicos líderes, além de 24 pesquisadores e 13 analistas que integram a equipe de P&D da UE.

A UE-Embrapa Agroenergia trabalha com um funil de vendas, conforme ilustrado na Figura 7. A primeira etapa é a captura de *leads*⁷, a qual é realizada pela equipe do Setor de Comunicação e Marketing (SCM) e do Setor de Implementação

⁷ *Leads* são os contatos gerados através das ações de marketing.



Figura 6. Ativos pré-tecnológicos da Embrapa Agroenergia. A coleção conta com mais de 10 mil microrganismos da biodiversidade brasileira.

Fonte: Embrapa Agroenergia (2020).



Figura 7. Etapas relacionadas ao processo, desde a captura de leads até a contratação do projeto, e os atores envolvidos em cada etapa.

da Programação de Transferência de Tecnologia (Sipt), a partir da disponibilização de material rico em conteúdo, campanhas de marketing, webinars, lives, seminários, entre outros. A prospecção de empresas também é realizada por meio da participação da equipe da UE em feiras e eventos.

A partir desses contatos com os potenciais parceiros, a equipe da UE realiza uma apresentação institucional. Havendo interesse em prosseguir com a parceria, um *non-disclosure agreement* (NDA) é enviado para assinatura do parceiro. Após a assinatura das partes e publicação no Diário Oficial da União (DOU) do NDA, iniciam-se as tratativas técnicas.

Reuniões técnicas são realizadas entre o(s) pesquisador(es) e o(s) parceiro(s) a fim de identificar a demanda e elaborar um escopo de projeto. Com a aprovação do escopo pelo parceiro, inicia-se a elaboração do contrato e do plano de trabalho. Esse trâmite operacional é realizado pelo Setor de Prospecção e Avaliação de Tecnologias (Spat) com apoio do pesquisador/coordenador técnico do projeto.

Assim que o contrato é assinado e publicado no DOU, inicia-se a execução técnica do projeto. A gestão administrativa e financeira é realizada pela fundação de apoio, que atualmente está sob a responsabilidade da Fundação Arthur Bernardes (Funabre), de Viçosa, MG, e Fundação Eliseu Alves (FEA). A gestão dos projetos contratados é realizada pelo coordenador técnico e pelo escritório de projetos da UE-Embrapa Agroenergia.

A UE-Embrapa Agroenergia possui seis macroprocessos, são eles: a) Prospecção de negócios; b) Negociação de projetos; c) Gestão de projetos; d) Gestão de propriedade intelectual (processo estabelecido pelo Spat); e) Comunicação (processo estabelecido pelo SCM/CNPAE); f) Gestão administrativa e financeira (processo realizado pela Fundação Arthur Bernardes - Funarbe) com apoio da Equipe do escritório da UE (Figura 8). Todos os processos são documentados de acordo com as premissas do Núcleo de Gestão da Qualidade (NGQ) da Embrapa Agroenergia.

Resultados 2016–2020

As metas e resultados alcançados pela UE-Embrapa Agroenergia nos 4 anos de credenciamento foram:

- 329 empresas prospectadas.
- 54 propostas técnicas enviadas.

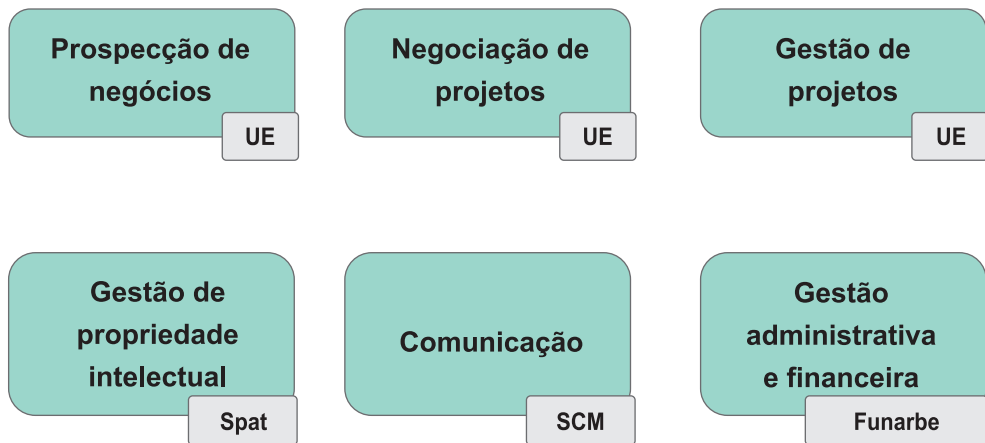


Figura 8. Macroprocessos da Unidade Embrapii-Embrapa Agroenergia.

- 12 projetos contratados.
- 12 empresas contratadas.
- R\$ 6,1 milhões aportados pela Embrapii.
- R\$ 6,1 milhões aportados pelas empresas.
- R\$ 6,1 milhões aportados pela UE-Embrapa Agroenergia.
- R\$ 18,3 milhões em projetos contratados.

As metas referentes à taxa de sucesso de projeto(s) e pedidos de propriedade intelectual ainda estão em 0%, pois todos os projetos contratados ainda se encontram na etapa de execução (dados de 2020).

As empresas parceiras nos projetos Embrapii encontram-se na Figura 9. É importante ressaltar que algumas empresas já firmaram novos contratos para desenvolvimento de pesquisas com nível de maturidade superior ao contratado anteriormente e/ou para desenvolvimento de novas pesquisas de acordo com a área de atuação de cada uma, indicando satisfação dos parceiros com esse modelo de projetos em parceria para inovação aberta.

Os projetos de inovação financiados pela Embrapii, em execução na UE, permeiam diferentes áreas e mercados, como desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar transgênica; biofertilizante a base de algas; defensivo agrícola; biofabricação de corantes por vias biotecnológicas; entre outros.

Vale destacar que os projetos em desenvolvimento no modelo Embrapii têm completo alinhamento com o posicionamento estratégico da Embrapa



Figura 9. Empresas parceiras da Unidade Embrapii-Embrapa Agroenergia em 2020.

Agroenergia; e, ao final da execução de cada um, permitirá a introdução, no mercado nacional e internacional, de tecnologias inovadoras codesenvolvidas pela Unidade, o que certamente impactará positivamente na imagem da Embrapa enquanto empresa pública a serviço da sociedade.

O modelo Embrapii é inovador, ágil e flexível, sendo uma excelente oportunidade para o empresário brasileiro alavancar os seus negócios, por meio de maior inovação nas empresas. A experiência como Unidade Embrapii tem sido muito positiva na Embrapa Agroenergia, fomentando o ecossistema de inovação e transferindo tecnologia para o setor industrial brasileiro.

Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia

Uma ação em P&D que potencializa a relação estreita entre a atuação da Embrapa Agroenergia e o tema Bioeconomia é a realização do *Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia* (EnPI), instituído em 2014. A principal finalidade do evento é promover para a sociedade a difusão de conhecimento por meio das pesquisas realizadas na Embrapa Agroenergia, visando apresentar para a comunidade científica os trabalhos desenvolvidos por estudantes de graduação, mestrado e doutorado, bem como profissionais em pós-doutorado, resguardadas as informações sensíveis no que tange aos elementos de sigilo contratual e de proteção intelectual de ativos tecnológicos.

Desde a primeira edição realizada em 2014, foram apresentados no EnPI trabalhos técnicos-científicos nas áreas de biomassas para fins industriais, biotecnologia industrial, química de renováveis e materiais renováveis. Essas áreas estão fundamentadas nos quatro principais eixos de atuação em P&D da Embrapa Agroenergia: biomassas para fins industriais, biotecnologia industrial, química de renováveis e materiais renováveis. As edições de 2014 a 2020 entregaram para a comunidade científica um total de 248 publicações, conforme a Figura 10.

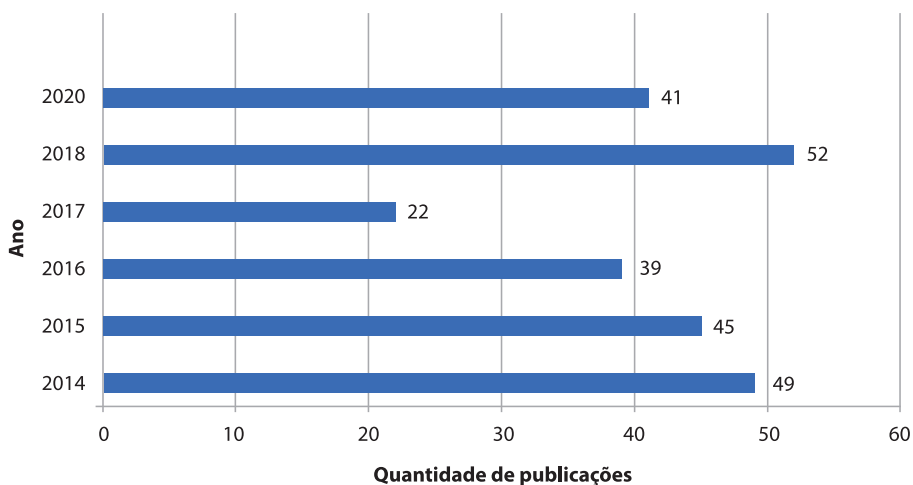


Figura 10. Quantidade de publicações dos encontros de pesquisa e inovação da Embrapa Agroenergia entre 2014 e 2020.

Fonte: Embrapa Agroenergia (2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2020).

A partir da 2ª edição, em 2015, a Embrapa Agroenergia reformulou o formato de apresentação/discussão dos temas abordados pelo EnPI em dois momentos. O primeiro momento nomeado como *Agroenergia em Foco*, é constituído em forma de simpósio em torno de um tema-chave e com a participação de palestrantes dos setores público e privado. No segundo momento, a Embrapa Agroenergia disponibiliza espaço para as apresentações e premiações dos trabalhos técnico-científicos. No II EnPI (Embrapa Agroenergia, 2015), o simpósio *Agroenergia em Foco* teve como tema central Produção e uso de enzimas no contexto da agroenergia. Já no III EnPI (Embrapa Agroenergia, 2016), as discussões permearam o tema Bioeconomia, o papel da química verde e dos biomateriais. No IV EnPI (Embrapa Agroenergia, 2017), o tema do simpósio

foi Biotecnologia industrial; e, no V EnPI (Embrapa Agroenergia, 2018), o tema foi Biomassa para a bioeconomia.

No VI EnPI (Embrapa Agroenergia, 2020), o tema foi Bioprodutos: agregação de valor às agroindústrias, com especial ênfase em bioinsumos. Foi um evento completamente diferente dos demais, pois foi realizado 100% em formato digital, em razão das restrições impostas pelo estado de pandemia da covid-19, além de trazer na programação um espaço dedicado para inovação e negócios, chamado de InovAR – Diálogos de Inovação Tecnológica, em que se visou a prospecção de demandas, discussão de soluções tecnológicas e possibilidades de parcerias com o setor produtivo.

Considerações Finais

A Embrapa Agroenergia tem avançado no desenvolvimento da bioeconomia. Observou-se que, a partir da definição de quatro eixos principais de atuação, a Unidade está canalizando os esforços no desenvolvimento da bioeconomia. Essa organização tem permitido avanços significativos da Embrapa Agroenergia que chegou, em 2021, aos seus 15 anos de existência.

Destaca-se o modelo de negócios da Unidade cujo foco é a geração de ativos pré-tecnológicos e tecnológicos para inserção no mercado da inovação. O modelo de negócios utilizado é de inovação aberta, que permite negociar as tecnologias desenvolvidas com instituições e empresas públicas e privadas, visando ao codesenvolvimento de suas soluções tecnológicas. Isso é uma escolha essencial, já que a parceria instituições de pesquisa e setor privado é fundamental para o desenvolvimento da bioeconomia, e este setor estará à frente na produção de bens e serviços.

O credenciamento com a Embrapa também é um importante reconhecimento da capacidade da Unidade, de seu alinhamento ao tema da bioeconomia e de sua inclinação para parcerias.

Os EnPIs estão bastante alinhados com a bioeconomia e têm se tornado um local de encontro e debate. Essa é mais uma contribuição da Unidade para a disseminação do tema, apresentação de soluções, conexão com a academia e estudantes que serão o futuro da bioeconomia. Em conclusão, o direcionamento por eixos específicos, a organização da pesquisa e de seu modelo de negócio

e o trabalho em conjunto com outros atores têm permitido resultados e reconhecimento que podem ser utilizados de exemplo para instituições que querem avançar no desenvolvimento da bioeconomia.

Referências

- BRAGA, M.; FERREIRA, P. M.; ALMEIDA, J. R. M. Screening method to prioritize relevant bio-based acids and their biochemical processes using recent patent information. **Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofpr**, v. 15, p. 231-249, 2020.
- CAPDEVILLE, G. de; BRASIL, B. S. A. F.; ALVES, A. A. **Innovation and business model of Embrapa Agroenergy: integrated strategic management of R&D and TT**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2017. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 24).
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS CGEE. **MCTIC e CGEE lançam Projeto Oportunidades e Desafios da Bioeconomia (ODBio)**. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/-/mctic-e-cgee-lancam-projeto-oportunidades-e-desafios-da-bioeconomia-odbio>. Acesso em: 10 out. 2020.
- CHIN, C. M. M. **Development of a project management methodology for use in a university-industry collaborative research environment**. 2012. Thesis (PhD) – University of Nottingham, Nottingham.
- CORNELL UNIVERSITY; INSEAD; WIPO. **Índice global de inovação de 2018: energizando o mundo com inovação**. Ithaca, 2018. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo_pub_gii_2018-abridged1.pdf. Acesso em: 18 jan. 2022.
- CORNELL UNIVERSITY; INSEAD; WIPO. **The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation?** Ithaca, 2020. Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2020-report#>. Acesso em: 30 out. 2020.
- CRONI, P.; RYAN, F.; COUGHLAN, M. Undertaking a literature review: A step-by-step approach. **British Journal of Nursing**, v. 17, p. 38-43, 2008 DOI: 10.12968/bjon.2008.17.1.28059.
- EMBRAPA AGROENERGIA. **I Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia: Anais**. 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1053238/1/IENPIv2014final.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.
- EMBRAPA AGROENERGIA. **II Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia: Anais**. 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1053238/1/IENPIv2015final.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.
- EMBRAPA AGROENERGIA. **III Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia: Anais**. 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1053238/1/IENPIv2016final.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.

EMBRAPA AGROENERGIA. **IV Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia:** Anais. 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1053238/1/IENPIv2017final.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.

EMBRAPA AGROENERGIA. **V Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia:** Anais. 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1053238/1/IENPIv20184final.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.

EMBRAPA AGROENERGIA. **Pesquisa e Inovação na Embrapa Agroenergia:** oportunidades para inovação na cadeia produtiva do biodiesel. 2019b. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/oleaginosas-e-biodiesel/2019/37a-ro/app_37ro_biodiesel_embrapa.pdf. Acesso em: 30 out. 2020.

EMBRAPA AGROENERGIA. **Relatório de Gestão 2016-2019.** 2019a. Disponível em: <https://relatoriodegestao.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 30 out. 2020.

EMBRAPA AGROENERGIA. **Vitrine Tecnológica.** 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agroenergia/vitrine/vitrinetecnologica>. Acesso em: 30 out. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanco Energético Nacional.** 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>. Acesso em: 10 out. 2020.

NATIONAL SCIENCE BOARD. **Science and Engineering Indicators.** 2018. Disponível em: <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/assets/nsb20181.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2022.

NELSON, R.; WINTER, S. **An Evolutionary Theory of Economic Change.** Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

