



**CECILIA CAROLINE SANTOS ALVES**

**PATENTES SOBRE BIOENGENHARIA, BIOPROCESSOS E  
REATORES NO BRASIL: DE 1990 A 2022**

São Luís - MA  
2025

**CECILIA CAROLINE SANTOS ALVES**

**PATENTES SOBRE BIOENGENHARIA, BIOPROCESSOS  
E REATORES NO BRASIL: DE 1990 A 2022**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Colegiado de Curso da  
Engenharia Química do Centro de  
Ciências Exatas e Tecnologia da  
Universidade Federal do Maranhão,  
como parte dos requisitos para obtenção  
do diploma de Graduação em Engenharia  
Química.

Orientador (a): Profa. Dra. Alexandra Martins  
dos Santos Soares

São Luís - MA  
2025

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Alves, Cecilia Caroline Santos.

Patentes sobre bioengenharia, bioprocessos e reatores no Brasil: de 1990 a 2022 / Cecilia Caroline Santos Alves.

- 2025.

114 p.

Orientador(a): Alexandra Martins dos Santos Soares. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Maranhão, São Luís - Ma, 2025.

1. Propriedade Intelectual. 2.	Inovação Tecnológica.
3. Desenvolvimento Científico. I.	Soares, Alexandra
Martins dos Santos. II. Título.	

**BANCA EXAMINADORA:**

Profa. Dra. ALEXANDRA MARTINS S. SOARES  
Orientadora – COEQ / CCET/ UFMA

Profa. Dra. MARIA DA GLÓRIA ALMEIDA BANDEIRA  
DETEQI / CCET/ UFMA

Prof. Me. WALLYSON ANDRÉ DOS SANTOS BEZERRA  
CCB / CESZD / UEMA

**28 de Fevereiro de 2025**

*Dedico este trabalho aos meus pais, que  
sempre acreditaram no poder  
transformador da educação.*

## **AGRADECIMENTOS**

Acima de tudo e em primeiro lugar, agradeço a Deus, que me fortaleceu em cada desafio e me guiou durante toda essa caminhada, sendo a razão de tudo e de todos nós.

Aos meus pais e ao meu irmão, pelo amor incondicional, paciência e apoio inabalável.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dra. Alexandra Martins, pelo incentivo, orientação e por compartilhar seu conhecimento com tanta dedicação. Sua paciência e disponibilidade foram essenciais para que este trabalho se tornasse realidade.

À Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria da Glória, pela fundamental contribuição com o tema de patentes, que ampliou minha compreensão sobre o assunto.

Aos amigos que fiz ao longo dessa trajetória, que tornaram essa caminhada mais leve e significativa. Em especial, aos colegas do laboratório, que estiveram comigo nos desafios diários, nas descobertas, nos momentos de frustração e nas conquistas, sempre oferecendo apoio e incentivo.

A cada pessoa que, de alguma forma, contribuiu para essa jornada, meu sincero agradecimento.

ALVES, Cecília. **Patentes sobre bioengenharia, bioprocessos e reatores no Brasil: de 1990 a 2022**. 2025. 114 p. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Química do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2025.

### **RESUMO**

A indústria química tem grande impacto na economia global, representando 7,1% do PIB mundial (US\$ 5,7 trilhões) e gerando 120 milhões de empregos. Com a crescente adoção de alternativas biológicas, esse mercado deve alcançar US\$ 85,19 bilhões até 2026. Essas tendências demonstram que a evolução nas áreas de bioengenharia, bioprocessos, biorreatores e reatores têm contribuído para avanços científicos e tecnológicos, sendo fundamental para acompanhar o desenvolvimento dessas áreas no Brasil e no mundo, exigindo uma abordagem estratégica para garantir que novas tecnologias sejam protegidas adequadamente. Nesse contexto, a proteção da propriedade intelectual é essencial para compreender como essas tecnologias estão sendo registradas e aplicadas, além de possibilitar uma visão sobre sua evolução ao longo do tempo. Este estudo realizou uma análise do banco de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), com o objetivo de mapear o panorama tecnológico brasileiro nessas áreas. A pesquisa considerou todas as patentes disponíveis no banco de dados até março de 2023, estabelecendo essa data como delimitação temporal. As patentes encontradas abrangem o período de 1990 a 2022, resultando na inclusão de um total de mil seiscentos e quarenta nove patentes classificadas quanto ao status, depositante e origem. Os dados indicam que a maior parte dos pedidos de patentes (74,7%) é feita por empresas, enquanto universidades (9,7%) e inventores independentes (13,3%) apresentam menor participação. Em relação à distribuição geográfica, as regiões Sudeste e Sul do Brasil concentram a maior parte dos depósitos nacionais, com 50,21% e 25,96%, respectivamente. No cenário internacional, o continente europeu lidera em pedidos de patentes por não residentes, com 341 solicitações, seguido pela América do Sul, com 248. Os resultados obtidos permitem um melhor entendimento sobre o perfil das patentes no Brasil, auxiliando na observação do comportamento da inovação e no direcionamento de futuras investigações sobre o desenvolvimento tecnológico no setor.

**Palavras-chave:** Propriedade Intelectual. Inovação Tecnológica. Desenvolvimento Científico

**ALVES, C. C. S. Patents on bioengineering, bioprocesses, and reactors in Brazil: from 1990 to 2022.** 2025. 114 p. Graduate Work (Graduate in Chemical Engineering) – Curso de Engenharia Química do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2025.

### **ABSTRACT**

The chemical industry plays a significant role in the global economy, contributing 7.1% of the global GDP (US\$5.7 trillion) and generating 120 million jobs. With the increasing adoption of biological alternatives, this market is projected to reach US\$85.19 billion by 2026. These trends highlight the importance of advancements in bioengineering, bioprocesses, bioreactors, and reactors, which have driven scientific and technological progress. Monitoring the development of these areas in Brazil and globally requires a strategic approach to ensure the adequate protection of emerging technologies. In this context, intellectual property protection is crucial for understanding how these technologies are being registered and applied, as well as for tracking their evolution over time. This study analyzed the patent database of the National Institute of Industrial Property (INPI) to map the Brazilian technological landscape in these fields. The research considered all patents available in the database up to March 2023, establishing this as the cutoff date. The patents identified span from 1990 to 2022, resulting in a total of 1,649 patents classified by status, applicant, and origin. The data indicate that the majority of patent applications (74.7%) originate from companies, while universities (9.7%) and independent inventors (13.3%) represent a smaller share. Regarding geographic distribution, the Southeast and South regions of Brazil account for most national filings, with 50.21% and 25.96%, respectively. Internationally, Europe leads in non-resident patent applications, with 341 filings, followed by South America with 248. These findings provide valuable insights into the patent landscape in Brazil, facilitating a deeper understanding of innovation trends and guiding future research on technological development within the sector.

**Keywords:** Intellectual Property. Technological Innovation. Scientific Development

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Banco de dados de pesquisa das patentes e análise de dados nas áreas de bioengenharia, bioprocesso, biorreator e reator.....	10
<b>Figura 2</b> - Classificação dos pedidos de patentes por status (laranja) e tipo de depositante/titular (magenta).....	12
<b>Figura 3</b> - Distribuição dos pedidos de patentes por continente nas áreas de bioengenharia, bioprocesso, biorreator e reator.....	14
<b>Figura 4</b> - Distribuição dos pedidos de patentes por região no Brasil nas áreas de bioengenharia, bioprocesso, biorreator e reator.....	14
<b>Figura 5</b> – Evolução anual dos pedidos de patentes no Brasil, por tipo de depositante/titular.....	18
<b>Figura 6</b> - Evolução anual dos pedidos de patentes relacionados a reatores.....	28
<b>Figura 7</b> - Distribuição anual dos pedidos de patentes nas áreas de bioengenharia, bioprocesso e biorreator.....	28

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Empresas com maior número de pedidos de patentes (residentes e não residentes) .....	19
<b>Tabela 2</b> - Instituições acadêmicas com maior número de pedidos de patentes (Universidades e Institutos).....	25
<b>Tabela 3</b> - Perfil das patentes concedidas em 2022 .....	33

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
PAISS	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico
PDB	Política de Desenvolvimento da Biotecnologia
CENPES	Centro de Pesquisas, Desenvolvimento e Inovação Leopoldo Américo Miguez de Mello
CSTR	Continuous Stirred-Tank Reactor
PBR	Packed Bed Reactor
PFR	Plug-Flow Reactor
NITs	Núcleos de Inovação Tecnológica
IETs	Instituições de Ensino Superior
CEA	Commissariat À L'énergie Atomique Et Aux Energies Alternatives

## SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.0 OBJETIVO .....</b>	<b>5</b>
2.1 Objetivo geral .....	5
2.2 Objetivos específicos .....	5
<b>3.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Impacto das patentes na promoção do progresso científico e tecnológico .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Importância e avanços na indústria química e biotecnológica.....</b>	<b>6</b>
<b>4.0 METODOLOGIA.....</b>	<b>9</b>
<b>5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>5.1 Classificação e evolução das patentes .....</b>	<b>10</b>
5.1.1 Classificação dos pedidos de patentes .....	10
5.1.2 Distribuição geográfica dos pedidos de patentes.....	13
5.1.3 A influência das patentes no setor empresarial .....	15
5.1.4 Patentes universitárias: conectando pesquisa, indústria e inovação tecnológica...	20
5.1.5 Perspectivas .....	25
<b>5.2 Patentes em Bioengenharia, Bioprocessos, Biorreatores e Reatores .....</b>	<b>27</b>
5.2.1 Análise dos pedidos de patentes em bioengenharia, bioprocessos, biorreatores e reatores.....	27
5.2.2 Patentes concedidas .....	28
5.2.3 Perspectivas .....	36
<b>6.0 CONCLUSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>38</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>46</b>
APÊNDICE A - Distribuição quantitativa dos pedidos de patentes por universidades / institutos .....	47
APÊNDICE B - Patentes concedidas residentes .....	68
APÊNDICE C - Patentes concedidas não residentes.....	76

## 1.0 INTRODUÇÃO

A indústria química e biotecnológica é o alicerce sobre o qual se baseia grande parte da sociedade moderna, moldando e aprimorando o nosso cotidiano de maneiras muitas vezes invisíveis. Desde a saúde até a agricultura, passando por energia, meio ambiente e materiais, a diversidade de aplicações dessas indústrias é imensa, impulsionando o desenvolvimento tecnológico e econômico em todo o mundo (Ganchozo *et al.*, 2023).

Os avanços nessas áreas são impressionantes, graças à habilidade de combinar processos químicos e biológicos para criar produtos essenciais de forma eficiente e sustentável. Como observado por Gani *et al.* (2020), essa combinação tem se tornado cada vez mais vital para a criação de processos não apenas mais eficientes e sustentáveis, mas também economicamente viáveis.

Os processos químicos, por exemplo, envolvem reações controladas que buscam obter produtos específicos de forma econômica e eficiente (Levenspiel, 1974a). Por outro lado, os processos biológicos oferecem uma série de vantagens, como o uso de matérias-primas renováveis, a promoção de processos mais limpos e a redução no consumo de energia (Woodley; Breuer; Minkc, 2013).

Dentro desse universo de processos biológicos, destaca-se a bioengenharia, uma área interdisciplinar que busca melhorar a saúde humana combinando conceitos e técnicas de engenharia com os conhecimentos de biologia e medicina (Javaid *et al.*, 2023). Nesse contexto, os bioprocessos e biorreatores emergem como ferramentas indispensáveis, proporcionando inovações que potencializam a aplicação prática dos avanços em bioengenharia.

Paralelamente, os reatores industriais desempenham um papel fundamental ao criar condições ideais para reações químicas e físicas de forma eficiente e controlada. A evolução contínua desses sistemas, impulsionada por pesquisas e inovações na indústria química, complementa e enriquece as estratégias desenvolvidas na bioengenharia, estabelecendo uma sinergia que impulsiona melhorias tanto em processos industriais quanto em soluções para a saúde (Shirzad *et al.*, 2019).

O desenvolvimento contínuo nas áreas de bioengenharia, bioprocessos, biorreatores e reatores é crucial para identificar tendências, oportunidades e desafios relacionados às novas tecnologias. Essa exploração tecnológica é fundamental para o

estabelecimento de diretrizes estratégicas, especialmente no contexto do Brasil, que busca construir uma economia baseada no conhecimento e competir no mercado global (Buainain; Souza, 2018).

Neste cenário, pesquisas envolvendo tecnologias inovadoras têm um potencial comercial significativo e, por isso, são frequentemente patenteadas para garantir a proteção da inovação industrial. A obtenção de uma patente concede ao detentor o direito exclusivo de explorar a invenção no mercado, impedindo a utilização, fabricação, divulgação para venda ou importação de objetos baseados nessa patente sem autorização (INPI, 2020). Além disso, as patentes podem desempenhar um papel fundamental na geração de lucros, sendo utilizadas tanto para expandir a competitividade quanto para proteger inovações dentro de uma entidade (Kim; Bae, 2016).

A realização de pesquisas em bases de dados de patentes é uma abordagem eficaz para monitorar os avanços tecnológicos em nível global. Essa prática permite o desenvolvimento de estratégias de planejamento que podem ser aplicadas de várias formas, incluindo o monitoramento de concorrentes, avaliação de tecnologia, gestão de portfólio de pesquisa e desenvolvimento, e a identificação de potenciais parcerias de pesquisa (Rainey, 2014). Compreender as inovações em andamento é essencial para que a sociedade, o governo, a indústria e as universidades possam se preparar para o futuro (Mota, 2018).

No Brasil, é importante destacar que todas as patentes devem ser depositadas no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), responsável por implementar as normas reguladoras da propriedade industrial em âmbito nacional (INPI, 2021a). Diante disso, o objetivo deste trabalho foi analisar as informações contidas em patentes relacionadas às áreas de bioengenharia, bioprocessos, biorreatores e reatores, visando identificar os principais depositantes, investigar a evolução temporal das publicações de patentes e analisar o conteúdo das patentes selecionadas.

## **2.0 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar as informações contidas em patentes relacionadas as áreas de bioengenharia, bioprocessos, biorreatores e reatores.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar uma análise dos depositantes de patentes para identificar sua natureza e área de atuação, com o objetivo de compreender o perfil dos inovadores na área de interesse.
- Investigar a evolução temporal das publicações de patentes, no período de 1990 a 2022.
- Analisar o conteúdo das patentes selecionadas.

### **3.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Impacto das patentes na promoção do progresso científico e tecnológico**

O sistema de proteção intelectual traz benefícios para o progresso das inovações, garante a segurança dos investimentos realizados e estimula a busca por alternativas tecnológicas (Zin, 2022). A análise de patentes é uma ferramenta importante para avaliar as tendências em uma determinada área. Pode ser útil para a tomada de decisões estratégicas em pesquisa e desenvolvimento, bem como para a identificação de potenciais parceiros ou concorrentes (Baltazar *et al.*, 2017).

As patentes também estimulam a colaboração e a troca de conhecimento entre empresas e universidades (Chiarelli, 2023). Essa troca de conhecimento e a colaboração entre diferentes entidades impulsionam o progresso científico e tecnológico, incentivando investimentos adicionais do setor privado em pesquisa e desenvolvimento (P&D), além de ampliar a importância da pesquisa conduzida em instituições públicas, impulsionar a comercialização dos resultados públicos de P&D e facilitar a mobilidade da mão de obra entre os setores público e privado (Noveli; Segatto, 2012; Calderan, 2012).

No Brasil, a regulamentação das patentes passou por diversas reformulações ao longo do tempo. O primeiro marco regulatório relevante foi o Decreto-lei nº 7.903 de 1945, que estabeleceu os direitos e obrigações de propriedade industrial (Brasil, 1945). Posteriormente, esse código foi substituído pela Lei nº 5.772 de 1971, que introduziu o Código de Propriedade Industrial e buscou modernizar a regulamentação do setor. A legislação vigente, a Lei nº 9.279 de 1996, conhecida como Lei da Propriedade Industrial (LPI), revogou a legislação anterior e continua a reger os direitos e obrigações relacionados à proteção das invenções no Brasil (Brasil, 1996).

#### **3.2 Importância e avanços na indústria química e biotecnológica**

A indústria química exerce um impacto profundo e abrangente na economia global, contribuindo com aproximadamente US\$ 5,7 trilhões para o PIB mundial, o que representa cerca de 7,1% da produção global total. Além disso, o setor é responsável pela geração de cerca de 120 milhões de postos de trabalho em todo o mundo (Oxford

Economics, 2019). Esse impacto econômico substancial reflete a relevância e a influência da indústria química em diversas áreas da economia.

No setor de substâncias químicas derivadas de fontes biológicas, o mercado foi avaliado em aproximadamente US\$ 13,28 bilhões em 2018 e está projetado para um crescimento robusto, com uma taxa composta anual de crescimento (CAGR) de 26,02%, alcançando cerca de US\$ 85,19 bilhões até 2026 (Verified Market Research, 2021). Esse crescimento é impulsionado pela crescente substituição de substâncias químicas convencionais por alternativas biológicas, abrangendo uma ampla gama de produtos de consumo e setores emergentes, como alimentos e biocombustíveis (Nielsen; Tillegreen; Petranovic, 2022a).

As atividades industriais associadas aos setores químico e biotecnológico são essenciais no Complexo Produtivo da Saúde, destacando-se pela importância econômica e pelo avanço de tecnologias inovadoras em áreas estratégicas (Metten *et al.*, 2015). A integração de técnicas biotecnológicas com abordagens de química medicinal tem um papel crucial na criação de novas moléculas e no desenvolvimento de tratamentos para uma variedade de doenças crônicas, infecciosas e genéticas (Plowright *et al.*, 2017). A biotecnologia médica também possibilita a produção de vacinas, células-tronco embrionárias, terapias gênicas e medicamentos biológicos, transformando a medicina e oferecendo avanços significativos na saúde humana (Gonçalves *et al.*, 2022).

Os processos químicos e biológicos desempenham um papel crucial na indústria química, contribuindo significativamente para o avanço tecnológico e possibilitando a produção de uma vasta gama de produtos essenciais para a sociedade. Os processos químicos são amplamente utilizados na indústria tradicional para obter produtos específicos de forma eficiente e econômica, envolvendo várias etapas de processamento projetadas para transformar materiais brutos em produtos (Levenspiel, 1974b). Além disso, os processos biológicos têm ganhado destaque como uma alternativa econômica e sustentável na produção de combustíveis e produtos químicos, consolidando várias etapas em uma única unidade e oferecendo soluções mais ecológicas (Kiss; Grievinkc; Rito-Palomares, 2015).

Estima-se que, nas próximas décadas, o investimento global anual necessário para energia renovável e produtos químicos e combustíveis de base biológica, assim como para serviços ecossistêmicos, alcance entre US\$ 1 a 2 trilhões (Kircher, 2019). Os processos biológicos são particularmente importantes na transição para uma economia circular (Ghisellini; Cialani; Ulgiati, 2016), utilizando uma variedade de organismos e

componentes celulares, como enzimas, para produzir novos produtos e tratar resíduos de maneira mais sustentável (Doran, 2013). Além disso, esses processos têm mostrado potencial para criar produtos de alto valor agregado (Liguori; Amore; Faraco, 2013).

Na agricultura e na alimentação, a importância da indústria química e biotecnológica é igualmente significativa. A indústria química fornece fertilizantes e produtos agroquímicos essenciais para aumentar a oferta de alimentos e melhorar a qualidade da nutrição (Colberg; Hii; Koenig, 2022). A aplicação da biotecnologia na agricultura tem possibilitado o desenvolvimento de culturas geneticamente modificadas, que apresentam maior produtividade e qualidade, além de contribuir para a produção de biocombustíveis (Barcelos *et al.*, 2018). O crescente interesse na utilização de técnicas biotecnológicas na produção de alimentos está alinhado com tendências sociais que buscam reduzir ou eliminar a dependência de produtos de origem animal, como carnes, ovos e laticínios (Nielsen; Tillegreen; Petranovic, 2022b).

O avanço tecnológico tem desempenhado um papel crucial, promovendo o desenvolvimento de processos que são tanto eficientes quanto ecologicamente corretos (Gomollón-Bel; García-Martínez, 2022). Dessa forma, os setores de manufatura química e biotecnologia têm se dedicado cada vez mais a descobrir e implementar soluções que minimizem o impacto ambiental. Estas indústrias estão adotando práticas sustentáveis, como o uso de tecnologias mais limpas, o desenvolvimento de processos mais eficientes e a conservação de recursos naturais (Burk; Dien, 2016). Em 2018, por exemplo, o INPI recebeu 1.358 pedidos de patente de invenção no setor de biotecnologia, representando 5,8% do total de solicitações. Este campo se destacou como um dos mais procurados por depositantes não residentes, refletindo o crescente interesse e a inovação contínua nesta área (INPI, 2021).

A integração de processos químicos e biológicos em biorrefinarias tem gerado avanços significativos em pesquisa e desenvolvimento, incluindo a criação de novos catalisadores biológicos que convertem produtos químicos de base biológica de forma mais eficiente (Wheeldon; Christopher; Blanch, 2017; Schwartz; Shanks; Dumesic, 2016). Os investimentos em biorrefinarias também permitem a implementação de estratégias de descarte e recirculação de biorrecursos, promovendo a produção de materiais sustentáveis, como bioplásticos (Otoni *et al.*, 2021). Portanto, a combinação de processos químicos e biológicos não só impulsiona o avanço tecnológico e melhora a eficiência da produção, mas também reduz o impacto ambiental e fomenta a inovação na criação de novos produtos.

#### 4.0 METODOLOGIA

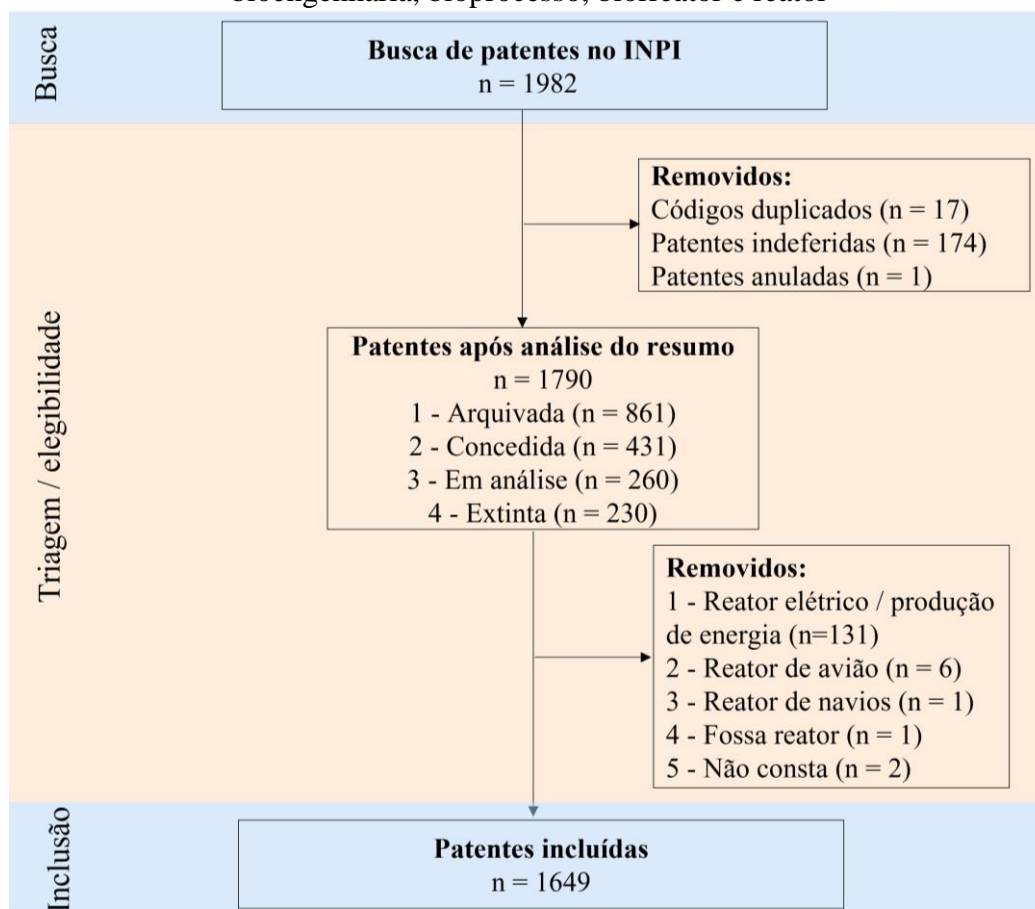
Os dados sobre patentes de bioengenharia, bioprocesso, biorreator e reatores foram coletados no banco de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) em fevereiro e março de 2023. Patentes de invenção, modelos de utilidade e certificados de adição foram incluídos no estudo. As buscas nos títulos e resumos foram realizadas em português usando palavras-chave específicas: bioengenharia, bioprocesso, bioprocessos, biorreator, bioreator, biorreatores, reator e reatores. O levantamento de dados foi executado de acordo com a resolução n.º 510 do Ministério da Saúde de 7 de abril de 2016, parágrafo VI, artigo 2.

A estratégia de busca deste estudo é apresentada na Figura 1. As patentes indeferidas, anuladas e com códigos duplicados não foram incluídas. Os resumos das patentes foram avaliados individualmente. Foram excluídas as patentes de reatores elétricos ou para produção de energia, reatores de avião, reatores de navios, fossa reator e patentes cujo status não estava definido.

As patentes foram classificadas quanto ao a) status (arquivada, concedida, indeferida, extinta ou em análise) e b) depositante/titular (empresa, instituto de pesquisa/federal, inventor independente, universidade ou outros – organizações internacionais, governamentais ou não governamentais e Ministério da Ciência e Tecnologia). Para evitar duplicações e garantir a precisão dos dados, cada depositante com mais de um pedido de patente foi contabilizado apenas uma vez. Dessa forma, o número total reflete a quantidade real de depositantes, sem que um mesmo solicitante apareça repetidamente na contagem. Essa abordagem foi aplicada exclusivamente à análise do tipo de depositante e à distinção entre residentes e não residentes, visto que esses aspectos estão intrinsecamente ligados. No entanto, para todas as demais análises, cada patente foi considerada individualmente, independentemente do número de depósitos feitos por um mesmo solicitante.

Pedidos de patentes em que os depositantes fizeram colaboração, foram avaliados individualmente. Foi avaliado ainda a origem dos depositantes e a evolução anual dos pedidos de patentes com base no tipo de depositante e palavra-chave. Os gráficos foram elaborados com o auxílio do software GraphPad Prism 8.0.2 (GraphPad Inc., San Diego, CA, EUA), enquanto os mapas foram criados por meio da ferramenta online MapChart.

**Figura 1** - Banco de dados de pesquisa das patentes e análise de dados nas áreas de bioengenharia, bioprocesso, biorreator e reator



Fonte: autora (2025)

## 5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Classificação e evolução das patentes

#### 5.1.1 Classificação dos pedidos de patentes

Neste estudo foram incluídas 1.649 patentes relacionadas a bioengenharia, bioprocessos, biorreatores e reatores. Essas patentes foram classificadas como patentes de invenção (PI), patentes de modelo de utilidade (MU) ou certificados de adição de invenção, sendo este último um acessório das patentes principais. Dos pedidos avaliados, 1.581 eram patentes de invenção, 63 patentes de modelo de utilidade e 5 certificados de adição de invenção. As informações consideradas refletem o cenário até 2022, de acordo com os dados disponíveis no período da pesquisa. Isto porque, após a apresentação de um

pedido de patente, o INPI impõe um período de 18 meses de sigilo antes da publicação (Brasil, 1996).

Para garantir a proteção de uma invenção, recomenda-se, inicialmente, a realização de uma busca de anterioridade, conforme sugerem entidades internacionais de propriedade intelectual. Esse passo é essencial para identificar possíveis invenções similares e avaliar se o objeto do pedido é passível de patenteamento. Com a documentação organizada, o processo de solicitação é formalizado por meio do depósito no INPI. A partir desse depósito, o titular da invenção obtém o direito de explorar economicamente sua criação, mesmo antes da concessão oficial da patente (Pojo, 2014).

Uma vez depositado o pedido, passa por um exame detalhado, tanto formal quanto técnico, no INPI. Esse exame verifica a conformidade com os requisitos legais e técnicos para a concessão da patente. Durante essa fase, pode ser necessário cumprir exigências adicionais, o que suspende temporariamente o processo. Após o atendimento das exigências, o pedido segue seu curso normal até a decisão final (Ghesti *et al.*, 2016).

A legislação brasileira estabelece que as patentes de invenção têm validade de 20 anos, enquanto as patentes de modelo de utilidade são válidas por 15 anos, contados a partir da data do depósito. Além disso, a lei assegura que a vigência mínima seja de 10 anos para patentes de invenção e de 7 anos para modelos de utilidade, a partir da data de concessão. Ao fim desses prazos, a patente expira e os direitos relacionados à invenção são extintos (Brasil, 1996).

Os pedidos de patente podem se encontrar em diversos estágios: **arquivados**: quando o processo é temporariamente suspenso devido à necessidade de cumprir exigências; **arquivados definitivamente**: quando o pedido é encerrado de forma permanente por não atender às exigências dentro do prazo estabelecido; **em andamento**: quando o pedido está sendo avaliado até o exame técnico; **concedidas**: quando a patente foi aprovada e concedida; **indeferidos**: quando o pedido foi rejeitado após o exame técnico por não atender aos critérios de patenteabilidade; **extintas**: quando a patente já ultrapassou seu prazo de validade. (Ghesti *et al.*, 2016). Analisando os pedidos de patentes de 1990 a 2022 (Figura 2), 45,6% foram arquivados, 15,3% estavam em análise e apenas 25,5% foram concedidos.

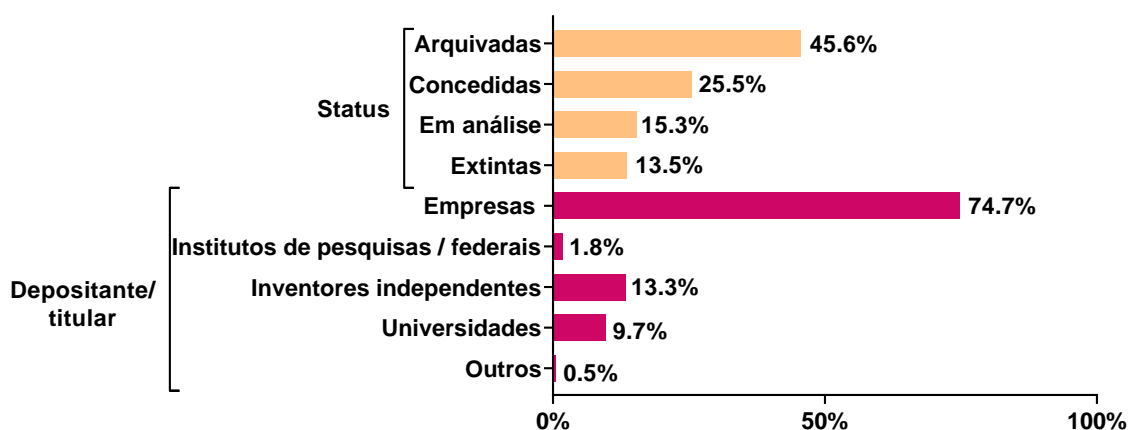
A complexidade dos processos de análise de patentes, a escassez de recursos e a natureza intrínseca de algumas inovações são fatores que contribuem para o elevado número de pedidos arquivados. As razões para o arquivamento de uma patente são variadas: ausência de solicitação de exame, não atendimento aos requisitos formais, falta

de pagamento para emissão da carta patente ou certificado de adição, ou ainda a ausência de resposta a alguma exigência formal ou técnica (Oliveira, 2019). Este cenário aponta para oportunidades de melhoria no sistema de patentes, no qual medidas poderiam ser adotadas para acelerar a análise e fomentar a inovação.

Uma análise mais aprofundada revela que a maior parte dos pedidos de patentes (74,7%) é feita por empresas (Figura 2). Das 1.323 solicitações feitas por empresas, 337 patentes foram concedidas e 596 arquivadas. Petrobras e Shell Internationale Research Maatschappij lideram como as empresas com mais pedidos de patentes, com 14 e 32 solicitações, respectivamente. A Petrobras apresenta uma impressionante taxa de conversão de 92,8% de solicitações para concessões, enquanto a Shell Internationale Research Maatschappij possui uma taxa de 9,5%.

Já nas universidades, apenas 9,7% depositaram patentes. É interessante ressaltar que os inventores independentes possuem uma participação significativa, com 13,3% dos pedidos de patentes, totalizando 118 solicitações (Figura 2). Entre os depositantes residentes, 39,6% são inventores independentes, 31,5% são empresas, 26,4% são universidades, 1,7% são institutos de pesquisa federais e 0,8% pertencem a outras categorias. Em contrapartida, entre os candidatos não residentes, 90,8% são empresas, 4% inventores independentes, 3,1% universidades, 1,9% institutos de pesquisa federais e 0,3% outros depositantes.

**Figura 2** - Classificação dos pedidos de patentes por status (laranja) e tipo de depositante/titular (magenta)



Fonte: autora (2025)

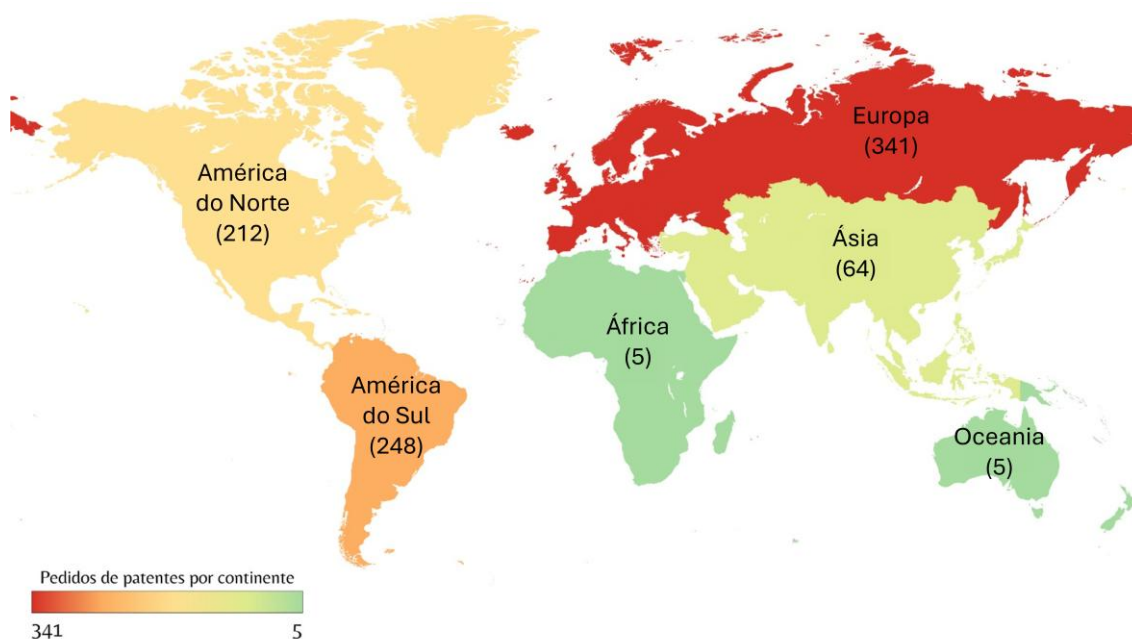
### **5.1.2 Distribuição geográfica dos pedidos de patentes**

Com base nas informações coletadas da base do INPI, a distribuição geográfica das patentes mostra que a Europa, América do Sul e América do Norte lideram com 341, 248 e 212 pedidos, respectivamente (Figura 3). Destaca-se que 73,5% dos depósitos são de solicitantes não residentes, evidenciando a predominância de aplicações internacionais. Esses resultados corroboram os dados da World Intellectual Property Organization (WIPO), que em 2021 apontaram um aumento significativo nas patentes concedidas a requerentes estrangeiros no Brasil, com mais da metade dos pedidos originados no exterior.

No cenário global, os investimentos em inovação variam significativamente entre os países. De acordo com a WIPO (2021b), Estados Unidos e Reino Unido estão entre as nações que mais investem em pesquisa e desenvolvimento, figurando nas primeiras posições dos rankings globais de inovação. Já países como Alemanha, França e Japão ocupam posições de destaque, enquanto o Brasil aparece na sexagésima posição.

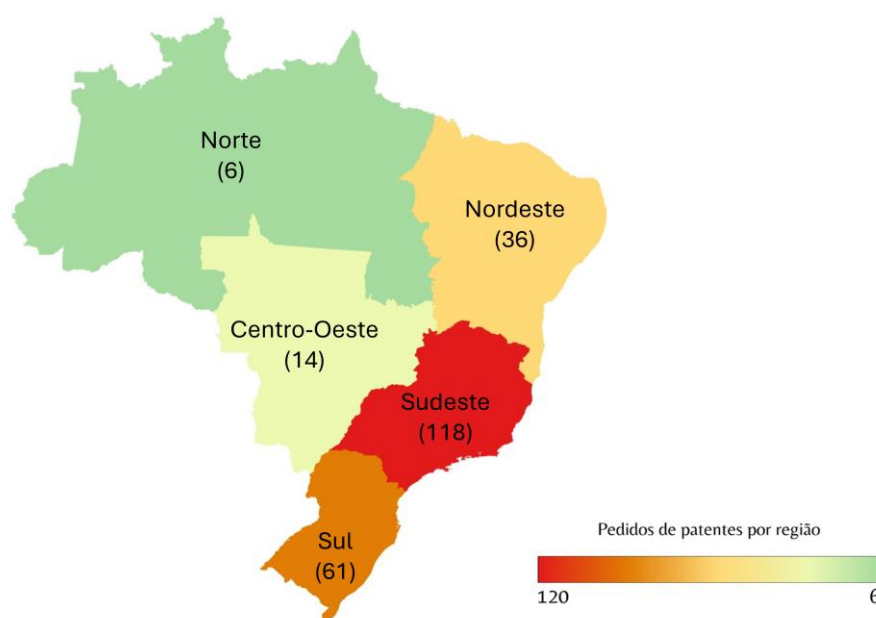
No contexto brasileiro, as regiões com o maior número de pedidos de patentes são Sudeste e Sul, com 118 e 61 patentes, respectivamente (Figura 4). Entre os pedidos de patentes feitos por residentes, a maior parte é realizada por inventores independentes (39,6%), seguidos por universidades (36,4%) e empresas (31,5%).

**Figura 3** - Distribuição dos pedidos de patentes por continente nas áreas de bioengenharia, bioprocesso, biorreator e reator



Fonte: autora (2025)

**Figura 4** - Distribuição dos pedidos de patentes por região no Brasil nas áreas de bioengenharia, bioprocesso, biorreator e reator



Fonte: autora (2025)

### 5.1.3 A influência das patentes no setor empresarial

As empresas têm à sua disposição uma variedade de formas para proteger suas inovações, entre as quais se destacam o segredo comercial, registro de design, marcas registradas, direitos autorais, complexidade do produto e vantagem de prazo de entrega (Manzini; Lazzarotti, 2016). A escolha do método mais adequado para a proteção da inovação depende de uma série de fatores, incluindo o setor de atuação da empresa e a natureza da própria inovação que se deseja proteger (Gallié; Legros, 2012). No entanto, a proteção por meio de patentes se revela essencial para que as empresas possam garantir um retorno adequado sobre os investimentos realizados (Stal; Nohara; Chagas Jr, 2014a).

A importância da proteção por patentes é evidenciada na Figura 5, que ilustra a evolução anual dos pedidos de patentes. As empresas despontam como protagonistas nesse cenário, demonstrando a confiança e a necessidade de proteger suas inovações. Essa tendência pode estar ligada às leis e programas institucionais implementados no Brasil ao longo dos anos, que reforçam a importância da propriedade intelectual como um instrumento estratégico de desenvolvimento.

Por exemplo, em 2004, a criação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) marcou um ponto de inflexão, incentivando significativamente o setor de biocombustíveis no Brasil. Mais tarde, em 2011, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS) direcionou um volume substancial de recursos públicos para o mesmo setor (Florêncio; Abud; Junior, 2019a). Neste período, houve um incremento de depósitos de patentes sobre a temática abordada nesta revisão (Figura 5), que pode estar relacionada com os referidos programas. Além disso, a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB), estabelecida em 2007, elevou a biotecnologia industrial à condição de setor estratégico, reconhecendo sua importância para o avanço tecnológico do país (Florêncio; Abud; Junior, 2019b).

A distribuição das patentes entre as empresas, detalhada na Tabela 1, oferece uma visão clara do papel de cada uma na promoção do avanço tecnológico no Brasil. Neste cenário, destacam-se líderes como a Petrobras, com um total de 13 patentes concedidas em relação a 14 pedidos submetidos. Empresas renomadas como Shell, Univation Technologies e Dow Global também se posicionam entre as líderes no número de patentes concedidas, reforçando seu compromisso com a inovação e o desenvolvimento tecnológico.

No contexto da indústria, a Petrobras surge como uma potência não apenas no setor de energia, mas também como um exemplo de inovação contínua. Mantendo um acervo de mais de 1.100 patentes e estabelecendo um recorde com 128 novos pedidos em 2022, a Petrobras reafirma sua posição como uma referência em inovação tecnológica (Petrobras, 2023a). Esses números impressionantes não são apenas indicadores de sucesso; refletem o compromisso da empresa com pesquisa e desenvolvimento, materializado por meio de seu Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes), localizado no Rio de Janeiro, que concentra investimentos significativos tanto em termos financeiros quanto de recursos humanos (Poletto; Araújo; Mata, 2011a).

O Cenpes, reconhecido mundialmente como um centro de excelência entre as empresas petrolíferas, é o núcleo das iniciativas tecnológicas da Petrobras. Neste ambiente fértil para a inovação, a Petrobras desenvolve e implementa suas estratégias tecnológicas de curto, médio e longo prazo (Poletto; Araújo; Mata, 2011b). Com suas pesquisas direcionadas à solução de problemas e otimização de processos, o Cenpes opera por meio de comitês tecnológicos setoriais, que desempenham um papel crucial na priorização de propostas de pesquisa, sempre alinhadas à visão estratégica da empresa (Poletto; Araújo; Mata, 2011c).

A expertise interna do Cenpes, combinada com análises de tendências setoriais realizadas por especialistas, fundamenta as decisões estratégicas da Petrobras e sustenta o cumprimento dos objetivos ambiciosos delineados em seu Plano Estratégico para 2023-2027 (Petrobras, 2024a; Petrobras, 2023b). Este plano destaca uma visão de futuro que inclui investimentos robustos, de cerca de US\$ 2,1 bilhões, direcionados à transformação digital e inovação (Petrobras, 2023c). A meta audaciosa de ultrapassar 1.200 patentes ativas no Brasil até 2025 não só reflete o desejo de manter a liderança em patentes, mas também o compromisso com a vanguarda da inovação, promovendo eficiência, sustentabilidade e avanços tecnológicos no setor energético. Essa conexão entre presença expressiva em patentes e investimentos estratégicos em inovação ressalta a abordagem holística e visionária da Petrobras, que não apenas conduz suas operações, mas também molda o futuro do setor energético (Poletto; Araújo; Mata, 2011d).

Reconhecendo a necessidade de diversificar suas operações e adotar práticas mais sustentáveis, a Petrobras tem investido em tecnologias inovadoras em áreas como reatores e biorreatores (Borschiver; Jesus; Moreira, 2014). Especificamente, a empresa tem dedicado recursos a pesquisas que buscam aprimorar os processos de refino por meio de

avanços em reatores químicos (Fortuny *et al.*, 2008). Além disso, a incursão da Petrobras em biorrefinarias, utilizando biorreatores para a produção de biocombustíveis, exemplifica seu compromisso com a busca por fontes de energia mais limpas e renováveis (Florêncio; Abud; Junior, 2019c).

A correlação entre a destacada presença da Petrobras em concessões de patentes e seus esforços inovadores em reatores e biorreatores ilustra a amplitude de sua visão estratégica e seu papel significativo na evolução do cenário energético global. Como uma das maiores empresas de refino de petróleo do mundo, a Petrobras continua envolvida em pesquisas para aprimorar processos de refino, incluindo inovações em reatores químicos utilizados em diferentes etapas do processo, com o objetivo de alcançar maior eficiência, menor impacto ambiental e otimização da produção de derivados do petróleo (Petrobras, 2024b).

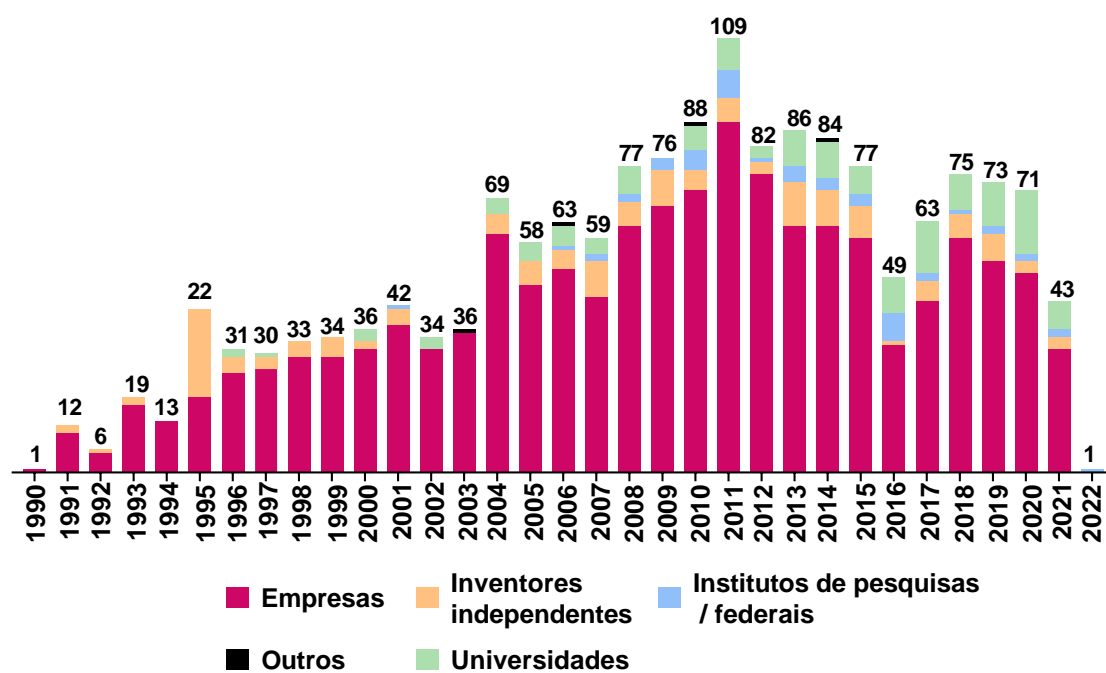
A busca por fontes de energia mais sustentáveis tem levado a empresa a explorar novas tecnologias, como as relacionadas às biorrefinarias, utilizando biorreatores para processar biomassa e produzir bioprodutos, incluindo biocombustíveis (Suarez *et al.*, 2009). Essa iniciativa sublinha o interesse da Petrobras em diversificar suas fontes de energia, adotando práticas mais sustentáveis e respeitosas ao meio ambiente.

Enquanto isso, empresas não residentes também têm se destacado no campo da concessão de patentes. Um exemplo notável é a Shell Internationale, cujas pesquisas se concentram principalmente em soluções de curto prazo, com o objetivo de reduzir os custos operacionais e de capital das operações existentes e melhorar os produtos e serviços oferecidos aos clientes. Adicionalmente, a Shell busca constantemente identificar maneiras eficazes de reduzir o consumo de energia. Com uma perspectiva de longo prazo, a empresa procura aprofundar o conhecimento sobre os fundamentos científicos e de engenharia das novas tecnologias energéticas, contribuindo para a construção de um futuro de baixo carbono (Shell, 2017).

De forma semelhante, a Univation Technologies possui um amplo portfólio que abrange tecnologias de produto, processo e catalisador voltadas para a produção de polietileno, além de serviços especializados e inovação tecnológica contínua. Com mais de 50 anos de experiência no setor de catalisadores para polietileno, a Univation se destaca como líder global na inovação, fabricação e fornecimento desses materiais. A empresa oferece uma ampla gama de catalisadores, incluindo os tipos Ziegler-Natta, de cromo, metalocenos, além de catalisadores avançados unimodais e bimodais multicomponentes (Univation Technologies, 2024).

Por outro lado, a Dow se destaca por oferecer um portfólio diversificado de tecnologias inovadoras e sustentáveis, desenvolvidas para atender às necessidades de desempenho e negócios dos mais variados setores. A empresa integra conhecimentos em química, biologia e física para criar soluções tecnológicas avançadas que promovem o progresso humano. Atuando em uma ampla gama de mercados globais, a Dow compromete-se a fornecer inovações essenciais para o desenvolvimento da sociedade. Além disso, desempenha um papel central ao focar seus esforços em pesquisa e desenvolvimento (P&D), com o objetivo de fomentar a inovação em produtos químicos, plásticos e outras tecnologias de ponta (Dow Global, 2022).

**Figura 5** – Evolução anual dos pedidos de patentes no Brasil, por tipo de depositante/titular. Os números representam o total de pedidos: magenta – empresas; laranja – inventores independentes; azul – institutos de pesquisa/federais; preto – outros; verde – universidades



Fonte: autora (2025)

**Tabela 1** - Empresas com maior número de pedidos de patentes (residentes e não residentes)

<b>Origem</b>	<b>Empresa</b>	<b>Não concedidos</b>	<b>Concedidos</b>	<b>Total dos pedidos de patentes</b>
<b>Residentes</b>	Petróleo Brasileiro – PETROBRAS	1	13	14
	Braskem S.A.	3	2	5
	Comissão Nacional de Energia Nuclear	3	0	3
	Fundação Valeparaibana de Ensino - FVE	1	1	2
	Irs Participações Ltda	2	0	2
	Polisa Biopolímeros Para a Saúde LTDA - EPP	1	1	2
	Provecto Analítica	2	0	2
	Lagos Indústria Química	2	0	2
	Sabará Químicos e Ingredientes	2	0	2
	Protende Mhk Engenharia	2	0	2
	Vale Soluções em Energia – VSE	2	0	2
	Vallourec Tubos Do Brasil S.A.	0	2	2
<b>Não Residentes</b>	Shell Internationale Research Maatschappij B.V.	21	11	32
	Univation Technologies LLC	10	19	29
	Dow Global Technologies LLC	15	13	28
	Basf SE	15	8	23
	Praxair Technology	14	9	23
	Basell Polyolefine GmbH	6	16	22
	Casale SA	12	7	19
	Haldor Topsoe	8	11	19
	Chevron Phillips Chemical Company LP	3	15	18
	Methanol Casale S.A.	8	9	17

**Fonte:** autora (2025)

#### **5.1.4 Patentes universitárias: conectando pesquisa, indústria e inovação tecnológica**

As Instituições de Ensino Superior (IES) desempenham um papel fundamental na interface entre ciência e tecnologia. São responsáveis não apenas pela geração de novos conhecimentos, mas também pela formação de profissionais capacitados para impulsionar a inovação tecnológica e o desenvolvimento socioeconômico do país (Lima, 2023). A inovação tecnológica, apoiada no desenvolvimento acadêmico e sua aplicação na indústria, constitui um dos motores mais essenciais para o progresso econômico e industrial (Almeida; Bastos; Santos, 2018). Nesse sentido, é imperativo que as universidades fortaleçam suas conexões com a sociedade e as cadeias produtivas por meio da implementação de políticas e estratégias adequadas (Gimenez; Bonacelli; Bambini, 2018).

Entretanto, a conversão dos avanços em propriedade intelectual ainda apresenta desafios, sobretudo no que se refere à distribuição regional das patentes universitárias no Brasil. Os dados deste estudo revelam que a concentração das patentes ocorre majoritariamente na Região Sudeste, com 56 pedidos (29,63%), seguida pelo Nordeste com 35 (18,52%) e pelo Sul com 26 (13,76%). Enquanto isso, as regiões Centro-Oeste e Norte apresentam números significativamente menores, com apenas 6 (3,17%) e 4 (2,12%) pedidos, respectivamente.

A desigualdade na distribuição de patentes reflete a disparidade no investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) nas diferentes regiões do Brasil (Silva *et al.*, 2024). O Sudeste, por abrigar instituições de ensino superior bem estruturadas, maior presença industrial e acesso a financiamentos, lidera o ranking (Rocha; Dufloth, 2009). Em contrapartida, regiões menos favorecidas economicamente enfrentam dificuldades na transformação da produção acadêmica em tecnologia patentada.

A Figura 5 ilustra o número de patentes depositadas anualmente, destacando a evolução desse processo ao longo dos anos. Essa tendência positiva pode estar diretamente relacionada ao impacto de políticas públicas de incentivo à inovação, como a Lei nº 10.973/04 — também conhecida como Lei da Inovação — que tem como objetivo principal promover parcerias estratégicas entre universidades, institutos tecnológicos e empresas, além de estimular a criação de Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) (Brasil, 2004).

Quando uma universidade desenvolve uma tecnologia com potencial para exploração comercial e industrial, torna-se essencial proteger esse conhecimento por meio do sistema de patentes (Nunes; Oliveira, 2007). As patentes resultantes de pesquisas realizadas em universidades, ou com a participação dessas instituições, são conhecidas como patentes universitárias (Morandin; Silva; Moura, 2023). A análise das informações apresentadas na Figura 5 sobre o número de patentes ao longo dos anos pode fornecer insights valiosos sobre a eficácia da Lei da Inovação e o impacto das iniciativas acadêmicas e políticas na promoção da inovação.

Ao analisar os dados apresentados na Tabela 2, que detalha a distribuição quantitativa dos pedidos de patentes por universidades e institutos que mais solicitaram pedidos de patentes, observa-se que a UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas) se destaca com um número significativo de pedidos de patentes, totalizando 18, dos quais 13 foram concedidos. A capacidade da UNICAMP em traduzir pesquisas acadêmicas em propriedade intelectual demonstra sua liderança no cenário de inovação universitária.

A patente mais recente depositada à UNICAMP (BR 10 2013 032728 0) refere-se ao reator de deposição química, que descreve o processo de produção de um filme ultrapuro de carbono, concedida em 2021. A invenção trata de um reator que utiliza um processo de deposição química inovador, no qual o calor é gerado na fase vapor por meio de indução magnética. Essa técnica permite a criação de filmes de carbono com altíssima pureza, atendendo às exigências de diversos setores tecnológicos. Os filmes ultrapuros de carbono produzidos por esse método são especialmente importantes para áreas como a fabricação de dispositivos eletrônicos e ópticos, onde a precisão e a qualidade dos materiais são essenciais (UNICAMP, 2015).

Por outro lado, a USP (Universidade de São Paulo), a maior e uma das mais prestigiadas universidades do Brasil, apresentou 6 pedidos de patentes, com 5 concessões, resultando em uma taxa de sucesso de 83%. Esse dado não apenas reflete a robustez das inovações propostas pela USP, mas também a eficiência de seus processos internos em garantir que seus pedidos sejam concedidos. Essa eficiência pode estar relacionada a uma cultura institucional que valoriza a inovação e a colaboração com a indústria e outros parceiros estratégicos.

A patente mais atual concedida a USP (BR 10 2016 014409 4) é um processo de pré-tratamento de efluentes, reator de catálise homogênea, e sistema compreendendo o reator de catálise homogênea, datada de 2022. Essa invenção refere-se a um método para o pré-processamento de efluentes, integrando dois tipos de reatores catalíticos – um para

catálise homogênea e outro para catálise heterogênea – em um sistema único. Ambos os reatores operam com reações foto-Fenton, potencializadas pela irradiação UV e uma superfície refletora de aço, e empregam oxidantes como peróxido de hidrogênio e ozônio. O objetivo desta invenção reside em viabilizar o uso de processos unitários convencionais, como a osmose reversa, em efluentes que anteriormente não atendiam aos parâmetros mínimos para tais tratamentos, ao mesmo tempo em que gera como subprodutos água e oxigênio, tornando o processo mais sustentável e eficiente (USP, 2018).

A UnB (Universidade de Brasília), embora com menos pedidos (5), também se mostra ativa no cenário de inovação tecnológica, com 2 concessões. A taxa de sucesso da UnB é de 40%, o que, apesar de ser inferior às outras duas instituições mencionadas, ainda reflete a relevância das suas contribuições no campo das patentes. A patente mais recente da UnB (PI 0401235-6), concedida em 2013, é o reator fotoquímico segmentado, voltado para o tratamento de efluentes orgânicos. O reator utiliza lâmpadas UV (luz ultravioleta) ou Vis (visível) organizadas em forma de colmeia, otimizando a exposição dos contaminantes à radiação. Essa estrutura modular permite realizar tanto reações em uma única etapa quanto em etapas sequenciais, adaptando-se a diferentes processos industriais (UNB, 2005).

Para as universidades que não possuíam patentes concedidas na área de estudo, foi considerado o depósito mais recente, como foi o exemplo da Universidade Federal de Alagoas, com 5 pedidos de patentes depositados. A patente mais recente da UFAL (BR 10 2020 019210 8) refere-se à produção de biocombustível utilizando cascas de banana como substrato em um reator anaeróbico em batelada. A invenção visa a produção de hidrogênio por meio de fermentação anaeróbia, utilizando lodo de uma estação de tratamento de esgoto (ETE) como inóculo (UFAL, 2022).

Além das universidades brasileiras, a tabela também apresenta dados sobre instituições não residentes que depositaram patentes. A IFP Energies Nouvelles, uma instituição de pesquisa francesa, lidera entre as não residentes, com um total de 21 pedidos de patentes, dos quais 15 foram concedidos, resultando em uma taxa de sucesso de aproximadamente 71%. A patente mais recente concedida ao IFP (BR 10 2018 071269) em 2022 refere-se a um cesto removível para reatores catalíticos. O cesto é composto por uma base horizontal e paredes laterais verticais ou elipsoidais, além de uma série de chaminés verticais, que são abertas nas extremidades inferior e superior. A invenção permite que a parte superior de uma chaminé se conecte à parte inferior de outra chaminé

em cestos removíveis diferentes, proporcionando maior flexibilidade. Essa tecnologia também inclui um dispositivo de filtragem e distribuição que utiliza o referido cesto, além de ser aplicável em processos de hidrotratamento e hidrocraqueamento, contribuindo para a eficiência dos reatores catalíticos em refino de petróleo (IFP, 2019).

Outra instituição não residente listada é o Commissariat À L'énergie Atomique Et Aux Energies Alternatives (CEA), também da França, que apresentou 4 pedidos de patentes, dos quais 2 foram concedidos. A patente mais recente concedida ao Commissariat À L'énergie Atomique Et Aux Énergies Alternatives (BR 11 2012 014200) em 2021 trata de um reator eletroquímico que utiliza uma camada ativa integrada. A inovação se baseia em uma camada ativa composta por um condutor eletrônico de carbono como suporte, combinado com um sistema catalítico formado por um ou mais metais e um fulereno. Essa camada ativa é integrada ao reator eletroquímico, otimizando reações eletroquímicas para uma variedade de aplicações tecnológicas, proporcionando maior eficiência no uso de materiais catalíticos e eletrônicos (CEA, 2016).

Dentre as patentes avaliadas nesta revisão, 13,3% foram depositadas por inventores independentes, superando o número de registros feitos por universidades e institutos. Isso pode ser explicado pelos donos de empresas optando por registrar patentes em seus próprios nomes, em vez de fazê-lo em nome da empresa, ou por atores externos realizando os depósitos. Autores como Stal, Nohara e Chagas Jr. (2014) discutem o conceito de inovação aberta, que envolve a colaboração com atores externos, como inventores independentes. Essa abordagem sugere que esses inventores podem estar mais dispostos a compartilhar suas inovações e a buscar proteção por meio de patentes como parte de uma estratégia mais ampla (Bessen; Nuvolari, 2011).

Essa tendência também pode estar relacionada à agilidade dos inventores independentes em identificar oportunidades de mercado e à necessidade de proteger suas criações de forma mais rápida e eficaz. A inovação na indústria muitas vezes exige respostas ágeis às demandas do mercado (Vargas *et al.*, 2012). As universidades e institutos de pesquisa podem enfrentar desafios como processos burocráticos e estruturas acadêmicas que tornam o processo de patenteamento mais lento e complexo (Bercovitz *et al.*, 2001). Por outro lado, a flexibilidade dos inventores independentes lhes permite responder rapidamente às mudanças nas necessidades do mercado e às novas oportunidades tecnológicas.

Essa dinâmica entre inventores independentes, universidades e institutos de pesquisa pode ter implicações importantes para a inovação e o desenvolvimento

tecnológico. Enquanto os inventores independentes podem contribuir com novas ideias e soluções inovadoras de forma mais ágil, as instituições acadêmicas têm o potencial de gerar inovações de alto impacto a longo prazo, mas podem enfrentar desafios na transição de pesquisa para aplicação comercial (Gomes; Pereira, 2015). Compreender essa diferença nas estratégias de patenteamento e como afeta a inovação é crucial para o avanço da tecnologia e o estímulo à colaboração entre esses diferentes atores no cenário de pesquisa e desenvolvimento (Roriz, 2023).

Para que as universidades possam aumentar sua contribuição para a inovação tecnológica, é necessário que continuem investindo em estruturas de apoio à pesquisa e ao desenvolvimento, como os Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), além de fortalecer parcerias com a indústria e outros setores estratégicos. A promoção de um ambiente de pesquisa que incentive a criatividade e a experimentação, aliado a processos eficientes de gestão de propriedade intelectual, será fundamental para que as universidades brasileiras se consolidem como centros de excelência em inovação. Além disso, a interação entre universidades, empresas e inventores independentes pode ser catalisada por meio de iniciativas que promovam a inovação aberta e a colaboração interdisciplinar, criando um ecossistema de inovação robusto e dinâmico que impulsione o desenvolvimento tecnológico do país.

**Tabela 2** - Instituições acadêmicas com maior número de pedidos de patentes  
(Universidades e Institutos)

Origem	Universidades	Não concedidos	Concedidos	Total dos pedidos de patentes
Residentes	Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP	5	13	18
	Universidade de São Paulo – USP	1	5	6
	Universidade de Brasília – UNB	3	2	5
	Universidade Federal de Alagoas – UFAL	5	0	5
Não Residentes	IFP Energies Nouvelles	6	15	21
	Commissariat À L'énergie Atomique Et Aux Énergies Alternatives	2	2	4

Fonte: autora (2025)

### 5.1.5 Perspectivas

O estudo da classificação e evolução de patentes pode auxiliar na compreensão de como as inovações em engenharia química podem impulsionar a competitividade industrial e a transição para processos mais sustentáveis, tornando-se peça-chave na modernização do setor produtivo e na geração de novas soluções para a sociedade.

Os dados apresentados nesta revisão revelam a predominância de pedidos de patentes arquivados, bem como o percentual relativamente baixo de concessões em relação ao número total de patentes depositadas, o que pode sugerir desafios significativos no sistema de patentes brasileiro, como a complexidade dos processos de análise e a falta de recursos suficientes. Esses fatores apontam para uma possível necessidade de reformulação do sistema de análise de patentes, incluindo a desburocratização e a aceleração do processo de concessão de patentes. Também é importante considerar que muitos depósitos podem ter sido feitos sem a devida adequação às normas vigentes ou sem o pagamento das taxas necessárias, o que pode resultar no arquivamento da patente.

As empresas, especialmente aquelas de grande porte como Petrobras e Shell, continuam a figurar no campo da inovação, utilizando patentes como uma ferramenta estratégica para proteger suas descobertas e garantir o retorno sobre seus investimentos em pesquisa e desenvolvimento. No entanto, o envolvimento ainda limitado de universidades e inventores independentes aponta para uma oportunidade de aumentar a colaboração entre o setor privado e as instituições de ensino superior. Promover parcerias e facilitar a transferência de tecnologia são passos cruciais para fortalecer o papel das universidades como motores de inovação.

A predominância de patentes de depositantes não residentes sugere que o Brasil está se tornando um mercado atrativo para inovações estrangeiras, mas também destaca a necessidade de fortalecer a competitividade das inovações nacionais. Apesar de ser um mercado em potencial, o país ainda possui poucas patentes relacionadas a bioengenharia, bioprocessos, biorreatores e reatores. O fato de a maioria das patentes serem de depositantes não residentes pode refletir a existência de desafios na disponibilização de recursos ou incentivos adequados para estimular a inovação tecnológica local, com empresas e pesquisadores estrangeiros aproveitando as oportunidades no país.

As universidades mencionadas neste capítulo – UNICAMP, USP, UNB e UFAL – possuem cursos de Engenharia Química, o que reforça sua forte atuação em pesquisa e inovação na área. As patentes depositadas por essas instituições nas áreas de bioengenharia, bioprocessos, biorreatores e reatores demonstram o impacto da Engenharia Química no desenvolvimento de tecnologias estratégicas para setores como bioindústria, farmacêutica e de materiais renováveis.

Para sustentar o progresso científico e tecnológico no Brasil, será essencial continuar investindo em políticas públicas que incentivem a inovação, como a Lei da Inovação e programas de apoio ao desenvolvimento tecnológico. Além disso, a promoção de um ecossistema de inovação mais integrado, que facilite a colaboração entre empresas, universidades e inventores independentes, poderá gerar avanços significativos no número e na qualidade das patentes concedidas, contribuindo para o crescimento econômico e o desenvolvimento do país.

## **5.2 Patentes em Bioengenharia, Bioprocessos, Biorreatores e Reatores**

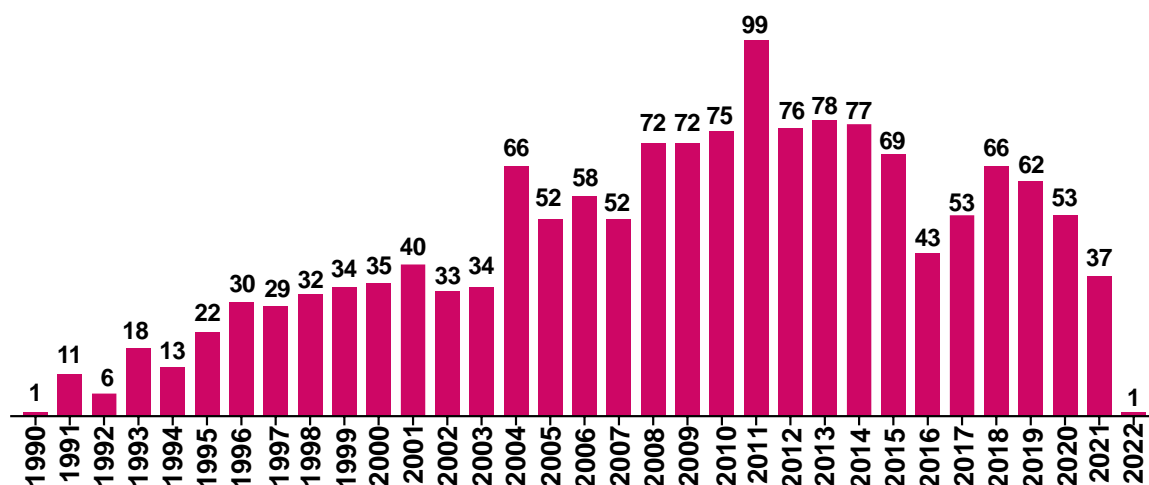
### **5.2.1 Análise dos pedidos de patentes em bioengenharia, bioprocessos, biorreatores e reatores**

A análise dos pedidos de patente em bioengenharia, bioprocessos, biorreatores e reatores evidenciam que o segmento de reatores representa 90,7% do total (Figura 6). Esse fato pode ser atribuído à ampla aplicabilidade e ao potencial disruptivo dessas tecnologias em diversos setores, incluindo petroquímica, farmacêutica, biotecnologia e energia. Por outro lado, os campos de bioengenharia, bioprocessos e biorreatores representam uma parcela menor do total de pedidos de patentes, registrando, respectivamente, 0,42%, 0,85% e 8,0% (Figura 7).

No que diz respeito às patentes de bioengenharia, foram registrados apenas sete pedidos, distribuídos entre os anos de 2006, 2007, 2011, 2015 e 2017. Esse número baixo pode sugerir que, apesar do potencial inovador, a bioengenharia ainda é considerada um campo emergente em termos de propriedade intelectual no Brasil, ou que o termo "bioengenharia" começou a ser utilizado recentemente pelo INPI, apesar da existência de estudos na área há muito tempo. Em comparação, os bioprocessos tiveram 14 pedidos de patente, enquanto o campo dos biorreatores se mostrou mais robusto, com 132 pedidos. Cabe destacar que o número de patentes de biorreatores pode ser ainda maior, caso estas tenham sido registradas sob o termo "reatores" em vez de "biorreatores".

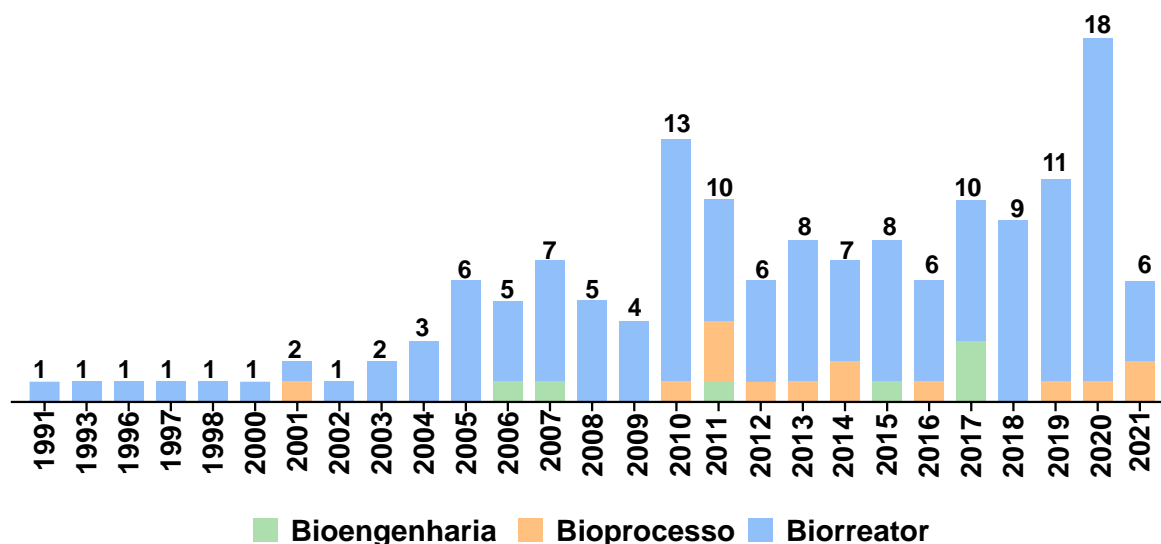
O primeiro pedido de patente relacionado a este estudo foi registrado em 1990 (Figura 6). Este pedido inicial referia-se a um dispositivo e processo de carregamento orientado de reatores com sólidos particulados, mais especificamente catalisadores. O depositante da patente foi a empresa Petrobras, no qual foi a primeira a ser concedida no âmbito deste estudo e que, atualmente, encontra-se extinta.

**Figura 6** - Evolução anual dos pedidos de patentes relacionados a reatores. Os números representam o total de pedidos por ano



Fonte: autora (2025)

**Figura 7** - Distribuição anual dos pedidos de patentes nas áreas de bioengenharia, bioprocesso e biorreator. Os números correspondem ao total de pedidos por ano, e as cores representam: verde – bioengenharia; azul – biorreator; laranja – bioprocesso



Fonte: autora (2025)

### 5.2.2 Patentes concedidas

A discussão sobre patentes concedidas é crucial para entender as inovações e tecnologias emergentes nos setores de biotecnologia e química (Linton; Stone; Wise, 2008). É notável que a maioria das patentes concedidas se concentre na área de reatores,

refletindo a importância e a proeminência das inovações nesse campo específico. As patentes abrangem inovações em dispositivos e processos, além de avanços na fabricação. A predominância das patentes em reatores destaca não apenas a importância desses equipamentos em diversas aplicações, como engenharia de microrreatores e processos contínuos, mas também o papel dessas tecnologias na condução da inovação em diferentes setores industriais (Yang; Ang Yang; Zhang, 2024).

Os reatores são equipamentos essenciais na indústria, projetados para promover reações químicas que transformam reagentes em produtos finais e convertem matérias-primas em produtos valiosos (Luyben, 2007). O processo começa com a preparação das matérias-primas por meio de processos físicos que as tornam prontas para a reação química. Estas são então introduzidas no reator, onde ocorrem as reações desejadas. Após a reação, os produtos resultantes passam por etapas adicionais de separação e purificação para obter o produto final conforme planejado (Levenspiel, 1974c). Reatores são empregados em uma variedade de setores industriais, incluindo petroquímica, farmacêutico, químico, alimentício e energético.

O projeto adequado dos reatores é crucial e deve levar em consideração fatores como o tipo de reação, as condições operacionais, a segurança do processo e a viabilidade econômica (Harriott, 2003). Schmal (2010) destaca que existem diferentes tipos de reatores químicos, como os descontínuos (ou batelada), semicontínuos e contínuos (tubular ou tanque).

De acordo com Fogler (2002), os três principais tipos de reatores ideais de escoamento contínuo são: o Reator Contínuo de Tanque Agitado (Continuous Stirred-Tank Reactor - CSTR), o Reator de Leito Fixo (Packed Bed Reactor - PBR) e o Reator com Escoamento Pistão (Plug-Flow Reactor - PFR). Esses reatores são amplamente utilizados na indústria para manter produções em fluxo contínuo, facilitando a escala de produção (Caminha, 2021a).

Identificar as limitações dos processos em reatores é essencial, pois nenhum processo atinge 100% de eficiência. O objetivo atual é otimizar esses processos para produzir mais com menos recursos, aumentando a rentabilidade (Rosa, 2018). Os reatores permitem um controle preciso de variáveis como temperatura, vazão, concentração e regime de escoamento, contribuindo para a melhoria da eficiência e qualidade dos produtos e para a redução do consumo de matérias-primas e energia. Isso resulta em benefícios ambientais e econômicos significativos (Caminha, 2021b). A evolução

contínua dos reatores industriais é impulsionada por pesquisas avançadas e inovações na indústria química.

Os reatores de pesquisa são fundamentais em diversas indústrias, desde a energia nuclear até aplicações médicas e desenvolvimento de materiais (Bignan *et al.*, 2011). Desempenham um papel crucial na intensificação de processos, uma necessidade vital para o avanço industrial e a preservação ambiental (Alique, 2022).

Na indústria nuclear, os reatores de pesquisa são motores de inovação, impulsionados por uma interação complexa de incentivos econômicos, decisões políticas e regulamentações de segurança (Berthélemy, 2012). Esses reatores são fundamentais para proteger os trabalhadores da exposição à radiação ionizante durante reações nucleares em cadeia (Sundararajan, 2020). Assim, as patentes relacionadas a tecnologias de reatores não apenas refletem a vitalidade da inovação nesse campo, mas também desempenham um papel fundamental em atender às diversas necessidades dessas indústrias, promovendo avanços significativos em diversos setores.

Projetos avançados de reatores, como os reatores de água pressurizada e os reatores modulares, estão sendo desenvolvidos para atender às demandas energéticas globais e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (Hedayat, 2022). A pesquisa em materiais se estende a aplicações de reatores de fusão, onde cerâmicas à base de lítio e ligas de alta temperatura são essenciais (Marra, 2011). Simulações e estudos experimentais revelam que ligas à base de níquel oferecem resistência superior à corrosão em comparação com os aços (Mckinney, 2020). O desenvolvimento contínuo de materiais avançados é crucial para melhorar o desempenho, a segurança e a eficiência dos reatores em aplicações de fissão e fusão.

Além disso, os recentes avanços na tecnologia de reatores têm contribuído significativamente para a intensificação de processos, impulsionando o desenvolvimento industrial e reforçando os esforços em prol da proteção ambiental (Alique, 2022). Assim, os reatores emergem como elementos cruciais, promovendo inovação contínua e desempenhando um papel vital no equilíbrio entre progresso industrial e sustentabilidade ambiental.

Na engenharia de microrreatores, as patentes têm se concentrado em inovações na fabricação, dispositivos e processos, com uma ênfase crescente em patentes relacionadas a processos (Hessel; Knobloch; Lowe, 2008). De maneira semelhante, no cenário das patentes biotecnológicas, a exploração de fatores cruciais, como demanda de mercado,

liberdade operacional e eficiência do processo, é de suma importância (García; López-Moya; Ramos, 2013).

A tendência de miniaturização de processos contínuos tem contribuído para um aumento significativo na atividade de patenteamento, especialmente em áreas como reações gás-líquido e oxidação de glicose (Dencic *et al.*, 2012). No campo da biorremediação, observa-se um crescimento na atividade patentária com foco em avanços tecnológicos (Bordoloi; Boruah, 2018). Essas patentes não apenas protegem a propriedade intelectual, mas também incentivam o desenvolvimento e a comercialização de novas tecnologias.

Os biorreatores, por exemplo, são ferramentas essenciais na bioengenharia, criando condições ideais para a fisiologia celular e o metabolismo, regulando fatores químicos e físicos para otimizar a produção (Georgiev; Eibl; Zhong, 2013). Desempenham um papel crucial na melhoria da eficiência de produção e na obtenção de produtos confiáveis e de alta qualidade, atendendo às necessidades dos sistemas biológicos (Singh; Kaushik; Biswas, 2014; Priyadarshini; Dikshit; Zhang, 2020). A escolha adequada do projeto do biorreator e a otimização do seu ambiente interno são fundamentais para a produção em larga escala de moléculas desejadas (Georgiev; Weber, 2014).

Dessa forma, os biorreatores são amplamente utilizados em processos biotecnológicos para a produção de compostos em várias áreas, incluindo alimentícia, farmacêutica, química e ambiental (Schirmer *et al.*, 2021; Asif *et al.*, 2019; Ostermeyer *et al.*, 2022). São empregados na produção de proteínas unicelulares, células animais, microalgas e enzimas; na transformação de substratos como esteroides; e na formação de metabólitos, tais como ácidos orgânicos, etanol, antibióticos, compostos aromáticos e pigmentos (Spier, 2011).

Na bioengenharia, os biorreatores têm aplicações significativas, permitindo a simulação de ambientes celulares e moleculares tanto *in vitro* quanto *in vivo*, e facilitando o desenvolvimento de terapias médicas e genéticas, além da simulação de condições patológicas para estudos de doenças e avaliação de parâmetros de progresso (Castro *et al.*, 2020).

No entanto, apesar da relevância desses dispositivos no avanço das tecnologias biotecnológicas, a análise das patentes concedidas revela que das 1.649 patentes solicitadas, apenas 420 foram concedidas. Dentre essas, a maior parte, totalizando 335, foi concedida a não residentes, enquanto apenas 85 patentes foram concedidas a

residentes. Esta discrepância destaca um possível desafio na proteção e no incentivo à inovação local na área de reatores e biorreatores, sugerindo que o desenvolvimento tecnológico pode estar mais avançado fora do país, enquanto há uma necessidade de fortalecer a capacidade de patenteamento e proteção da propriedade intelectual no país.

A Tabela 3 apresentada fornece uma visão detalhada sobre as patentes concedidas em 2022, considerando aspectos essenciais como origem, palavra-chave, número de pedido, título, ano de depósito/concessão e tempo de concessão. Vale ressaltar que a tabela concentra - se em um intervalo específico de tempo de concessão, variando de 9 a 14 anos. Este recorte temporal foi escolhido para oferecer uma análise mais focalizada sobre os períodos em que as patentes foram concedidas. Além disso, a média geral do tempo de concessão das patentes foi de aproximadamente 8 anos.

O número de pedidos e os títulos das patentes podem indicar as áreas de inovação mais ativas e podem destacar os desenvolvimentos tecnológicos mais relevantes de 2022. A análise do ano de depósito e concessão permite observar a eficiência dos processos de concessão de patentes e o tempo médio necessário para que uma patente seja concedida. A variação no tempo de concessão pode refletir a complexidade dos processos envolvidos e as demandas específicas do campo tecnológico em questão.

**Tabela 3** - Perfil das patentes concedidas em 2022

Origem	Palavra-chave	Nº Pedido	Título	Ano Depósito/ Concessão	Tempo de Concessão
<b>Residentes</b>	REATOR	PI 0804276-4	Processo contínuo de esterificação em reator de fluxo pistonado e produto obtido do mesmo	2008 / 2022	14
	REATOR	BR 10 2012 022053 9	Processo de produção de nanotubos e/ou nanofibras de carbono a partir de matéria orgânica, dispositivo reator para a produção de nanotubos e/ou nanofibras de carbono, e, nanotubos e/ou nanofibras nanofibras de carbono obtidos	2012 / 2022	10
	BIORREATOR	BR 11 2015 005462 5	Aparelho e método para controlar a execução de uma tarefa de processo dentro de uma configuração de um sistema de controle de biorreator, e, meio de armazenamento acessível por máquina tangível	2013 / 2022	9
<b>Não Residentes</b>	REATOR	PI 0906447-8	Método de preparar metanol, e, reator de metanol para uso no mesmo	2009 / 2022	13
	REATOR	PI 0814612-8	Processo, e, sistema de reator	2008 / 2022	14
	REATOR	BR 11 2013 001029 0	Bocal para a distribuição uniforme de uma mistura de fluido de múltiplas fases e equipamento de distribuição de fluido para um reator	2011 / 2022	11
	REATOR	BR 11 2014 021678 9	Sistema de reator pressurizado	2013 / 2022	9

Fonte: autora (2025)

Para analisar as patentes da Tabela 3, é essencial destacar a inovação e o impacto de cada uma em suas respectivas áreas. Essas patentes abrangem uma gama de avanços tecnológicos, incluindo processos contínuos de esterificação, novas abordagens na produção de nanotubos de carbono, sistemas avançados para controle de biorreatores, aprimoramentos na produção de metanol, e inovações em hidroprocessamento e controle de vapor. Cada patente reflete as tendências atuais em tecnologias industriais e científicas, evidenciando melhorias significativas em eficiência, economia e eficácia nos processos e equipamentos.

Como exemplo de uma patente da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, tem-se a PI 0804276-4 relacionada com processos químicos de esterificação de compostos. Especificamente, é um processo de esterificação contínuo compreendendo a reação de um ácido acrílico com um álcool, catalisada por ácido sulfúrico em reatores tubulares do tipo PFR (Plug Flow Reactor). Os inventores ainda incluíram no documento uma etapa posterior de separação do produto formado. Segundo informado, um dos diferenciais do processo é o uso do reator PFR, enquanto outros reatores como Batch (reator tanque batelada), CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor) e PBR (Packed Bed Reactor). A etapa de separação proposta utiliza um processo simples, estável contínuo, eficiente e econômico, adequado para a produção do acrilato de etila (UNICAMP, 2010).

Avançando para a produção de materiais, os métodos de nanotubos de carbono se destacam por possuírem propriedades valiosas, podendo ser aplicados como aditivos em vários materiais estruturais. A patente BR 102012022053-9, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, descreve tanto um dispositivo reator para a produção de nanotubos de carbono, quanto um processo de produção de nanotubos e nanofibras de carbono. A produção é realizada principalmente a partir da queima controlada de resíduos da indústria madeireira na presença de substâncias fixadoras. O diferencial desta patente em relação aos processos até então existentes no mercado, segundo os inventores, é a matéria prima para a síntese dos nanotubos, que em geral usa produtos orgânicos industrializados e gás hidrogênio, além de gases carreadores dos vapores orgânicos do processo (UFRS, 2014).

No campo do controle de biorreatores, a Global Life Sciences Solutions (BR 11 2015 005462 5), possui uma patente sobre sistemas de controle de processo. O documento apresenta, mais particularmente, métodos e aparelhos para implementar sistemas de controle de biorreator. Sistemas anteriores possuíam configurações do dispositivo limitadas (Global Life Sciences Solutions, 2017).

Em termos de produção de metanol, a patente PI 0906447-8, detida pela HALDOR TOPSØE A/S, apresenta um aprimoramento no processo de produção de metanol. O método descrito envolve um reator projetado para operar de forma a separar o metanol da fase gasosa e condensá-lo na fase líquida sem comprometer a atividade do catalisador. Essa inovação é alcançada através do ajuste preciso do ponto de ebulição de um agente de resfriamento líquido, que está em contato indireto com as partículas do catalisador, promovendo uma relação específica entre o volume do leito de catalisador e a área de superfície de resfriamento. Como resultado, o metanol é condensado predominantemente na superfície de resfriamento, que está uniformemente distribuída dentro do reator. Segundo o inventor, essa abordagem resolve problemas comuns em métodos anteriores, como a complexidade operacional e o custo elevado. Assim, a patente apresenta uma solução eficiente e econômica para a produção de metanol, melhorando a viabilidade econômica do processo industrial (Haldor Topsøe, 2021).

Complementando as inovações em reatores, a patente PI 0814612-8, titulada Processo e Sistema de Reator, desenvolvida pelo Grupo Petrotemex, S.A. DE C.V., introduz um sistema de reator que combina um trocador de calor e um vaso de liberação. Este design inovador controla o aquecimento e a liberação de vapor, melhorando a eficiência e segurança do processo, além de minimizar a geração de vapor. Essa configuração garante uma produção predominantemente na fase líquida, minimizando a geração de vapor como subproduto. A inovação apresentada resolve problemas comuns enfrentados em sistemas anteriores, como o controle inadequado da temperatura e a gestão ineficiente da liberação de vapor (Grupo Petrotemex, 2015).

Além disso, a patente BR 112013001029-0, detida pela Chevron U.S.A. Inc, apresenta um equipamento avançado para otimizar a mistura e distribuição de fluidos multifásicos em hidrocessamento. A inovação do design dos bocais e a redução da altura da bandeja de mistura tornam o processo mais compacto, eficiente e econômico. Essas inovações oferecem um processo de hidrocessamento mais eficiente e econômico, melhorando tanto a operação quanto a viabilidade financeira do equipamento (Chevron USA, 2021).

Finalmente, a patente BR 112014021678-9, desenvolvida por Global Life Sciences Solutions, descreve um sistema de reator pressurizado inovador com uma válvula sem perna morta. Esta tecnologia elimina espaços mortos em recipientes e tubulações, melhorando a eficiência e reduzindo a contaminação em biorreatores de alta

pressão, oferecendo um avanço significativo na otimização do bioprocessamento (Global Life Sciences Solutions, 2017).

### **5.2.3 Perspectivas**

Os dados apresentados nesta revisão destacam a importância crescente dos reatores e biorreatores no campo da bioengenharia e bioprocessos, refletida pela concentração significativa de pedidos de patentes nessas áreas.

As inovações contínuas em reatores e biorreatores, como demonstrado pelas patentes concedidas, têm potencial para transformar a eficiência dos processos industriais, aumentando a produção com menos recursos e reduzindo o impacto ambiental. Por outro lado, o número relativamente baixo de patentes em bioengenharia indica que este é um campo ainda em desenvolvimento no contexto de propriedade intelectual. Isso pode representar uma oportunidade para o crescimento de pesquisas e inovações futuras, especialmente em áreas que demandam soluções biotecnológicas.

À medida que novas tecnologias emergem e evoluem, há uma necessidade contínua de adaptação e melhoria nos processos produtivos. Reatores e biorreatores, em particular, continuarão a desempenhar um papel crucial na transformação de matérias-primas em produtos de alto valor agregado, impulsionando a competitividade industrial.

## **6.0 CONCLUSÃO**

O estudo sobre patentes relacionadas à bioengenharia, bioprocessos, biorreatores e reatores no Brasil apresenta um panorama dos depósitos realizados nessas áreas, contribuindo para a compreensão do cenário atual de proteção intelectual no país.

Em 1990, vinte anos após a criação do INPI, a primeira patente na área de escopo desta revisão, seguindo os critérios de busca estabelecidos, foi depositada. Até 2022, foram identificadas 1.649 patentes, o que indica a relevância da inovação tecnológica no Brasil em bioengenharia, bioprocessos, biorreatores e reatores.

As patentes não só protegem invenções, mas também incentivam a pesquisa e o desenvolvimento, facilitando a colaboração entre diferentes setores e ampliando a competitividade no mercado global. Após uma análise das patentes presentes nesta revisão, observa-se que, embora haja muitos pedidos arquivados, uma parte menor é aprovada. Patentes de invenção predominam, e as empresas são os principais solicitantes. No entanto, a diferença entre patentes concedidas a residentes e não residentes destaca a necessidade de aprimorar a capacidade de inovação nacional.

## REFERÊNCIAS

- ALIQUE, D. Valuable energy resources and food-grade CO<sub>2</sub> from biogas via membrane separation. In: **Membrane Engineering in the Circular Economy**. Elsevier, 2022. 437-493.
- ALMEIDA, L. M. D.; BASTOS, A. P. V.; SANTOS, R. B. N. D. Desempenho inovativo na dinâmica da interação universidade e empresa: análise comparativa entre Amazônia Legal e demais regiões do Brasil. In: GARCIA, R.; RAPINI, M.; CÁRIO, S. (org.). **Estudos de caso da interação universidade empresa no Brasil**. Belo Horizonte: FACE / UFMG, 2018.
- ASIF, M. B. et al. Applications of Membrane Bioreactors in Biotechnology Processes. In: **Current Trends and Future Developments on (Bio-) Membranes**. Elsevier, 2019. 223-257.
- BALTAZAR, L. F. et al. Patentes como fonte de informação tecnológica para subsídio à pesquisa: uma análise amostral da Universidade Federal do ABC. **Cadernos de Prospecção**, v. 10, n. 4, p. 681-695, out./dez. 2017.
- BARCELOS, M.C.S.; LUPKI, F.B.; CAMPOLINA, G.A.; NELSON, D.L.; MOLINA, G. The colors of biotechnology: general overview and developments of white, green and blue areas. **FEMS Microbiol Lett.**, v. 365, n. 21, nov. 2018.
- BERCOVITZ, J. et al. Organizational structure as a determinant of academic patent and licensing behavior: An exploratory study of Duke, Johns Hopkins, and Pennsylvania State Universities. **The Journal of Technology Transfer**, v. 26, p. 21-35, 2001.
- BERTHÉLEMY, M. What drives innovation in nuclear reactors technologies? An empirical study based on patent counts. Cerna, Centre d'économie industrielle MINES ParisTech 2012.
- BESSEN, J.E.; NUVOLARI, A. Knowledge Sharing Among Inventors: Some Historical Perspectives. **Boston University. School of Law, Law and Economics Research Paper** n.11-51. LEM Working Paper 2011/21. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1944201](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1944201)
- BIGNAN, G. et al. The key-role of instrumentation for the new generation of research reactors. In: **2011 2nd International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation, Measurement Methods and their Applications**. IEEE, 2011. p. 1-8.
- BORDOLOI, J.; BORUAH, HP.D. Analysis of recent patenting activities in the field of bioremediation of petroleum hydrocarbon pollutants present in the environment. **Recent Patents on Biotechnology**, v. 12, n. 1, p. 3-20, 2018.
- BORSCHIVER, S.; JESUS, A.O.C; MOREIRA, V.A. Reuso de água na indústria de petróleo e gás. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 9401-9408, 2014.
- BRASIL. Presidência da república. Decreto-lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Código da Propriedade Industrial. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, dez. 2004. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm)
- BRASIL. 1945. Presidência da república. **Decreto-lei nº 7.903, de 27 de agosto de 1945**. Código da Propriedade Industrial. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, ago. 1945. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1937-1946/del7903.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/del7903.htm)

BRASIL. Presidência da república. **Decreto-lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996**. Regula Direitos e Obrigações Relativos à Propriedade Industrial. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, mai. 1996. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9279.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm)

BUAINAIN A.M.; SOUZA R.F. **Propriedade intelectual, inovação e desenvolvimento: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: ABPI; 2018.

BURK, M.J.; DIEN, S. V. Biotechnology for Chemical Production: Challenges and Opportunities. **Trends Biotechnol.**, v. 34, n. 3, p. 187-190, mar. 2016.

CALDERAN, L. L. **Análise da interação UnB-Petrobras: o caso do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília**. 2012. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de pós-graduação em Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de Brasília, 2012.

CAMINHA, L. R. F. **Desenvolvimento de um reator automatizado em escala de laboratório de baixo custo microcontrolado por ESP32**. 2021a. 56 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa, 2021.

CASTRO, N. et al. Physically Active Bioreactors for Tissue Engineering Applications. **Advanced Biosystems**, v. 4, n. 10, p. 1-29, out. 2020.

CHEVRON U.S.A. INC. **Bocal para a distribuição uniforme de uma mistura de fluido de múltiplas fases e equipamento de distribuição de fluido para um reator**. Inventores: CRAIG BOYAK; STEVEN X. SONG; ABDENOUR KEMOUN; STEVE SOUERS; KRISHNIAH PARIMI; ZACKORY AKIN; RALPH E. KILLEN. BR 11 2013 001029 0 B1, 23 mar. 2021.

CHIARELLI, G. **Análise de patentes depositadas pela Universidade Federal de Santa Catarina**. 2023. 64 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2023.

COLBERG, J.; HIL, K. K. M.; KOENIG, S. G. Importance of Green and Sustainable Chemistry in the Chemical Industry. **Org. Process Res. Dev.**, v. 26, n. 8, p. 2176-2178, 2022.

COMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES. **Reator eletroquímico**. Inventores: NICOLAS GUILLET; ALEJANDRO FRANCO; GUILLAUME KROSNICKI; OLIVIER LEMAIRE. BR 11 2012 014200 3 B1, 31 maio 2016.

DENCIC, I. et al. Recent changes in patenting behavior in microprocess technology and its possible use for gas–liquid reactions and the oxidation of glucose. **ChemSusChem**, v. 5, n. 2, p. 232-245, 2012.

DORAN, P. M. Bioprocess Development: An Interdisciplinary Challenge. In: **Bioprocess engineering principles**. 2. Ed. Waltham, MA: Academic Press, 2013.

DOW GLOBAL. **Dow Corporate**. 2022. Disponível em: <<https://br.dow.com/pt-br.html#tabs-948486002e-item-9e0bc82d89-tab>>

FLORÊNCIO, M.N.D.S.; ABUD, A.K.D.S.; JUNIOR, A.M.D.O. Análise da produção tecnológica em biotecnologia industrial no Brasil. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 15, n. 37, 2019.

FOGLER, H.S. **Elements of Chemical Reaction Engineering**. New Jersey: Pearson Education Inc, 2002.

- FORTUNY, M. et al. Principais aplicações das microondas na produção e refino de petróleo. **Química Nova**, v. 31, p. 1553-1561, 2008.
- FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB. **Reator fotoquímico segmentado com lâmpadas distribuídas em colmeia para reações sequenciais ou em única etapa**. Inventores: CLÓVIS EDUARDO GODOY ILHA; JURANDIR RODRIGUES DE SOUZA; ANTÔNIO JOSÉ MORAES GUARITÁ DOS SANTOS. PI 0401235-6, 20 dez. 2005.
- GALLIÉ, E.P.; LEGROS, D. French firms' strategies for protecting their intellectual property. **Research Policy**, v. 41, n. 4, p. 780-794, 2012.
- GANCHOSO, B.S.I. et al. Promising Applications of Biotechnology: Boosting Health, Agriculture and Environmental Sustainability. **Migration Letters**, v.21, p. 794 - 800, 2023.
- GANI, R. et al. A multi-layered view of chemical and biochemical engineering. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 155, p. A133-A145, 2020.
- GARCÍA, A.M.; LOPEZ-MOYA, J.R.; RAMOS, P. Key points in biotechnological patents to be exploited. **Recent Patents on Biotechnology**, v. 7, n. 2, p. 84-97, 2013.
- GEORGIEV, M.I.; EIBL, R.; ZHONG, J.J. Hosting the plant cells in vitro: recent trends in bioreactors. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 97, n. 9, p. 3787-3800, mai. 2013.
- GEORGIEV, M.I.; WEBER, J. Bioreactors for plant cells: hardware configuration and internal environment optimization as tools for wider commercialization. **Biotechnol. Lett.**, v. 36, n. 7, p. 1359-1367, jul. 2014.
- GHESTI, Grace Ferreira et al. (org). Conhecimentos Básicos sobre Propriedade Intelectual. Brasília, UnB, 2015 153 p. Disponível em: <http://profnit.unb.br/images/PDF/PUBLICACOES/Conhecimentos-Bsicos-sobre-PI.pdf>
- GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 11-32, 2016.
- GIMENEZ, A.M.N; BONACELLI, M. B. M.; BAMBINI, M. D. O novo marco legal de ciência, tecnologia e inovação no Brasil: desafios para a universidade. **Desenvolvimento em Debate**, v. 6, n. 2, p. 99-119, 2018.
- GLOBAL LIFE SCIENCES SOLUTIONS USA LLC. **Aparelho e método para controlar a execução de uma tarefa de processo dentro de uma configuração de um sistema de controle de biorreator, e, meio de armazenamento acessível por máquina tangível**. Inventor: SCOTT A. MANGIACOTTI. BR 11 2015 005462 5 B1, 04 jul. 2017.
- GLOBAL LIFE SCIENCES SOLUTIONS USA LLC. **Sistema de reator pressurizado**. Inventores: COLIN R. TUOHEY; THOMAS ERDENBERGER; RICHARD L. DAMREN; KENNETH CLAPP; PARRISH M. GALLIHER; JONATHAN KENNEY. BR 11 2014 021678 9 B1, 20 jun. 2017.
- GOMES, M. A. S.; PEREIRA, F. E. C. Hélice Tríplice: Um ensaio teórico sobre a relação Universidade-Empresa-Governo em busca da inovação. **International Journal of Knowledge Engineering and Management**, v. 4, n. 8, p. 136-155, 2015.
- GOMOLLÓN-BEL, F.; GARCÍA-MARTÍNEZ, J. Emerging chemistry technologies for a better world. **Nat. Chem.**, v. 14, p. 113-114, 2022.
- GONÇALVES, H. C. T. et al. Nanotecnologia e biotecnologia no desenvolvimento de medicamentos para o tratamento de doenças crônicas e não crônicas (câncer e diabetes): revisão integrativa. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 11, p. 74436-74452, nov. 2022.

- GRAPH PAD INC. **GraphPad Prism** (Versão 8.0.2). San Diego, CA: GraphPad Software, 2023.
- GRUPO PETROTEMEX, S.A. DE C.V. **Processo, e, sistema de reator**. Inventores: BRUCE ROGER DEBRUIN; THOMAS LLOYD YOUNT; LARRY CATES WINDES; WESLEY THOMAS MOYER. PI 0814612-8 B1, 27 jan. 2015.
- HALDOR TOPSØE A/S. **Método de preparar metanol, e, reator de metanol para uso no mesmo**. Inventor: MAX THORHAUGE. PI 0906447-8 B1, 23 fev. 2021.
- HARRIOTT, P. **Chemical Reactor Design**. 1.ed. 448 p, 2003.
- HEDAYAT, A. The role of advanced nuclear reactors in non-electrical and strategic applications, producing sustainable energy supplies and reducing the greenhouse gasses. **Kerntechnik**, vol. 87, n. 5, p. 579-596, 2022.
- HESEL, V.; KNOBLOCH, C.; LOWE, H. Review on patents in microreactor and micro process engineering. **Recent Patents on Chemical Engineering**, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2008.
- IFP ENERGIES NOUVELLES. **Cesto removível para reator catalítico, dispositivo para a filtração e distribuição de uma fase gasosa e de uma fase líquida, reator adequado para operar com um fluxo paralelo descendente de gás-líquido e processo**. Inventores: WILFRIED WEISS; CECILE PLAIS. BR 10 2018 071269 1 B1, 07 maio 2019.
- INPI. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Criação do INPI**. 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/orgaos/instituto-nacional-da-propriedade-industrial>
- INPI. Instituto Nacional de Propriedade Industrial. **Indicadores de Propriedade Industrial 2020**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI, 2021b.50p.
- INPI. Instituto Nacional de Propriedade Industrial. **Patentes**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/perguntas-frequentes/patentes#patente>
- JAVAID, M. et al. Sustaining the healthcare systems through the conceptual of biomedical engineering: A study with recent and future potentials. **Biomedical Technology**, v. 1, p. 39-47, 2023.
- KIM, G.; BAE, J. A novel approach to forecast promising technology through patent analysis. **Technol. Forecast. Soc. Change**, 2016.
- KIRCHER, M. Bioeconomy: Markets, Implications, and Investment Opportunities. **Economies**, v. 7, n. 3, p. 73, 2019.
- KISS, A. A.; GRIEVINK, J.; RITO-PALOMARES, M. A systems engineering perspective on process integration in industrial biotechnology. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, v. 90, n. 3, p. 349-355, mar 2015a.
- LEVENSPIEL, O. Engenharia das reações químicas. São Paulo, Edgard Blücher Ltda., 1974.
- LIGUORI, R.; AMORE, A.; FARACO, V. Waste valorization by biotechnological conversion into added value products. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 97, p. 6129-6147, 2013.
- LIMA, C.D.C. **Interação entre a produção científica e os dados de patentes das universidades federais brasileiras**. 2023. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós - Graduação em Economia, Universidade de Brasília, Brasília.
- LINTON, K.; STONE, P.; WISE, J. Patenting trends & innovation in industrial biotechnology. **Industrial Biotechnology**, v. 4, n. 4, p. 367-390, 2008.
- LUYBEN, W. L. **Chemical Reactor Design and Control**. 1ª ed. Wiley-Interscience, 2007. 436 p.

- MAPCHART. **Create your own custom map**. 2023. Disponível em: <https://www.mapchart.net>
- MANZINI, R.; LAZZAROTTI, V. Intellectual property protection mechanisms in collaborative new product development. **R&D Management**, v. 46, n. S2, p. 579-595, 2016.
- MARRA, J. Advanced ceramic materials for next-generation nuclear applications. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 2011. p. 1-6.
- MCKINNEY, L. Materials in nuclear energy applications. **Undergraduate Research in MSE**, v.1, p. 56-58, 2020.
- METTEN, A. et al. A introdução do complexo econômico industrial da saúde na agenda de desenvolvimento: uma análise a partir do modelo de fluxos múltiplos de Kingdon. **Rev. Adm. Pública**, v. 49, p. 915-936, 2015.
- MORANDIN, J. L. P. L.; SILVA, M. C. D; MOURA, A. M. M. D. As patentes e o desenvolvimento tecnológico no contexto da ciência aberta: perspectivas da influência do sigilo informacional e da pesquisa proprietária. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 21, p. 1-18, 2023.
- MOTA, G. R. **Análise de patentes depositadas pela Universidade de Brasília quanto ao seu potencial disruptivo**. Graduação (TCC) - Curso de Engenharia de Produção, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- NIELSEN, J.; TILLEGREEN, C. B.; PETRANOVIC, D. Innovation trends in industrial biotechnology. **Trends in Biotechnology**, v. 40, n. 10, p. 1160-1172, out. 2022.
- NOVELI, M.; SEGATTO, A. P. Processo de cooperação universidade-empresa para inovação tecnológica em um parque tecnológico: evidências empíricas e proposição de um modelo conceitual. **Revista de Administração e Inovação**. São Paulo, v. 9, n. 1, p. 81-105, jan./mar. 2012.
- NUNES, J. S.; OLIVEIRA, L. G. D. Universidades brasileiras: utilização do sistema de patentes de 2000 a 2004. Rio de Janeiro: **Instituto Nacional da Propriedade Industrial**, 2007. Disponível em: [https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/informacao/arquivos/universidades\\_brasileiras.pdf](https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/informacao/arquivos/universidades_brasileiras.pdf)
- OLIVEIRA, E.B. **Análise do portfólio de patentes de uma universidade pública brasileira: o caso da Universidade de Brasília**. Dissertação—Universidade de Brasília (UnB): 2019.
- OSTERMEYER, P. et al. Electrified bioreactors: the next power-up for biometallurgical wastewater treatment. **Microbial Biotechnology**, v. 15, n. 3, p. 755-772, mar. 2022.
- OTONI, C. G. et al. The Food–Materials Nexus: Next Generation Bioplastics and Advanced Materials from Agri-Food Residues. **Advanced Materials**, v. 33, n. 43, oct 2021.
- Oxford Economics. **The Global Chemical Industry: Catalyzing Growth and Addressing Our World’s Sustainability Challenges**. 2019. Disponível em: <https://www.oxfordeconomics.com/resource/the-global-chemical-industry-catalyzing-growth-and-addressing-our-world-sustainability-challenges/>
- PETROBRAS. **Petrobras bate recorde de depósito de patentes em 2023**. 2024a. Disponível em: Petrobras bate recorde de depósito de patentes em 2023
- PETROBRAS. **Petrobras disponibiliza 214 patentes tecnológicas ao mercado para licenciamento**. 2023. Disponível em: Petrobras disponibiliza 214 patentes tecnológicas ao mercado para licenciamento.

- PETROBRAS. **Refino: transformando o petróleo em produtos** | Petrobras. 2024b. Disponível em: Refino: transformando o petróleo em produtos | Petrobras
- PLOWRIGHT, A.T. et al. Joining Forces: The Chemical Biology–Medicinal Chemistry Continuum. **Cell Chemical Biology**, v. 24, p. 1058-1065, 2017.
- POJO, Sabrina da Rosa. Proteção e licenciamento de tecnologias da Universidade: a experiência da UFRGS. 2014 102f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil, 2014.
- POLETO, C.A.; ARAÚJO, M.A.D.A; MATA, W. D. Gestão compartilhada de P&D: o caso da Petrobras e a UFRN. **Revista de Administração Pública**, v. 45, p. 1095-1117, 2011.
- PRIYADARSHINI, B.M.; DIKSHIT, V.; ZHANG, Y. 3D-printed Bioreactors for In Vitro Modeling and Analysis. **International Journal of Bioprinting**, v. 6, n. 4, p. 267, aug. 2020.
- RAINEY, M. M. Free sources for patent searching: A review. **Business Information Review**, v. 31, n. 4, p. 216-222, 2014.
- ROCHA, E.M.P; DUFLOTH, S.C. Análise comparativa regional de indicadores de inovação tecnológica empresarial: contribuição a partir dos dados da pesquisa industrial de inovação tecnológica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.14, n.1, p.192 - 208, 2009.
- RORIZ, A. C. C. **Um estudo bibliográfico acerca da relação entre empreendedorismo e inovação na universidade**. 2023. 52 f. Graduação (TCC) - Curso de Sistemas e Mídias Digitais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.
- ROSA, D. S. **Projeto e otimização de reatores tubulares via análise da produção de entropia**. 2018. 56 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.
- SCHAMAL, M. **Cinética e Reatores: Aplicação a Engenharia Química**, Ed. Synergia, 2ª ed., 2010.
- SCHIRMER, C.; MASCHKE, R.W; PÖRTNER, R.; EIBL, D. An overview of drive systems and sealing types in stirred bioreactors used in biotechnological processes. **Appl. Microbiol. Biotechnol.**, v. 105, n. 6, p. 2225-2242, mar. 2021.
- SCHWARTZ, T. J.; SHANKS, B. H.; DUMESIC, J. A. Coupling chemical and biological catalysis: a flexible paradigm for producing biobased chemicals. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 38, p. 54-62, 2016.
- SHELL. **Research and development - Shell Sustainability Report 2017**.2017. Disponível em: <<https://reports.shell.com/sustainability-report/2017/energy-transition/research-and-development.html>>.
- SHIRZAD, M. et al. Moving Bed Reactors: Challenges and Progress of Experimental and Theoretical Studies in a Century of Research. **Ind. Eng. Chem. Res**, v. 58, p. 9179-9198, 2019.
- SILVA, M.B. et al. Panorama da inovação nas regiões brasileiras: uma análise de indicadores da Pintec. **Revista INGI**, v. 8, n.2, p. 2571-2585, 2024.
- SINGH, J.; KAUSHIK, N.; BISWAS, S. Bioreactors – Technology & Design Analysis. **The SciTech Journal**, vol. 01, n. 06, p. 28-36, jun. 2014.
- SPIER, M. R. et al. Aplicação de diferentes tipos de biorreatores em bioprocessos. In: **Bioreatores: Design, Propriedades e Aplicações**. 1. ed. Nova Science Publishers, 2011. p. 55-90.

STAL, E.; NOHARA, J. J.; CHAGAS JR. Os conceitos da inovação aberta e o desempenho de empresas brasileiras inovadoras. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 295-320, abr./jun. 2014.

SUAREZ, P.A.Z. et al. Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los. **Química nova**, v. 32, p. 768-775, 2009.

SUNDARARAJAN, A. R. Why do we Need Research Reactors?. **Science Reporter**, p. 31-33, 2020.

UNIVATION TECHNOLOGIES. **Dow Corporate**. 2024. Disponível em: <[https://www.univation.com/en-us/unipol.html#xd\\_co\\_f=OGZmZjU5ZTEtMDdlOS00MzczLWE4OTAtZGUyNTkzMmZkN2I2~>](https://www.univation.com/en-us/unipol.html#xd_co_f=OGZmZjU5ZTEtMDdlOS00MzczLWE4OTAtZGUyNTkzMmZkN2I2~>)>.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP. **Processo de pré-tratamento de efluentes, reator de catálise homogênea, e sistema compreendendo o reator de catálise**. Inventores: ANA MARIA DA COSTA FERREIRA; SAULO AFONSO DE ALMEIDA FILHO; NILTON TORRES DE BASTOS FILHO; VERA REGINA LEOPOLDO CONSTANTINO. BR 10 2016 014409 4 B1, 02 jan. 2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Processo contínuo de esterificação em reator de fluxo pistonado e produto obtido do mesmo**. Inventores: RUBENS MACIEL FILHO; MARIA REGINA WOLF MACIEL; LUIZ GUSTAVO AMBROGI. PI 0804276-4 B1, 06 jul. 2010.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Reator de deposição química, processo de produção de um filme ultrapuro de carbono e filmes assim obtidos**. Inventores: VITOR BARANAUSKAS; ALFREDO CARLOS PETERLEVITZ; WAGNER SANERIP; HUDSON GIOVANI ZANIN. BR 10 2013 032728 0 B1, 08 dez. 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL. **Produção de biocombustível a partir de cascas de banana em reator anaeróbico em batelada**. Inventores: MARIANY FERNANDES BARROS; EDUARDO LUCENA CAVALCANTE DE AMORIM; JOSÉ DIEGO MAGALHÃES SOARES. BR 10 2020 019210 8 A2, 29 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRS. **Processo de produção de nanotubos e/ou nanofibras de carbono a partir de matéria orgânica, dispositivo reator para a produção de nanotubos e/ou nanofibras de carbono, e, nanotubos e/ou nanofibras de carbono obtidos**. Inventores: LUIZ CARLOS PINTO DA SILVA FILHO; NESTOR CEZAR HECK; MARIA DA GRAÇA SEBAG BERND. BR 10 2012 022053 9 B1, 14 out. 2014.

VARGAS, M; GADELHA, C. A. G.; COSTA, L. S.; MALDONADO, J. Inovação na indústria química e biotecnológica em saúde: em busca de uma agenda virtuosa. **Revista de Saúde Pública**, v. 46, p. 37-40, 2012.

Verified Market Research. Global Bio-based Materials Market Size by Type, by Application, by Geographic Scope and Forecast. 2021. Disponível em: <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/bio-based-materials-market/>

WHEELDON, I.; CHRISTOPHER, P.; BLANCH, H. Integration of heterogeneous and biochemical catalysis for production of fuels and chemicals from biomass. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 45, p. 127-135, 2017.

WIPO. World Intellectual Property Organization. **Indicators**. 2021b. Disponível em: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_941\\_2021.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2021.pdf)

WIPO. World Intellectual Property Organization. **Wipo Workforce**. 2021a. Disponível em: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-workforce-2021-dec-en-wipo-workforce-2021.pdf>

WOODLEY, J. M.; BREUER, M.; MINK, D. A future perspective on the role of industrial biotechnology for chemicals production. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 91, n. 10, p. 2029-2036, 2013.

ZIN, H. B. **Análise de documentos de patentes depositadas entre 2020 e 2021 para enfrentamento da COVID-19**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia-Bioquímica) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

YANG, L.; YANG, A.; Zhang, L. Technological Profile of Microreactor Based on Patent Analysis. **Chemistry Select**, v. 9, 2024.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A - Distribuição quantitativa dos pedidos de patentes por universidades / institutos**

**Tabela 4 - Distribuição quantitativa dos pedidos de patentes por universidades / institutos**

<b>Região</b>	<b>Universidade</b>	<b>Título</b>	<b>Ano de depósito / Concessão</b>
Sudeste	Universidade Estadual de Campinas	Processo de obtenção de frutooligossacarídeos em bioreator utilizando enzima frutossiltransferase	2007 / 2017
		Um biorreator de prateleiras para superfícies (bps) para a produção de um metabólito bacteriano	1997 / -
		Técnica para otimização do rendimento elétrico de reatores eletroquímicos com eletrodos de diamante para tratamento de efluentes e águas residuárias	2005 / 2014
		Método de preparação e instalação de eletrodos de diamante em reatores eletroquímicos.	2005 / 2013
		Processo de degradação de compostos orgânicos voláteis e sistema de reatores em fase gasosa e fase líquida	2018 / -
		Processo de tratamento de resíduos sólidos compreendendo sequenciamento de reatores anaeróbicos tipo batelada e contínuo	2020 / -
		Processo de degradação de compostos orgânicos voláteis e sistema de reatores em fase gasosa e fase líquida (aperfeiçoamento)	2020 / -
		Sistema com reatores carregados em série de hidrólise em água subcrítica para produção de precursores de biocombustíveis e bioprodutos	2021 / -

		Processo contínuo de esterificação em reator de fluxo pistonado e produto obtido do mesmo	2008 / 2022
		Reator tubular para fotocatalise heterogênea de compostos orgânicos	2007 / 2017
		Eletrodos de difusão gasosa modificados com catalisadores redox e processo e reator eletroquímico de síntese de peróxido de hidrogênio utilizando os mesmos	2006 / 2015
		Processo eletroquímico de oxidação de compostos orgânicos utilizando um reator composto de um anodo de diamante	2005 / 2014
		Reator eletroquímico para eletrogeração de peróxido de hidrogênio	2002 / 2015
		Reator eletroquímico utilizado no tratamento de efluentes aquosos contendo cianetos livres e/ou complexados com metais pesados.	2000 / 2009
		Reator eletroquímico utilizado no tratamento de efluentes aquosos contendo metais pesados	2000 / 2009
		Dispositivo pressurizado aquecido e seu uso como reômetro capilar e reator contínuo	2012 / 2021
		Reator de deposição química, processo de produção de um filme ultrapuro de carbono e filmes assim obtidos	2013 / 2021
		Componente tubo de quartzo para reator fotocatalítico, uso do componente, reator fotocatalítico, método de uso de reator fotocatalítico	2016 / -

Centro - oeste	Fundação Universidade de Brasília	Dispositivo para fechamento e vedação com geometria cônica para reatores químicos	2018 / -
		Eletrodo poroso granulado de carvão vegetal ativado, Reator eletroquímico provido de eletrodo poroso granulado de carvão vegetal ativado e Processo de recuperação de resíduos em efluentes via eletrólise	2004 / 2013
		Reator fotoquímico segmentado com lâmpadas distribuídas em colméia para reações sequenciais ou em única etapa	2004 / 2013
		Disposição construtiva aplicada a reator hidrotermal para processamento de materiais em água supercrítica, com kit para processamento de materiais em água supercrítica com controle e aquisição digital de pressão e temperatura e seu uso	2014 / -
		Reator de câmara única e processo para malteação de grãos em leito fluidizado	2018 / -
Sudeste	Universidade de São Paulo	Biorreator com sistema de agitação e aeração específico para cultivo de células aderentes e/ou sensíveis ao cisalhamento	2010 / 2018
		Biorreator de rotação anular para cultivo celular	2012 / 2020
		Processo para tratamento biológico de redução de sulfato utilizando reator anaeróbio operado em bateladas sequenciais e carvão mineral como meio suporte	2006 / 2016
		Reator óxido-anóxico para processo de nitrificação e desnitrificação simultânea de leito fixo com biofilme	2015 / 2021

		Processo de pré-tratamento de efluentes, reator de catálise homogênea, e sistema compreendendo o reator de catálise homogênea	2016 / 2022
		Reator anaeróbio de fluxo ascendente com biomassa termicamente estimulada	2018 / -
Nordeste	Universidade Federal de Alagoas	Produção de biohidrogênio a partir da nopalea cochenillifera (palma forrageira) em reatores anaeróbios descontínuos	2017 / -
		Produção de biohidrogênio a partir dos resíduos do açaí (sementes e ráquilas) em reatores anaeróbios em batelada	2017 / -
		Produção simultânea de bio-hidrogênio e bioetanol a partir de algas arribadas em reatores anaeróbios descontínuos	2019 / -
		Produção de bio-hidrogênio a partir das cascas da mandioca (manihot esculenta) em reatores anaeróbios descontínuos	2019 / -
		Produção de biocombustível a partir de cascas de banana em reator anaeróbio em batelada	2020 / -
Sul	Fundação Universidade de Caxias do Sul	Biorreator, processo de produção do biorreator, processo de produção e extração de enzimas em biorreator e uso do biorreator	2020 / -
		Sistema e processo de geração de microbolhas em biorreator	2020 / -
		Disposição construtiva introduzida em reator para cultivo fúngico em condições semi-sólida do tipo rotativo em chuveiro	2002 / 2018

		Reator rotativo para hidrólise de material lignocelulósico, processo de obtenção de açúcares fermentescíveis e uso dos mesmos	2015 / 2021
Sudeste	Fundação Universidade Federal de São Carlos	Sistema para monitoramento da radiação fotossinteticamente ativa (par) e um sistema de controle da radiação fotossinteticamente ativa (par) aplicado a cultivos em biorreatores	2021 / -
		Biorreator pneumático de circulação interna e uso do mesmo	2004 / 2014
		Dispositivo para uso sobre plataforma de biorreator de ondas	2019 / -
		Biorreator de escoamento em vórtices de taylor para cultivo celular	
		Reator eletroquímico para tratamento de efluentes com menor consumo de energia	2019 / -
Sul	Universidade Federal do Paraná	Bioprocesso para a produção de uma bebida fermentada a base de mel com propriedades probióticas	2014 / -
		Bioprocesso integrado para a produção, concentração e encapsulamento de aromas frutais por leveduras	2016 / -
		Bioprocesso de produção de biomassa de traustequitrídeo rica em ácido docosaheptaenóico utilizando resíduos agroindustriais e bioproducto composto de biomassa de traustequitrídeo	2020 / -
		Extração de elementos terras raras de solos por mineração assistida por campo elétrico utilizando reator eletrocinético	2018 / -

Nordeste	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Processo de hidrólise de pectina por pectinase imobilizada covalentemente em nanopartículas em um biorreator de agitação eletromagnética	2021 / -
		Processo contínuo de clarificação de sucos através de um reator de leito empacotado composto por pectinases imobilizadas em alginato	2016 / 2022
		Reator fotocatalítico aplicado ao tratamento de águas residuais do processo de tingimento de tecidos	2017 / -
		Reator bioquímico para utilização de enzimas imobilizadas em nanopartículas magnéticas agitadas por eletromagnetismo	2021 / -
Nordeste	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará	Método de biodegradação de corante têxtil por uso de reatores em batelada operados em série inoculados com fungos	2014 / -
		Aperfeiçoamento introduzido em reator para reciclagem de óleo comestível usado	2015 / -
		Reator fotocatalítico de múltiplas reações simultâneas	2021 / -
Nordeste	Universidade Federal da Paraíba	Reator adsorptivo acoplado a condensador e evaporador para chiller por adsorção compacto	2013 / -
		Reator híbrido para produção de carvão ativado e bio óleo para fornos de resistência elétrica ou de radiação de micro-ondas	2018 / -
		Reator cerâmico susceptor dielétrico de micro-ondas para processos de secagem e reativação ultrarrápidas de bauxita, de seus compostos, de outros minerais e de rejeitos de mineração	2020 / -

Sul	Fundação Universidade Regional de Blumenau / Laercio Ender / Vinicyus Rodolfo Wiggers / Henry França Meier / Antonio Andre Chivanga Barros	Processo para produção contínua de combustíveis biocombustíveis e produtos químicos a partir de matéria orgânica pastosa por craqueamento térmico/pirólise por reator de leito circulante de esferas	2008 / -
		Equipamento composto por reator contínuo de pirólise com leito circulante de esferas, sistema de alimentação e sistema de separação para produção de combustíveis, biocombustíveis e produtos químicos a partir de residuo de estamparia	2008 / -
Não Residente	The Robert Gordon University	Processo para produzir alcoóis, reator para produzir produtos benéficos a partir dos gases monóxido de carbono, membrana de catalisador porosa, uso da membrana de catalisador porosa, e, método para produzir um catalisador	2008 / -
Não Residente	University of The Witwatersrand, Johannesburg	Reator de produção de hidrocarbonetos em processo de fischer-tropsch a partir de syngas rico em co2 e respectivos processos de produção incluindo de eletricidade	2007 / -
Nordeste	Universidade Estadual da Paraíba / Alcalitech fabricação de aparelhos e equipamentos de medida e controle	Ferramenta analítica baseada em sistema embarcado para monitoramento online de produção de biogás em reatores anaeróbios	2020 / -
		Método baseado em medida eletrônica de pressão e temperatura para monitoramento da produção de biogás em reatores anaeróbios	2020 / -
Sul	Universidade Estadual do Oeste do Paraná	Biorreator/fermentador de pequena escala para produção de fermentado acético e/ou vinagre	2018 / -

		Biorreator de pequena escala para produção de hidrolisados proteicos de pescado	2020 / -
Sudeste	Universidade Federal de Minas Gerais	Reator UASB com sistema de eliminação de espuma em duplo estágio de coleta de biogás	2008 / 2020
		Reator para sínteses em condições supercríticas	2010 / 2018
Nordeste	Universidade Federal de Pernambuco	Reator fotocatalítico com tio2 suportado em filmes de poliestireno para tratamento de efluentes contendo corantes e respectivo sistema de tratamento de efluentes	2017 / -
		Reator fotocatalítico de poli (tereftalato de etileno) com suporte de malha de anéis de alumínio com tio2suportado e sistema para tratamento de solução aquosa de poluentes orgânicos e efluentes coloridos	2017 / -
Sudeste	Universidade Federal de São João Del Rei	Processo de remoção de corantes têxteis utilizando biomassa fúngica como leito fixo em um sistema de biorreator em batelada	2016 / 2022
		Reator uasb com separador trifásico	2015 / 2022
Nordeste	Universidade Federal de Sergipe	Modelo de um bioprocessos tecnológico, para geração de biogás a partir do bagaço de cana-de-açúcar	2010 / -
		Reator fotocatalítico com catalisador imobilizado em pérolas de vidro para tratamento de ar poluído com compostos orgânicos voláteis em ambientes internos	2019 / -
Sudeste	Universidade Federal de Viçosa	Reator para tratamento térmico de biomassa e uso deste	2016 / -

		Processo para remoção de corantes de efluentes industriais utilizando reator de leito fluidizado composto por nanopartículas bimetálicas de fe/ni suportadas em esferas de quitosana e uso	2019 / -
Sudeste	Universidade Federal do Rio de Janeiro - / GCT Global Ciência E Tecnologia Bio	Processo de preparação e composição de preparado enzimático para tratamento de efluentes domésticos e industriais com elevado teor de gorduras, proteínas e/ou carboidratos e processo para tratamento de efluentes domésticos e industriais com elevado teor de gorduras, proteínas e/ou carboidratos, bem como recuperação de reatores biológicos, caixas de gordura e fossas sépticas colmatados por esses materiais	2000 / 2010
		Composição, uso de uma composição, processos de tratamento de efluentes, de recuperação de um reator anaeróbio, de recuperação de um reator aeróbio, de remoção de gorduras de um equipamento de separação, de limpeza de fossas sépticas e de produção de uma composição	2011 / -
Nordeste	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Reator de cilindro rotativo para pirólise rápida de biomassa seca triturada	2010 / 2021
		Reator eletroquímico de dupla câmara interna e ânodo biativado para tratamento de efluentes	2020 / -
Sudeste	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense / MJ Serviços Ambientais e Construção SPE	Reator de oxidação incompleta de resíduos sólidos para produção de gases combustíveis	2021 / -

Sul	Universidade Federal do Rio Grande	Reator bioeletroquímico para remoção simultânea de carbono e nitrogênio	2013 / -
Não Residente	Danmarks Tekniske Universitet	Rotor para um reator de centrífuga de pirólise	2015 / -
Não Residente	Duke University	Microrganismos e. Coli geneticamente modificados para produzir xilitol a partir de xilose e bioprocessos de fermentação multiestágio para produzir xilitol	2021 / -
Não Residente	Eth Zurich	Processo para produção microbiana de produtos de fermentação a partir de biomassa em reator de biofilme e um reator de biofilme	2011 / 2019
Não Residente	Instituto Superior Tecnico	Processo de expansão ex vivo de células estaminais em biorreator	2013 / -
Sudeste	Faculdades Católicas, Associação sem fins lucrativos, mantenedora da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	Reator para síntese de nanopartículas e processo de produção de nanopartículas de dióxido de estanho	2013 / 2016
Norte	Fundação Universidade do Amazonas	Bioprocesso para produção de extrato proteolítico fibrinolítico, extrato proteolítico fibrinolítico e composição fibrinolítica de cogumelo comestível	2011 / -
Norte	Fundação Universidade do Amazonas / Universidade Federal Rural de Pernambuco	Extrato proteolítico fibrinolítico, bioprocesso de obtenção e composição fibrinolítica obtida de bactéria	2011 / -
Sul	Fundação Universidade do Sul de Santa Catarina	Aperfeiçoamento introduzido em reator de plasma descarga corona	2014 / 2020
Centro - oeste	Fundação Universidade Federal de Mato Grosso	Reator pirolítico móvel para produção de materiais carbonizados	2019 / -
Sudeste	Fundação Universidade Federal de São Carlos / Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo	Processo para a proteção de biocatalisadores enzimáticos insolúveis, biocatalisador obtido e biorreator com o biocatalisador imobilizado	2002 / 2015

Sudeste	Fundação Universidade Federal de São Carlos / Universidade de São Paulo	Reator fotoquímico inteligente	2011 / 2018
Norte	Fundação Universidade Federal do Tocantins	Reator térmico diferencial	2019 / -
Sudeste	Instituto Tecnológico de Aeronáutica / Universidade do Vale do Paraíba	Aparato para reator a plasma, processo de deposição de revestimento de filme de carbono pelo uso do referido aparato e correspondente filme obtido	2014 / 2019
Não Residente	Regents of The University of Minnesota	Reator de plasma e processo para alimentação de fluxo de compostos reagentes a um reator e descarga de plasma	2017 / 2022
Não Residente	The Board of Trustees of The University of Illinois	Biorreator para modular linfócitos e suprimir células t autorreativas, sistema para inibição de um distúrbio autoimune, e, método ativar células t reguladoras	2010 / 2021
Não Residente	The Regents of The University of California / University of Florida Research Foundation	Reator de fusão do tipo com confinamento magnético e método para formar núcleos atômicos em um reator de fusão	1996 / 2004
Não Residente	The Texas A&M University System	Sistema de pirólise e gaseificação para produzir um gás de síntese e bio- carvão a partir de uma carga de alimentação de biomassa e método para gaseificação e pirólise de uma carga de alimentação de biomassa em um reator	2011 / -
		Sistema de distribuição de ar para um reator, dispositivo de medição de fluxo adaptado para medir fluxo de biomassa e unidade de ciclone para remover carvão de um gás produzido a partir de uma carga de alimentação de biomassa	2011 / -
Não Residente	The University of Birmingham	Reator para oxidação de substrato	2013 / -

Não Residente	The University of North Carolina at Chapel Hill	Composições e métodos para tecidos de bioengenharia	2017 / -
Não Residente	Tsinghua University	Reator tipo airlift de circulação fechada	2006 / 2016
		Sistema e método de geração de vapor em um reator de alta temperatura refrigerado a gás	2010 / 2019
		Método de controle de reatividade e haste de controle telescópico para reator de alta temperatura resfriado a gás de leito de seixos	2014 / 2017
Não Residente	Universidad Católica Del Maule	Método de biorreator de imersão temporária	2013 / 2020
Não Residente	Universidad de Santiago de Chile	Aparelho para medir a fração volumétrica de gás de um fluido aerado em um reator	2016 / 2021
Não Residente	Universidade de Santiago de Compostela	Sistema integrado de reator anaeróbio metanogênico e biorreator de membranas para a eliminação de matéria orgânica e nitrogênio em águas residuais	2014 / -
Não Residente	Universidade do Minho	Reator anaeróbio para a remoção de ácidos graxos de cadeia longa de águas residuais contendo gordura	2005 / -
Sudeste	Universidade de São Paulo / Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo	Método para tratamento de águas contaminadas por gasolina utilizando biorreator	2006 / 2016
Sudeste	Universidade de São Paulo / Universidade Federal da Paraíba	Reator de hidrogênio através da reação química entre alumínio, água e hidróxido de sódio	2017 / -
Sudeste	Universidade do Estado do Rio De Janeiro	Biorreator vertical com imersão temporária	2007 / -
Nordeste	Universidade Estadual da Paraíba / Universidade Federal da Paraíba	Reator para monitorar produção de gases e vapores em processos físicos, químicos e biológicos	2019 / -

Sudeste	Universidade Estadual de Campinas / Hytron - Indústria, Comércio e Assessoria Tecnológica em Energia e Gases Industriais	Reator de reforma autotérmica de etanol	2005 / 2014
Sul	Universidade Estadual de Ponta Grossa	Biorreator de imersão temporária monitorado por software	2017 / -
Nordeste	Universidade Estadual de Santa Cruz	Biorreator e secador para processar pequenas amostras de cacau em escala laboratorial	2020 / -
Sul	Universidade Estadual do Centro-oeste	Processo de desenvolvimento de um reator contendo catalisador a base de nióbio e empregado para craqueamento termocatalítico de óleo vegetal	2013 / 2020
Nordeste	Universidade Estadual do Maranhão / Universidade Federal do Maranhão	Reator extrator de bioativos vegetais	2020 / -
Sul	Universidade Estadual do Oeste do Paraná / Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Reator modular para tratamento de efluentes gasosos por meio de fotocatalise heterogênea	2018 / -
Nordeste	Universidade Federal da Bahia	Método de eletroestimulação por corrente alternada aplicado a bioprocessos para o aumento e melhoria das características funcionais da produção de bioativos, etanol e/ou bebidas	2021 / -
Nordeste	Universidade Federal de Campina Grande	Reator eletroquímico tubular com membrana cerâmica para tratamento de águas	2020 / -
Sudeste	Universidade Federal de Minas Gerais / Companhia de Saneamento de Minas Gerais	Separador trifásico para reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo	2021 / -
Sudeste	Universidade Federal de Minas Gerais / Engenho Nove Engenharia Ambiental	Reator uasb modificado, método de aproveitamento energético e uso	2016 / -

Sudeste	Universidade Federal de Minas Gerais / Intercement Brasil / Petrobras	Reator para síntese contínua de nanotubos de carbono sobre materiais cimentícios	2017 / -
Nordeste	Universidade Federal de Pernambuco / Universidade Federal de Sergipe	Biorreator para determinação da produção de biogás e biometano em ambiente anaeróbico	2017 / -
Sul	Universidade Federal de Santa Catarina / Embraco Indústria de Compressores e Soluções em Refrigeração	Processo e reator de plasma para tratamento de peças metálicas	2008 / 2018
Sul	Universidade Federal de Santa Catarina	Processo e reator de plasma para tratamento termoquímico de superfície de peças metálicas	2014 / 2022
Sul	Universidade Federal de Santa Catarina / Embraco Indústria de Compressores e Soluções em Refrigeração	Instalação e processo para tratamento de peças metálicas por reator de plasma	2013 / 2019
Sul	Universidade Federal de Santa Maria	Reator de biomassa, processo de tratamento de biomassa e uso de um reator de biomassa Reator de biomassa, processo de tratamento de biomassa e uso de um reator de biomassa	2020 / -
Sul	Universidade Federal de Santa Maria / Tecnal indústria, comércio, importação e exportação de equipamentos para laboratório	Câmara de fotoperíodos e biorreator de bancada	2016 / 2022
Sudeste	Universidade Federal de São João Del Rei / Fundação de Amparo À Pesquisa do Estado de Minas Gerais	Probiótico com atividade antioxidante e antimicrobiana e bioprocessos para a sua obtenção	2019 / -
Sudeste	Universidade Federal de Uberlândia	Processo de branqueamento de pastas kraft usando peróxido de hidrogênio em meio básico e luz ultravioleta; reatores para branqueamento fotoquímico de pasta kraft	1996 / -

Nordeste	Universidade Federal do Ceará	Reator de pirólise solar para conversão de biomassas residuais em energia concentrada na forma sólida, líquida e gasosa	2014 / 2021
Sudeste	Universidade Federal do Espírito Santo	Reator de eletrofloculação, cilíndrico, com entrada de efluente tangencial e de operação contínua	2018 / -
Nordeste	Universidade Federal do Maranhão	Reator cilíndrico de vidro contendo dióxido de titânio para emprego em purificação de águas contaminadas com poluentes orgânicos e/ou microrganismos patogênicos: construção e uso	2015 / -
Norte	Universidade Federal do Pará	Reator e processo para obtenção de materiais carbonosos por corrente elétrica de curto-circuito	2006 / 2021
Nordeste	Universidade Federal do Piauí	Bioprocesso de caracterização, manejo, produção, conservação e multiplicação de ecótipos de galinhas naturalizadas (caipiras e/ou de capoeira)	2011 / -
Sudeste	Universidade Federal do Rio De Janeiro / The Board of Regents of The Nevada System of Higher Education, on Behalf of The University of Nevada, Las Vegas	Processo para produção contínua de magnetossomos através do cultivo de bactérias magnetotáticas em biorreator	2020 / -
Nordeste	Universidade Federal do Rio Grande do Norte / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Da Bahia	Reator fotocatalítico argênteo nanotitânico	2015 / -
Não Residente	Universite de Bordeaux / Centre National de la Recherche Scientifique / Institut D'optique théorique et appliquée	Sistema de cultura celular em biorreator	2019 / -

Não Residente	University College Dublin, National University of Ireland, Dublin	Reator de biofilme aerado por membrana compreendendo uma pluralidade de membranas de fibra oca	2015 / 2022
Não Residente	University of hawai'i	Processo e biorreator para produtos de fermentação de gás	2017 / -
Sul	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Sistema para tratamento de águas que incorpora um reator de geração de flocos com elevada formação de flocos, e, Processo para tratamento de águas e efluentes	2004 / 2013
		Processo de produção de nanotubos e/ou nanofibras de carbono a partir de matéria orgânica, dispositivo reator para a produção de nanotubos e/ou nanofibras de carbono, e, nanotubos e/ou nanofibras nanofibras de carbono obtidos	2012 / 2022
Sul	Universidade Tecnológica Federal Do Paraná - UTFPR / Universidade Estadual Do Centro-Oeste, UNICENTRO-PR	Processo de produção de reator eletroquímico utilizando eletrodos de aço inoxidável austenítico tipo abnt 254 para geração de gás hidrogênio utilizando ácido fórmico e glicerina	2014 / 2021
Sul	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Biorreator controlado por arduino para a compostagem de resíduos sólidos orgânicos	2017 / 2022
Não Residente	Consejo Superior e Investigaciones Científicas (CSIC) / Universidad Politécnica de Valencia	Método para obtenção de agentes tensoativos biodegradáveis a partir de celulose em um único	2011 / -
Não Residente	Institute Of Process Engineering, Chinese Academy Of Sciences	Reator de carbonização para materiais de hidrocarboneto com veículo de calor sólido e método de carbonização baseado no reator de carbonização	2013 / -

Não Residente	Centre National De La Recherche Scientifique / Institut National Polytechnique De Toulouse / Universite De Pau Et Des Pays De L'adour	Meio reativo, processo de separação de co2, processo de tratamento de gás natural e reator para a separação de co2	2014 / -
Sudeste	Cnpem-Centro Nacional De Pesquisa Em Energia E Materiais	Processo de produção de suporte inerte a partir de material lignocelulósico, imobilização de microorganismos em dito suporte em um biorreator de leito empacotado e seus usos	2013 / -
		Processo para conversão simultânea do bagaço de cana-de-açúcar utilizando reatores Uhtst	2013 / -
		Processo e Equipamento Para Conversão Simultanea De Biomassa Utilizando Reatores Uhtst	2013 / -
Não Residente	Commissariat A L'Energie Atomique	Reator eletroquímico comprtando um empilhamento de uma pluralidade de células de eletrólise elementares	2008 / -
		Reator eletroquímico, instalação de eletrólise e processo de eletrólise de um fluido pneumático	2008 / -
Não Residente	Commissariat À L'énergie Atomique Et Aux Énergies Alternatives	Processo de fabricação de um sistema de trocador de calor, de preferência do tipo trocador/reator	2009 / -
		Processo de tratamento termico de materiais em um reator	2010 / 2018
		Reator eletroquímico	2010 / 2021
		Processo de eletroquímica com rendimento melhorado e reator eletroquímico tal como um eletrolisador em alta temperatura (eat) associado	2011 / -
Não Residente	Consiglio Nazionale Delle Ricerche	Processo em um único reator para a produção de biodiesel e misturas de glicerol éter úteis como biocombustíveis	2014 / 2021

Não Residente	CSIR	Dispositivo de bioreator, e, método para cultivar células vivas	2001 / 2013
Não Residente	Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences	Reator de leito fluidizado turbulento, dispositivo e método para preparar propileno e hidrocarbonetos c4 a partir de compostos que contêm oxigênio	2016 / -
		Reator de leito fluidizado rápido, dispositivo e método para fabricar propeno ou hidrocarbonetos c4 utilizando um composto que contém oxigênio	2016 / 2022
Não Residente	Electric Power Research Institute	Síntese de resinas de sequestro para tratamento de água em reatores de água leve	2011 / -
Não Residente	IFP Energies Nouvelles	Método de produção de enzimas celulolíticas e/ou hemicelulolíticas por meio de um micro-organismo celulolítico em um biorreator agitado e aerado	2011 / 2019
		Processo de hidroconversão em leito fixo de um petróleo bruto, destilado ou não, com o auxílio de reatores permutáveis para a produção de um bruto sintético pré-refinado	2010 / -
		Grade externa modular para os reatores com camadas radiais	2011 / 2018
		Reator de tratamento ou de hidrotratamento com uma camada granular, assim como uma fase essencialmente líquida e uma fase essencialmente gasosa que atravessa essa camada	2009 / 2017
		Reator trocador e utilização do mesmo	2007 / 2016
		Prato filtrante para reator de leito fixo com co-corrente descendente de gás e de líquido	2006 / 2016

		Dispositivo de mistura e distribuição de gás na entrada de um reator catalítico de reforma a vapor de uma fração de hidrocarbonetos	2010 / -
		Processo de produção de álcoois e/ou de solventes, a partir de polpas de papel com reciclagem do vegetal não hidrolisado em um reator de regeneração	2010 / -
		Cestos amovíveis contendo partículas de filtração para reator com camada fixa	2011 / -
		Processo de refinação catalítica com reciclagem do efluente de redução a montante do primeiro reator e reciclagem do gás de reciclagem sobre os últimos reatores de série	2011 / 2019
		Reator trocador e processo de vapo-reformação	2012 / -
		Reator de leito radial multitubular	2015 / 2020
		Reator com escoamento radial da carga e com escoamento gravitante do catalisador e processo de reforma catalítica de uma mistura de tipo gasolina	2015 / 2021
		Reator de escoamento gravitante inclinado e processo de reforma catalítica de um corte de tipo gasolina	2016 / 2021
		Dispositivo de mistura e de distribuição de fluidos para um reator catalítico com escoamento descendente e reator catalítico com escoamento descendente	2016 / 2020
		Dispositivo de mistura e de distribuição de fluidos e reator catalítico com escoamento descendente	2016 / 2020

		Processo de valorização de produtos pesados em reator híbrido com captação de um catalisador disperso	2016 / -
		Processo de hidrogenação seletiva de cargas olefinicas com um único reator principal	2016 / 2021
		Dispositivo de mistura e de distribuição de fluidos para um reator catalítico de escoamento descendente e reator catalítico de escoamento descendente	2017 / -
		Cesto removível para reator catalítico, dispositivo para a filtração e distribuição de uma fase gasosa e de uma fase líquida, reator adequado para operar com um fluxo paralelo descendente de gás-líquido e processo	2018 / 2022
		Reator gás/líquido de oligomerização de zonas sucessivas de diâmetro variável	2020 / -
Não Residente	IFP Energies Nouvelles / Institut National De La Recherche Pour L'agriculture, L'alimentation Et L'environnement / Agro Industries Recherche Et Developpement	Processo de limpeza de um reator de tratamento de uma biomassa lignocelulósica	2019 / -
		Processo de limpeza de um reator de tratamento de uma biomassa lignocelulósica (aperfeiçoamento)	2019 / -
Não Residente	Institut Problem Khimicheskoi Fiziki Rossiiskoi Akademii Nauk (IPKHFRAN) / Kazan Open Joint Stock Company "Organichesky Sintez" (OJSC) "Kazanorgsintez" / Joint Stock Company "Incor Engineering"	Sistema catalítico para dimerização de etileno, processo de dimerização de etileno, instalação e unidade de reator de dimerização	2007 / -

Nordeste	Instituto de Tecnologia e Pesquisa / Universidade Tiradentes	Reator fotoeletroquímico com direção de fluxo helicoidal	2017 / -
		Reator anstbr automatizado para produção de biogás	2020 / -
Não Residente	Saint-Gobain Centre De Recherches Et D'etudes Europeen	Material sinterizado, reator, e, método para fabricar um material sinterizado	2009 / 2020

**Fonte:** autora (2025)

## APÊNDICE B - Patentes concedidas residentes

**Tabela 5** - Patentes concedidas residentes

<b>Palavra-chave</b>	<b>Título</b>	<b>Ano Depósito/ Concessão</b>	<b>Tempo de Concessão</b>
BIOPROCESSO	Bioprocesso de extração de silício do resíduo agroindustrial casca arroz com o extrator natural ácido cítrico, proveniente de resíduo da indústria citrícola, para o desenvolvimento de fertilizante orgânico silicatado	2012 / 2020	8
BIOPROCESSO	Bioprocesso de conversão simultânea de efluentes híbridos, bioprodutos e seus usos	2013 / 2021	8
BIOPROCESSO	Fotobiorreator híbrido industrial e bioprocesso realizado por meio do dito fotobiorreator	2014 / 2018	4
BIOREATOR	Processo de obtenção de frutooligossacarídeos em bioreator utilizando enzima frutossiltransferase	2007 / 2017	10
BIORREATOR	Método para tratamento de águas contaminadas por gasolina utilizando biorreator.	2006 / 2016	10
BIORREATOR	Processo de obtenção de etanol por <i>saccharomyces cerevisiae</i> imobilizada em crisotila em biorreator pneumático de circulação interna	2007 / 2016	9
BIORREATOR	Biorreator de escoamento em vórtices de taylor para cultivo celular	2008 / 2018	10
BIORREATOR	“Biorreator com sistema de agitação e aeração específico para cultivo de células aderentes e/ou sensíveis ao cisalhamento”	2010 / 2018	8
BIORREATOR	Biorreator de rotação anular para cultivo celular	2012 / 2020	8

BIORREATOR	Biorreator para cultivo in vitro de plantas	2013 / 2019	6
BIORREATOR	Processo de remoção de corantes têxteis utilizando biomassa fúngica como leito fixo em um sistema de biorreator em batelada	2016 / 2022	6
BIORREATOR	Câmara de fotoperíodos e biorreator de bancada	2016 / 2022	6
BIORREATOR	Biorreator controlado por arduino para a compostagem de resíduos sólidos orgânicos	2017 / 2022	5
BIORREATOR	Processo para a proteção de biocatalisadores enzimáticos insolúveis, biocatalisador obtido e biorreator com o biocatalisador imobilizado	2002 / 2015	13
REATORES	Técnica para otimização do rendimento elétrico de reatores eletroquímicos com eletrodos de diamante para tratamento de efluentes e águas residuárias	2005 / 2014	9
REATORES	Método de preparação e instalação de eletrodos de diamante em reatores eletroquímicos.	2005 / 2013	8
REATORES	Dispositivo e processo para distribuição de cargas mistas sobre leitos fixos de catalisador em reatores de fluxo descendente	2007 / 2016	9
REATORES	Bico distribuidor de carga bifásica para reatores de leito fixo	2007 / 2016	9
REATORES	Processo de drenagem, separação de óleo em água e alarme da existência de óleos isolantes residuários de transformadores, reatores e reguladores de tensão elétricos de potência instalados em subestações	2008 / 2019	11
REATORES	Sistema com redes sensoriais de imagem e	2009 / 2020	11

	som multi-espectrais para monitoramento operacional e inspeção de reatores de coqueamento retardado		
REATORES	Dispositivo de "quench" para reatores de hidrorrefino	2010 / 2018	8
REATORES	Processo de produção em escala de hidrogel de celulose bacteriana purificada obtida pela polimerização da glicose a partir de açúcares de fontes renováveis via biotecnologia por meio da propagação de bactérias produtoras de celulose particularmente <i>gluconoacetobacter hansenii</i> lmspe, em reatores para aplicação nas áreas de saúde, farmacotécnica e cosmiatria	2015 / 2020	5
REATORES	Arranjo estrutural de filtro biológico para reatores de metanização e reator para metanização de efluentes industriais	2016 / 2019	3
REATORES	Biomídia para tratamento de esgoto em reatores biológicos	2020 / 2021	1
REATOR	Modelo de reator para teste de pirólise de xisto	2009 / 2017	8
REATOR	Reator UASB com sistema de eliminação de espuma em duplo estágio de coleta de biogás	2008 / 2020	12
REATOR	Reator para tratamento de águas residuárias	2008 / 2017	9
REATOR	Processo contínuo de esterificação em reator de fluxo pistonado e produto obtido do mesmo	2008 / 2022	14
REATOR	Processo e reator de plasma para tratamento de peças metálicas	2008 / 2018	10
REATOR	Reator para produção contínua de carvão vegetal	2008 / 2016	8

REATOR	Reator tubular para fotocatalise heterogênea de compostos orgânicos	2007 / 2017	10
REATOR	Reator e sistema para hidroprocessamento assistido por microondas	2007 / 2016	9
REATOR	Processo para tratamento biológico de redução de sulfato utilizando reator anaeróbio operado em bateladas sequenciais e carvão mineral como meio suporte	2006 / 2016	10
REATOR	Reator e processo para obtenção de materiais carbonosos por corrente elétrica de curto-circuito	2006 / 2021	15
REATOR	Kit de peças para montagem de reator de bioconversão, reator de bioconversão, uso do kit de peças e uso de um reator de bioconversão	2006 / 2018	12
REATOR	Reator eletroquímico para o tratamento de água de lastro ou água salina e sistema de tratamento de água de lastro ou água salina que utiliza o reator eletroquímico	2006 / 2014	8
REATOR	Eletrodos de difusão gasosa modificados com catalisadores redox e processo e reator eletroquímico de síntese de peróxido de hidrogênio utilizando os mesmos	2006 / 2015	9
REATOR	Reator de reforma autotérmica de etanol	2005 / 2014	9
REATOR	Processo eletroquímico de oxidação de compostos orgânicos utilizando um reator composto de um anodo de diamante	2005 / 2014	9
REATOR	Sistema para tratamento de águas que incorpora um reator de geração de flocos com elevada	2004 / 2013	9

	formação de flocos, e, Processo para tratamento de águas e efluentes		
REATOR	Aparelho e processo para o craqueamento catalítico fluido em reator descendente.	2004 / 2013	9
REATOR	Reator fotoquímico segmentado com lâmpadas distribuídas em colméia para reações sequenciais ou em única etapa	2004 / 2013	9
REATOR	Reator eletroquímico para eletrogeração de peróxido de hidrogênio	2002 / 2015	13
REATOR	Disposição construtiva introduzida em reator para cultivo fúngico em condições semi-sólida do tipo rotativo em chuveiro	2002 / 2018	16
REATOR	Reator para sínteses em condições supercríticas	2010 / 2018	8
REATOR	Reator de cilindro rotativo para pirólise rápida de biomassa seca triturada	2010 / 2021	11
REATOR	Reator (I) para várias operações unitárias e processo reacional	2010 / 2018	8
REATOR	Reator cristalizador sedimentador e processo de fabricação de bicarbonato de sódio por meio da referida unidade	2011 / 2018	7
REATOR	Disposição introduzida em reator de eletrofloculação contínuo para tratamento de efluentes	2011 / 2018	7
REATOR	Carregador de partículas de catalisador para reator tubular vertical e método de carregamento	2011 / 2019	8
REATOR	Reator fotoquímico inteligente	2011 / 2018	7
REATOR	Reator de gaseificação de biomassa e suas aplicações	2012 / 2020	8
REATOR	Dispositivo pressurizado aquecido e seu uso como reômetro capilar e reator contínuo	2012 / 2021	9

REATOR	Processo de produção de nanotubos e/ou nanofibras de carbono a partir de matéria orgânica, dispositivo reator para a produção de nanotubos e/ou nanofibras de carbono, e, nanotubos e/ou nanofibras de carbono obtidos	2012 / 2022	10
REATOR	Reator de plasma de descarga por barreira dielétrica e processo de pré-tratamento e desconstrução da biomassa	2012 / 2015	3
REATOR	Reator pirolítico	2012 / 2021	9
REATOR	Reator para síntese de nanopartículas e processo de produção de nanopartículas de dióxido de estanho	2013 / 2016	3
REATOR	Instalação e processo para tratamento de peças metálicas por reator de plasma	2013 / 2019	6
REATOR	Processo de desenvolvimento de um reator contendo catalisador a base de nióbio e empregado para craqueamento termocatalítico de óleo vegetal	2013 / 2020	7
REATOR	Reator em regime fluidodinâmico combinado para o tratamento do petróleo e seus derivados	2013 / 2020	7
REATOR	Reator de deposição química, processo de produção de um filme ultrapuro de carbono e filmes assim obtidos	2013 / 2021	8
REATOR	Reator de pirólise solar para conversão de biomassas residuais em energia concentrada na forma sólida, líquida e gasosa	2014 / 2021	7

REATOR	Equipamento reator cilíndrico com mola extratora para processamento térmico de materiais orgânicos e inorgânicos e processos térmicos de tratamento de materiais orgânicos e inorgânicos mediante emprego de equipamento reator cilíndrico com mola extratora	2014 / 2021	7
REATOR	Aperfeiçoamento introduzido em reator de plasma descarga corona	2014 / 2020	6
REATOR	Processo de produção de reator eletroquímico utilizando eletrodos de aço inoxidável austenítico tipo abnt 254 para geração de gás hidrogênio utilizando ácido fórmico e glicerina	2014 / 2021	7
REATOR	Processo e reator de plasma para tratamento termoquímico de superfície de peças metálicas	2014 / 2022	8
REATOR	Aparato para reator a plasma, processo de deposição de revestimento de filme de carbono pelo uso do referido aparato e correspondente filme obtido	2014 / 2019	5
REATOR	Reator óxido-anóxico para processo de nitrificação e desnitrificação simultânea de leito fixo com biofilme	2015 / 2021	6
REATOR	Reator uasb com separador trifásico	2015 / 2022	7
REATOR	Configuração construtiva aplicada a reator eletrolítico para a produção de gás hidrogênio (hho)	2015 / 2021	6
REATOR	Reator rotativo para hidrólise de material lignocelulósico, processo de obtenção de açúcares	2015 / 2021	6

	fermentescíveis e uso dos mesmos		
REATOR	Disposição construtiva de reator biodigestor modular	2015 / 2021	6
REATOR	Dispositivo injetor de iniciador de polimerização em reator tubular, reator tubular para polimerização contínua de olefinas, e, processo de produção de polímeros e copolímeros de etileno	2015 / 2021	6
REATOR	Processo contínuo de clarificação de sucos através de um reator de leito empacotado composto por pectinases imobilizadas em alginato	2016 / 2022	6
REATOR	Processo de pré-tratamento de efluentes, reator de catálise homogênea, e sistema compreendendo o reator de catálise homogênea	2016 / 2022	6
REATOR	Reator uasb modificado, método de aproveitamento energético e uso	2016 / 2022	6
REATOR	Reator de hidrogênio através da reação química entre alumínio, água e hidróxido de sódio	2017 / 2023	6
REATOR	Método de reaproveitamento energético de gases de carbonização para produção contínua de carvão vegetal, sistema e reator para produção contínua de carvão vegetal para produção contínua de carvão vegetal	2017 / 2022	5
REATOR	Reator para destilação seca de madeira	2018 / 2022	4
REATOR	Método de estabilização de solo argiloso pela adição de escória de dessulfuração do ferro-gusa em reator kambara	2019 / 2022	3
REATOR	Sistema termoquímico para tratamento de	2019 / 2022	3

	resíduos e obtenção de combustíveis em reator de três estágios, câmara de alta turbulência e método		
REATOR	Processo de tratamento de esgoto em canal contínuo, linear e flexível, através de sistema de reator biológico aeróbio modificado, ou transformação de reator biológico anaeróbio já existente em reator biológico aeróbio modificado, acoplado com sistema flexível de flotação/decantação modificado	2020 / 2021	1
REATOR	Sistema de vedação autocompensador de dilatação térmica para um reator cilíndrico rotativo	2020 / 2022	2
REATOR	Reator de micro-ondas para aquecimento de produto de mineração e método de aquecimento de um produto de mineração	2020 / 2021	1
REATOR	Reator de floco-decantação por batelada com difusão centrífuga de fluxo e controle automatizado de admissão e descarga de água	2021 / 2022	1

Fonte: autora (2025)

## APÊNDICE C - Patentes concedidas não residentes

**Tabela 6** - Patentes concedidas não residentes

Palavra-chave	Título	Ano Depósito/ Concessão	Tempo de Concessão
BIORREATOR	Biorreator descartável.	2005 / 2016	11
BIORREATOR	Método para melhorar o fluxo em um biorreator de membrana	2005 / 2015	10

BIORREATOR	Método para capturar carbono por fermentação microbiana, e, sistema para aumentar a eficácia de processos para produzir produtos por fermentação microbiana de gás(gases) e para aumentar a captura geral de carbono em um processo para produzir produtos em um biorreator por fermentação microbiana.	2008 / 2016	8
BIORREATOR	Biorreator para modular linfócitos e suprimir células t autorreativas, sistema para inibição de um distúrbio autoimune, e, método ativar células t reguladoras	2010 / 2021	11
BIORREATOR	Método de produção de enzimas celulolíticas e/ou hemicelulolíticas por meio de um micro-organismo celulolítico em um biorreator agitado e aerado	2011 / 2019	8
BIORREATOR	Sistema e método para bioadaptação do enxofre em uma forma de dispersão estável para alimentação a um biorreator industrial	2012 / 2020	8
BIORREATOR	Módulo de biorreator eletroquímico e métodos para usar o mesmo	2013 / 2021	8
BIORREATOR	Aparelho e método para controlar a execução de uma tarefa de processo dentro de uma configuração de um sistema de controle de biorreator, e, meio de armazenamento acessível por máquina tangível	2013 / 2022	9
BIORREATOR	Método de biorreator de imersão temporária	2013 / 2020	7
BIORREATOR	Biorreator e uso do mesmo para criação de reações biológicas ou bioquímicas, produção de biomassas celulares ou cultura de microalgas	2014 / 2021	7
BIORREATOR	Biorreator de captura de fótons de escala supergrande para purificação de água e método de operação utilizando o mesmo	2015 / 2021	6

BIORREATOR	Módulo de tratamento de água, biorreator e método para tratamento de água	2015 / 2022	7
BIORREATOR	Biorreator	2015 / 2021	6
BIORREATOR	Biorreator e processo insaturado para geração de hidrogênio por fermentação de estado sólido, e uso de um suporte sólido	2015 / 2022	7
BIORREATOR	Composição de mistura de produto para tratamento de águas servidas em um biorreator de membrana, método de tratamento de águas servidas em um biorreator de membrana e uso de uma composição	2016 / 2022	6
REATORES	Método para acomodar uma redução na capacidade de produção de um ou mais reatores em um conjunto de reatores múltiplos, e, processo para a produção de produtos de hidrocarbonetos a partir de singás	2006 / 2016	10
REATORES	Sistema de parede para leitos catalíticos de reatores de síntese	2007 / 2017	10
REATORES	Processo para controlar a carga estática nos reatores de poliolefina	2007 / 2018	11
REATORES	Dispositivos misturadores radiais para reatores inclinados giratórios	2008 / 2018	10
REATORES	Sistema de paredes para leito catalítico de reatores químicos; reator para síntese heterogênea de um composto químico e processo para produção de uma parede de contenção de um leito catalítico para um reator químico contendo um sistema de paredes	2008 / 2017	9
REATORES	Processo para a polimerização de olefina com a utilização de múltiplos reatores de circuito fechado	2008 / 2019	11
REATORES	Processo para produzir um polietileno multimodal em pelo menos dois reatores de alça conectados em série	2008 / 2018	10
REATORES	Processo para produzir um polietileno multimodal em	2008 / 2018	10

	pelo menos dois reatores conectados em série.		
REATORES	Sistema de suporte para placas trocadoras de calor em reatores químicos isotérmicos	2008 / 2017	9
REATORES	Método para a fabricação de um elemento de refrigeração para reatores pirometalúrgicos e elemento de refrigeração para reatores pirometalúrgicos	2009 / 2021	12
REATORES	Reatores nucleares	2011 / 2020	9
REATORES	Grade externa modular para os reatores com camadas radiais	2011 / 2018	7
REATORES	Processo para a produção de polímeros na presença de um catalisador de polimerização em uma montagem de reatores	2012 / 2020	8
REATORES	Sistema De Produção De Poliolefina Com Múltiplos Reatores De Polimerização	2013 / 2020	7
REATORES	Produção De Polietileno Com Múltiplos Reatores De Polimerização	2013 / 2021	8
REATORES	Unidade de troca de calor de feixe tubular para interiores de trocadores de calor ou reatores; equipamento pressurizado e método para instalação de uma unidade de troca de calor tubular em interiores de trocadores de calor ou reatores	2014 / 2020	6
REATORES	Método para inocular leveduras para fermentação e sistema de fermentação para inocular leveduras entre dois ou mais reatores de fermentação	2015 / 2023	8
REATORES	Processos de polimerização de pasta aquosa de múltiplos reatores com etileno de alta pureza	2015 / 2021	6
REATOR	Processo para alimentar um catalisador em um reator para polimerização	2009 / 2018	9
REATOR	Processo de controle para controlar um reator de polimerização com leite fluidizado na produção de um polímero	2009 / 2020	11
REATOR	Processo para uso do calor reacional resultante do	2009 / 2017	8

	processo de produção de 1,2-dicloroetano a partir de etileno em um reator de leito fluidificado		
REATOR	Reator de tratamento ou de hidrotratamento com uma camada granular, assim como uma fase essencialmente líquida e uma fase essencialmente gasosa que atravessa essa camada	2009 / 2017	8
REATOR	Reator dotado de pás para a pirólise de hidrocarbonetos	2009 / 2020	11
REATOR	Material sinterizado, reator, e, método para fabricar um material sinterizado	2009 / 2020	11
REATOR	Processos para produzir um corpo modelado óxido do tipo anelar, e para oxidação parcial em fase gasosa catalisada heterogeneamente de pelo menos um composto orgânico em um leito catalítico fixo, corpo modelado óxido do tipo anelar, e, reator de feixe de tubos	2009 / 2020	11
REATOR	Um processo e um reator para oxidação de um hidrocarboneto	2009 / 2018	9
REATOR	Método de suporte e estrutura de suporte de reator	2009 / 2019	10
REATOR	Processos para aquecer uma corrente contendo polímero sendo transferida de um reator de polimerização para uma zona ou dispositivo de separação	2009 / 2018	9
REATOR	Método para atenuar pressão de deflagração produzida por combustão de gás combustível em uma região definida de um reator tubular	2009 / 2020	11
REATOR	Método para extrair um conteúdo do interior de um reator mantido em alta temperatura e alta pressão, e sistema de reação de síntese para composto de hidrocarboneto	2009 / 2018	9
REATOR	Processo para separação de um absorvedor de nêutrons de um agente refrigerante de reator de uma instalação nuclear	2009 / 2019	10

REATOR	Método para remover um produto particulado sólido de um reator de leito fluidizado	2009 / 2017	8
REATOR	Reator para a produção de metanol, e método de produzir metanol em um reator	2009 / 2021	12
REATOR	Método de preparar metanol, e, reator de metanol para uso no mesmo	2009 / 2022	13
REATOR	Tanque de reator, método para tratamento biológico de água de alimentação em um tanque de reator, e, uso de um reator	2009 / 2019	10
REATOR	Processo para polimerizar uma ou mais olefinas em um reator de leito fluidizado, e, uso de esferas de limpeza	2009 / 2019	10
REATOR	Dispositivo de distribuição de líquido-vapor, vasos de fluxo descendente convergente de corrente de duas fases, e, reator	2008 / 2018	10
REATOR	Reator de tanque agitado e método para realizar uma reação de polimerização utilizando o dito tipo de reator de tanque agitado	2008 / 2017	9
REATOR	Processo para resfriar o vapor efluente de um reator de desidrogenação do etilbenzeno.	2008 / 2017	9
REATOR	Processo para polimerizar ou oligomerizar um hidrocarboneto, e, reator de polimerização ou oligomerização de hidrocarboneto	2008 / 2017	9
REATOR	Prato filtrante de pré-distribuição com tubo vertedor para reator de leito fixo com cocorrente descendente de gás e de líquido	2008 / 2019	11
REATOR	Processo de tratamento de efluentes contendo nitrogênio sob a forma de amônio, empregando um reator biológico sequencial	2008 / 2019	11
REATOR	Reator em camada fixa com camadas finas para o tratamento químico de sólido catalítico finamente dividido	2008 / 2017	9

REATOR	Reator tubular, processo para efetuar reações catalíticas que envolvem trocas térmicas, e, uso do reator	2008 / 2017	9
REATOR	Método e aparelho para controle de temperatura em um vaso reator	2008 / 2020	12
REATOR	Reator de pirólise	2008 / 2017	9
REATOR	Processo de policondensação para produção de tereftalato de polietileno em fase de fusão, e, reator	2008 / 2018	10
REATOR	Processo, e, sistema de reator	2008 / 2022	14
REATOR	Processo para a preparação de tereftalato de polietileno, e, reator para uso no processo para a preparação de tereftalato de polietileno	2008 / 2017	9
REATOR	Processo, e, reator	2008 / 2019	11
REATOR	Processo de policondensação de uma composição de esterificação para formar PET, e , reator	2008 / 2018	10
REATOR	Processo para produção de poli(tereftalato de etileno) em fase fundida, e, reator	2008 / 2017	9
REATOR	Estrutura de duas partes ativas do reator	2008 / 2021	13
REATOR	Dispositivo de entrada de bobina de reator e reator com núcleo de ferro compreendendo tal dispositivo	2008 / 2020	12
REATOR	Processo para executar uma reação endotérmica, reator para executar o processo e seu uso	2008 / 2017	9
REATOR	Painel de reator para processos catalíticos	2008 / 2017	9
REATOR	Reator e processo para executar uma reação trifásica de uma fase líquida e de uma fase gasosa sobre um catalisador de leito fixo, e, uso do reator.	2008 / 2017	9
REATOR	Processos para carregar um reator com um leito de catalisador fixo, e para remover pelo menos parcialmente fragmentos que se formaram na preparação de corpos conformados de catalisador, e, uso do resíduo da peneira	2008 / 2020	12

REATOR	Processos para recarregamento dos tubos de reação de um reator de feixe de tubos com um novo leito de catalisador fixo, para oxidação em fase gasosa parcial catalisada heterogeneamente de um composto de partida orgânico, e para manutenção de uma oxidação em fase gasosa parcial catalisada heterogeneamente de um composto orgânico	2008 / 2019	11
REATOR	Processo e aparelho para introduzir um pó catalítico em um reator de polimerização	2008 / 2019	11
REATOR	Bocal de gás e reator com o mesmo	2008 / 2017	9
REATOR	Método para preparar aldeído não-saturado e/ou ácido graxo não-saturado usando reator de oxidação parcial catalítica de leito fixo	2008 / 2017	9
REATOR	Vaso reator de gaseificação	2008 / 2017	9
REATOR	Método para produzir uma poliolefina e sistema de reator de leito fluidizado	2008 / 2021	13
REATOR	Método para a polimerização de alfa-olefinas em um reator de leito fluidizado e reator de leite fluidizado	2008 / 2019	11
REATOR	Placa de distribuição de gás de polimerização de olefina com leito fluidizado, reator de polimerização de olefina com leito fluidizado, e, método para detectar a presença ou tamanho dos aglomerados ou folhas poliméricas caídas em um reator de polimerização de olefina com leito fluidizado	2007 / 2019	12
REATOR	Reator para a recuperação de carbono e hidrocarbonetos a partir de material de entrada orgânico através de pirólise e respectivo método de carga e descarga	2007 / 2017	10
REATOR	Reator e processo para preparação de cianeto de hidrogênio pelo processo de andrussow	2007 / 2017	10
REATOR	Reator eletroquímico, método para redução ou oxidação de	2007 / 2018	11

	um componente, método para produzir um leito de arrasto de reator e uso de reator		
REATOR	Método de geração de um composto oxigenado a partir de uma solução de alimentação aquosa, método de geração de propileno glicol, composição de matéria e sistema de reator para a produção de compostos oxigenados a partir de uma solução de alimentação aquosa que contém um poliol hidrossolúvel	2007 / 2016	9
REATOR	Reator catalítico compacto, e, planta para realizar uma reação de reforma a vapor de metano	2007 / 2016	9
REATOR	Reator e sistema de reatores e método para transferir energia térmica de pelo menos um reator para um segundo reator, assim como método de refrigerar um reator	2007 / 2016	9
REATOR	Misturador para reator de fluxo contínuo	2007 / 2018	11
REATOR	Reator catalítico	2007 / 2016	9
REATOR	Distribuidor anular, reator ou permutador de calor e método para produzir aldeído insaturado ou ácido insaturado a partir de olefina.	2007 / 2018	11
REATOR	Processo para preparar uma composição de ácido dicarboxílico, e, sistema de reator	2007 / 2017	10
REATOR	Estrutura defletora para melhorar a eficiência de transferência de calor de reator ou permutador de calor	2007 / 2019	12
REATOR	Sistema de integração de calor, processo para separar fluxo bifásico a partir de um reator, sistema de controle para controlar um sistema de integração de calor, e, uso do sistema de integração de calor, separador ou sistema de controle	2007 / 2016	9
REATOR	Processo para a purificação anaeróbica de águas residuais	2007 / 2018	11

	usando um sistema de leito de lama, reator de fluxo ascendente, e, separador trifásico		
REATOR	Bio-reator para a purificação de águas e Método para a purificação biológica de águas no bio-reator	2006 / 2016	10
REATOR	Ferramenta para o processamento de um ponto de avaria na área de vedação de um recipiente de pressão do reator	2006 / 2018	12
REATOR	Método para controlar um processo para produzir um polímero de olefina em pelo menos um reator	2006 / 2018	12
REATOR	Prato filtrante para reator de leito fixo com co-corrente descendente de gás e de líquido	2006 / 2016	10
REATOR	Método para preparação de um reator	2006 / 2018	12
REATOR	Reator de leito fluidizado para contato de uma corrente contendo hidrocarboneto gasoso, unidade e processo de dessulfurização	2006 / 2016	10
REATOR	Reator tipo airlift de circulação fechada	2006 / 2016	10
REATOR	Processo para fazer a transição dentro de um único reator de um primeiro produto de polietileno para um segundo produto de polietileno	2006 / 2023	17
REATOR	Processo para preparação de poliésteres reabsorvíveis por polimerização em massa e reator de polimerização	2006 / 2017	11
REATOR	Processo para preparação de polímeros, e reator cônico	2006 / 2016	10
REATOR	Processo para carregar um reator com partículas de catalisador, reator, processo para preparar ácido acrílico, e, uso de um reator	2006 / 2015	9
REATOR	Processo para a preparação de um copolímero do etileno em um reator tubular	2006 / 2017	11
REATOR	Processo para formar ésteres alquílicos de ácido graxo em um reator de conduto contendo fibras e processo	2005 / 2020	15

	para conduzir extrações químicas em um extrator de conduto contendo fibras		
REATOR	Método de transição de um primeiro catalisador para um segundo catalisador em um reator de polimerização de olefinas	2005 / 2016	11
REATOR	Processo para a produção de poliésteres e reator de disco anelar apropriado para tal	2005 / 2017	12
REATOR	Processo de oxidação em fase líquida, e, reator de coluna de bolhas	2005 / 2016	11
REATOR	Processo de oxidação em fase líquida, e, reator de coluna de bolhas	2005 / 2015	10
REATOR	Processo para oxidação em fase líquida, e reator de coluna de bolhas	2005 / 2015	10
REATOR	Método para operar um reator de polimerização, reator de polimerização de poliolefina e processo para fabricação de um produto compreendendo uma poliolefina	2005 / 2016	11
REATOR	Método de descarga de um polímero a partir de um reator de polimerização	2005 / 2014	9
REATOR	Processo para comburir combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos, e, reator de combustão de alta eficiência	2005 / 2017	12
REATOR	Reator tubular e instalação para a produção especialmente de sulfato de amônio e uréia	2005 / 2017	12
REATOR	Reator e método de pirólise	2004 / 2014	10
REATOR	Processo e reator de tratamento por floculação e separação de um fluido bruto a tratar carregado com impurezas em suspensão,coloidais ou dissolvidas	2004 / 2016	12
REATOR	Processos para produção de partículas de polímero sólidas e aparelho reator de circuito	2004 / 2015	11
REATOR	Processo e aparelho de reator para realizar a pirólise de material hidrocarbônico	2004 / 2015	11

REATOR	Processo para a polimerização de pelo menos um monômero olefínico, e, reator de circuito fechado para a polimerização de monômeros olefínicos	2004 / 2016	12
REATOR	Processo para a valorização de valores de metal em um resíduo portando zn, fe e pb e reator de fusão e gaseificação com câmara única para tratar resíduos portando zn.	2004 / 2013	9
REATOR	Processo para tratar uma poliolefina descarregada de um reator de polimerização de olefina	2004 / 2014	10
REATOR	Processos para realizar uma reação em uma primeira zona do reator tubular e para realizar uma reação em um reator tubular de esterificação	2004 / 2014	10
REATOR	Processos para realizar uma reação em um reator tubular para o preparo de um pré-poliéster, e para o preparo de um oligômero de poliéster, um poliéster ou ambos.	2004 / 2015	11
REATOR	Processo para controlar um processo exotérmico em fase gasosa contínuo em um reator	2004 / 2019	15
REATOR	Reator químico para reações catalíticas	2004 / 2013	9
REATOR	Processo contínuo para a polimerização de olefinas em um reator de leito fluidizado	2004 / 2014	10
REATOR	Reator catalítico do tipo placa	2003 / 2014	11
REATOR	Processo de polimerização, processo para a operação de um reator de polimerização de laço e processo para a partida de um reator de polimerização de laço	2003 / 2013	10
REATOR	Processo de polimerização em suspensão contínuo em um reator de ciclo tubular	2003 / 2019	16
REATOR	Processo e aparelho para a preparação e fornecimento de pasta de catalisador a um reator de polimerização	2003 / 2015	12
REATOR	Aparelho reator de laço e processos de polimerização com múltiplos pontos de	2003 / 2013	10

	alimentação para olefinas e catalisadores		
REATOR	Método de oxidação catalítica em fase vapor de uma substância a ser oxidada com um gás contendo oxigênio molecular por meio de um reator multi-tubular.	2003 / 2013	10
REATOR	Processo para a operação segura de uma oxidação parcial em fase gasosa heterogeneamente catalisada continuamente operada de pelo menos um composto orgânico em um reator de oxidação	2003 / 2013	10
REATOR	Reator de craqueamento catalítico de fluxo descendente e sua aplicação	2003 / 2013	10
REATOR	Reator para o tratamento de um meio viscoso ou a realização de reações químicas em meio viscoso e processo de fabricação de um reator.	2003 / 2013	10
REATOR	Reator multitubular, e, métodos de oxidação catalítica em fase vapor e para iniciar um reator tipo casco-tubo	2003 / 2016	13
REATOR	Processo para processamento térmico rápido de material carbonáceo e reator de transporte de leito circulante.	1998 / 2010	12
REATOR	Processo de preparação de homopolímeros ou copolímeros de etileno em um reator de alta pressão e aparelho para alimentação de misturas de iniciadores a um reator de alta pressão	2010 / 2019	9
REATOR	Método para reduzir a produção de um reator tubular de alta pressão e processo para preparação de homopolímeros ou copolímeros de etileno	2010 / 2019	9
REATOR	Sistema e método de geração de vapor em um reator de alta temperatura refrigerado a gás	2010 / 2019	9
REATOR	Reator de jato com orifício dinâmico e processo para a preparação de isocianatos usando o referido reator.	2010 / 2019	9

REATOR	Método e aparelho para a separação de líquido de um fluxo de alimentação de gás em um reator catalítico.	2010 / 2018	8
REATOR	Processo para a polimerização de um monômero de olefina e um ou mais co-monômeros opcionais em um reator de polimerização, sistema de alimentação de hidrogênio e reator de polimerização	2010 / 2020	10
REATOR	Reator de polimerização e método para a produção de polímeros superabsorventes	2010 / 2018	8
REATOR	Reator de precipitação de cristalização, sistema de tratamento de fluido e método para tratar um fluido	2010 / 2020	10
REATOR	Reator de deposição de vapor químico intensificado por plasma de placa paralela com acoplamento capacitivo	2010 / 2021	11
REATOR	Retentor de catalisador para inserção em um tubo de reator tubular, tubo de reator, reator e processo para realizar uma reação	2010 / 2018	8
REATOR	Reator, sistema e método voltado para a produção de partículas em um processo de precipitação	2010 / 2020	10
REATOR	Reator fotossintético adaptado para a cultura de microrganismos fotossintéticos, particularmente algas, invólucro de reação para o mesmo, método para cultura de microrganismos fotossintéticos, particularmente algas e método para a manufatura de um invólucro de reação	2010 / 2019	9
REATOR	Método para cozinhar cavacos finos em um reator digestor contínuo e aparelho para polpação dos cavacos de madeira finos	2010 / 2021	11
REATOR	Reator eletroquímico	2010 / 2021	11
REATOR	Reator de rápida mistura de alta velocidade e sua aplicação	2010 / 2018	8
REATOR	Método de operação de um reator de poliolefina e	2011 / 2020	9

	processo para fabricar um produto compreendendo uma poliolefina		
REATOR	Método para inativar um reator de polimerização de fase gasosa	2011 / 2020	9
REATOR	Processo para produção microbiana de produtos de fermentação a partir de biomassa em reator de biofilme e um reator de biofilme	2011 / 2019	8
REATOR	Equipamento de distribuição de material a granel em um reator metalúrgico	2011 / 2018	7
REATOR	Reator de negro de fumo e processo para a fabricação de negro de fumo	2011 / 2020	9
REATOR	Bocal para a distribuição uniforme de uma mistura de fluido de múltiplas fases e equipamento de distribuição de fluido para um reator	2011 / 2022	11
REATOR	Método e dispositivo para introduzir carbono em pó em um reator de gaseificação	2011 / 2018	7
REATOR	Processo de refinação catalítica com reciclagem do efluente de redução a montante do primeiro reator e reciclagem do gás de reciclagem sobre os últimos reatores de série	2011 / 2019	8
REATOR	Processo de operação de um sistema de reator de leito fluidizado	2011 / 2019	8
REATOR	Intertravamento e processo para produção de um polímero em um reator	2011 / 2020	9
REATOR	Método para lavar um reator	2011 / 2018	7
REATOR	Processo e aparelho para a geração de vapor d'água de processo e vapor d'água de alimentação de caldeira em um reator de reforma aquecido para a produção de gás de síntese	2011 / 2021	10
REATOR	Sistema e método para pelo menos parcialmente remover gás dissolvido a partir de água de recomposição para uso em um reator nuclear resfriado por água	2011 / 2020	9

REATOR	Reator de bombeamento circular para produção de ácido acético	2011 / 2019	8
REATOR	Método para a alimentação de um composto antiestático a um reator de polimerização, pasta catalítica, seu uso e processo para a polimerização de olefinas	2011 / 2020	9
REATOR	Método de operação de processo para converter cataliticamente um ou mais reagentes para formar um ou mais produtos usando reator de leito fluido contendo catalisador que se desativa ao longo do tempo	2011 / 2019	8
REATOR	Processo e dispositivo de controle de uma malha de realimentação de um sistema de acionamento de geometrias variáveis de um turbo-reator	2011 / 2021	10
REATOR	Sistema de reator nuclear	2011 / 2021	10
REATOR	"Método para craquear hidrocarboneto, reator para craquear hidrocarboneto e método"	2011 / 2019	8
REATOR	Processo de monitoramento da polimerização de etileno ou etileno e comonômeros em um reator tubular em altas pressões	2011 / 2020	9
REATOR	Reator de núcleo de ar e processo de manufatura de um reator de núcleo de ar	2011 / 2021	10
REATOR	Reator térmico	2012 / 2018	6
REATOR	Reator	2012 / 2019	7
REATOR	Método para aperfeiçoar a operação de reator de massa circulante e reator para realizar tal método	2012 / 2021	9
REATOR	Reator estrutural empilhável para realizar reações catalíticas	2012 / 2020	8
REATOR	Reator de tanque agitado contínuo e método de agregação de emulsão contínua para produzir partículas de toner	2012 / 2019	7
REATOR	Processo para preparar homopolímero ou copolímero de etileno na presença de iniciador de polimerização de radical livre e pelo menos um	2012 / 2020	8

	agente de transferência de cadeia em reator tubular, homopolímero ou copolímero de etileno obtenível por tal processo, seu uso e processo para revestimento por extrusão de substrato		
REATOR	Montagem flexível de reator para a polimerização de olefinas e processo para a produção de polímeros	2012 / 2019	7
REATOR	Método para interromper operação de um reator	2012 / 2019	7
REATOR	Método para partida de um reator de leito de massa semifluida do tipo coluna de bolhas e processo para produzir óleo hidrocarbonado	2012 / 2020	8
REATOR	Método de tratamento de um fluxo efluente do reator de polimerização	2012 / 2020	8
REATOR	Reator de amoximação para a produção de oxima de ciclohexanona	2012 / 2020	8
REATOR	Método e aparelho de controle de reator nuclear	2012 / 2020	8
REATOR	Reator com placas com injeção in situ e processo de reação química	2012 / 2019	7
REATOR	Método para a produção de um furano substituído em um reator multifásico.	2012 / 2019	7
REATOR	Reator de troca de calor	2012 / 2019	7
REATOR	Composição de polietileno de mistura de reator, processo para produzir uma composição de polietileno de mistura de reator, e película	2012 / 2020	8
REATOR	Processo de polimerização para preparar copolímero de polipropileno ou propileno contendo comonômeros C2 a C8 em um reator em fase gasosa	2012 / 2020	8
REATOR	Processo para descarregar partículas de poliolefina a partir de reator de polimerização em fase gasosa e processo para polimerizar olefinas	2012 / 2021	9
REATOR	Processo de pasta fluida para a polimerização de etileno em um sistema de reator e uso de	2012 / 2020	8

	propano como um diluente e uma concentração de sólidos		
REATOR	Processo para a impregnação de um reator de núcleo de ar ou uma parte de um reator de núcleo de ar, e, reator de núcleo de ar impregnado ou parte de um reator de núcleo de ar	2012 / 2021	9
REATOR	Reator de uréia, sua bandeja, e processo de produção de uréia	2012 / 2020	8
REATOR	Reator tubular	2012 / 2018	6
REATOR	Método de radar para detectar nível, reator de síntese de uréia e uso do sistema de radar	2012 / 2020	8
REATOR	Método de preparação de um polímero de poli-isobutileno em um reator loop de recirculação	2012 / 2021	9
REATOR	Reator nuclear com refrigerante de metal líquido	2012 / 2020	8
REATOR	Circuito primário de reator nuclear	2012 / 2021	9
REATOR	Sistema de reator biológico tendo um recipiente flexível de único uso e um módulo de troca de calor	2013 / 2020	7
REATOR	Reator catalítico de leito fixo contínuo e método de reação catalítica que usa o mesmo	2013 / 2020	7
REATOR	Processo para hidrólise de acetocianoidrina por meio de ácido sulfúrico como um precursor para preparação de metacrilato de metila em um reator com reciclo	2013 / 2020	7
REATOR	Sistema de reator pressurizado	2013 / 2022	9
REATOR	Reator de polimerização	2013 / 2021	8
REATOR	Método de inicialização de um reator de leito de lama de coluna de bolhas para produzir hidrocarbonetos através da reação de síntese de fischer-tropsch	2013 / 2019	6
REATOR	Reator estrutural empilhável	2013 / 2020	7
REATOR	Bandeja de carregamento de catalisador, método para carregar catalisador particulado em um reator catalítico, e, kit de partes	2013 / 2021	8
REATOR	Bandeja de carregamento, elemento de bandeja de carregamento, métodos para	2013 / 2021	8

	encher uma série de tubos verticais e um reator catalítico, e, kit de partes		
REATOR	Sistema de reator e processo para a acetilação de materiais lignocelulósicos e uso de um sistema de reator para conduzir um processo para a acetilação de materiais lignocelulósicos	2013 / 2021	8
REATOR	Método para o resfriamento de um reator de fase gasosa para a polimerização de olefinas	2013 / 2020	7
REATOR	Lança para a injeção de oxigênio e método para a injeção de oxigênio em um reator de gaseificação em leito fluidizado	2013 / 2020	7
REATOR	Método contínuo para a produção de anilinas orto-substituídas em um reator de fluxo	2013 / 2020	7
REATOR	Arranjo de reator e distribuição de alimentação	2013 / 2020	7
REATOR	Método para validar sinais de saída de detectores internos à cuba do reator nuclear	2013 / 2021	8
REATOR	Reator e método de fabricação de reator e conversor de potência	2013 / 2021	8
REATOR	Processo para preparar um polímero de etileno, e, reator de autoclave	2013 / 2021	8
REATOR	Uso de um dispositivo para transportar combustíveis para um reator de gaseificação	2013 / 2021	8
REATOR	Módulo de troca de calor para uso em um sistema de reator químico, farmacêutico ou biológico	2013 / 2020	7
REATOR	Método para operar um sistema de reator de polietileno	2013 / 2021	8
REATOR	Sistema de reator de poliolefina	2013 / 2021	8
REATOR	Processo para remover sulfeto de hidrogênio de um efluente líquido contendo sulfeto de uma água residual de tratamento de reator anaeróbico contendo pelo menos 100 mg/l de compostos de enxofre em base de enxofre	2013 / 2021	8

	elementar, processo para o tratamento de água residual contendo pelo menos 100 mg de compostos de enxofre em base de enxofre elementar e reator anaeróbico e unidade de remoção e limpeza de gás		
REATOR	Partes internas inferiores de um reator, dispositivo de distribuição de fluxo para um reator, e, reator	2014 / 2022	8
REATOR	Reator com injetor de jato de gás para pirólise rápida catalítica	2014 / 2021	7
REATOR	Polímero de mistura de reator	2014 / 2020	6
REATOR	Reator catalítico de múltiplos leitos com dispositivo de mistura e uso do mesmo	2014 / 2021	7
REATOR	Processo em um único reator para a produção de biodiesel e misturas de glicerol éter úteis como biocombustíveis	2014 / 2021	7
REATOR	Reator	2014 / 2020	6
REATOR	Reator combustor a vácuo de combustíveis mistos de triplo vórtice e método de queima eficiente de combustíveis mistos no referido reator	2014 / 2021	7
REATOR	Reator de forno, composição de negro de fumo e processo para obtenção de uma composição de negro de fumo	2014 / 2022	8
REATOR	Reator para reduzir o número de patogênicos em um líquido	2014 / 2020	6
REATOR	Sistema de reator subcrítico acionado por acelerador	2014 / 2021	7
REATOR	Método para passivação no próprio local da superfície de aço de um reator nuclear	2014 / 2021	7
REATOR	Método para garantir rápida subcriticidade do núcleo do reator sob condições de incerteza em relação às características físicas de nêutron respectivas	2014 / 2021	7
REATOR	Vaso de reator do tipo circuito airlift; conjunto de duas ou mais placas retangulares de vidro duplo e processo de produção de produtos de alga	2014 / 2021	7
REATOR	Sistemas de confinamento de plasma por campo magnético para reator de fusão compacto	2014 / 2022	8

REATOR	Sistema de reator de potência compacto de fusão através de confinamento de plasma por campo magnético	2014 / 2021	7
REATOR	Acionamento de uma haste de segurança e emergência de um reator nuclear	2014 / 2022	8
REATOR	Reator nuclear resfriado por metal líquido, sistema para monitorar a atividade termodinâmica de oxigênio em tais reatores e método para monitoramento de atividade termodinâmica de oxigênio	2014 / 2022	8
REATOR	Sistema de reator para a fermentação de um substrato gasoso, e, métodos para melhorar a transferência de massa de um substrato gasoso e para reduzir a espuma no espaço superior de um recipiente de fermentação	2014 / 2021	7
REATOR	Conjunto de placa de reator e bigorna de escova para o uso em conjunto com o mesmo	2014 / 2021	7
REATOR	Método de controle de reatividade e haste de controle telescópico para reator de alta temperatura resfriado a gás de leito de seixos	2014 / 2021	7
REATOR	Tanque de reator ciclônico	2014 / 2021	7
REATOR	Processos de remoção de sulfeto de uma solução aquosa compreendendo sulfeto, processo de purificação de um fluxo gasoso compreendendo compostos de enxofre, e reator adequado para um processo de remoção de sulfeto de uma solução aquosa compreendendo sulfeto	2014 / 2021	7
REATOR	Método de teste inteligente de um robô de teste não destrutivo em um recipiente de pressão de reator nuclear com base em tecnologia de realidade virtual	2014 / 2022	8
REATOR	Reator de torrefação e método para modificar um secador vibratório para fornecer um reator de torrefação de vibração	2014 / 2021	7

REATOR	Método de desligar um reator trifásico de coluna de lodo borbulhante em operação	2014 / 2020	6
REATOR	Método para passivação de contorno interno de superfícies em aço de reator nuclear	2014 / 2022	8
REATOR	Reator contínuo para realizar tratamento hidrotérmico de pasta fluida de biomassa celulósica em um estado supercrítico ou um estado subcrítico	2014 / 2022	8
REATOR	Método para processamento de um fluxo de produto de um reator de éter de dimetila por tecnologia de separação	2015 / 2022	7
REATOR	Método para o processamento, por tratamento de separação, de uma mistura de gás que é formada a partir de um fluxo de produto de um reator para sintetizar éter de dimetila a partir do gás de síntese	2015 / 2022	7
REATOR	Reator para a síntese de melamina a partir de ureia, usina para converter ureia em melamina e processo para a síntese de alta pressão de melamina de ureia	2015 / 2021	6
REATOR	Reator para um processo catalítico	2015 / 2020	5
REATOR	Trocador de calor, conjunto de reatores, método para controlar a temperatura de um reator, e, uso de um trocador de calor	2015 / 2020	5
REATOR	Reator de biofilme aerado por membrana compreendendo uma pluralidade de membranas de fibra oca	2015 / 2022	7
REATOR	Método para partida e operação de um reator de fischer-tropsch	2015 / 2021	6
REATOR	Método para a partida e a operação de um reator de fischer-tropsch	2015 / 2021	6
REATOR	Método de operação de um reator nuclear	2015 / 2022	7
REATOR	Método de extração de um bloco removível e um plugue durante recarga de reator nuclear	2015 / 2022	7

REATOR	Reator de leito radial multitubular	2015 / 2020	5
REATOR	Processo para operação de um reator de leito móvel simulado	2015 / 2022	7
REATOR	Instalação de carregamento de um reator metalúrgico, montagem de resfriamento para a instalação e painel de resfriamento para a montagem de resfriamento	2015 / 2021	6
REATOR	Conjunto de caixa de engrenagens para uma instalação de carregamento de reator metalúrgico	2015 / 2021	6
REATOR	Montagem de proteção contra calor para uma instalação de carregamento de um reator metalúrgico	2015 / 2022	7
REATOR	Método e sistema para controlar a concentração de oxigênio no refrigerante de uma planta de reator	2015 / 2022	7
REATOR	Reator catalítico, e, instalação para realizar síntese de fischer-tropsch	2015 / 2020	5
REATOR	Método para produção de acrilamida em um reator de tanque contínuo	2015 / 2021	6
REATOR	Sistema e método para colheita de alvos de irradiação ativados a partir de reator nuclear e sistema de geração de radionuclídeo	2015 / 2022	7
REATOR	Método de operar um sistema de reator de poliolefina	2015 / 2021	6
REATOR	Processo para a conversão catalítica de uma matéria-prima contendo sacarídeos em um reator	2015 / 2022	7
REATOR	Transportador de catalisador para a inserção em um tubo reator de um reator tubular, tubo reator, reator, e, processo para realizar uma reação em que os reagentes entram em um transportador de catalisador	2015 / 2020	5
REATOR	Reator de eletrocoagulação	2015 / 2021	6
REATOR	Processo para remoção de água in situ de uma reação de esterificação oxidativa usando um sistema de reator-destilação acoplado	2015 / 2022	7

REATOR	Reator para hidrólise enzimática de um material.	2015 / 2022	7
REATOR	Reator de leito fluidizado, aparelho de regeneração da reação, processo para preparação de olefinas e processo para preparação de hidrocarbonetos aromáticos	2015 / 2022	7
REATOR	Reator com escoamento radial da carga e com escoamento gravitante do catalisador e processo de reforma catalítica de uma mistura de tipo gasolina	2015 / 2021	6
REATOR	Sistema de confinamento e resfriamento de material fundido de núcleo de reator nuclear moderado por água e resfriado a água	2015 / 2022	7
REATOR	Sistema de confinamento e resfriamento de material fundido nuclear de reator nuclear moderado por água e resfriado a água	2015 / 2022	7
REATOR	Sistema de confinamento e resfriamento de material fundido de núcleo de reator nuclear moderado por água e resfriado a água	2015 / 2022	7
REATOR	Sistema para remoção passiva de calor do reator de água pressurizada através do gerador de vapor	2015 / 2022	7
REATOR	Reator químico catalítico com separação de partículas e separador de partículas	2015 / 2022	7
REATOR	Reator químico catalítico de separação de partícula e separador de partícula	2015 / 2020	5
REATOR	Processo para produção de glicose de uma matéria-prima celulósica, sistema para hidrolisar uma matéria-prima celulósica e reator de hidrólise	2015 / 2022	7
REATOR	Reator de escoamento gravitante inclinado e processo de reforma catalítica de um corte de tipo gasolina	2016 / 2021	5
REATOR	Reator, sistema de reator, e, processo para realizar uma reação limitada pelo equilíbrio	2016 / 2020	4
REATOR	Dispositivo de mistura e de distribuição de fluidos para um reator catalítico com	2016 / 2020	4

	escoamento descendente e reator catalítico com escoamento descendente		
REATOR	Dispositivo de mistura e de distribuição de fluidos e reator catalítico com escoamento descendente	2016 / 2020	4
REATOR	Métodos de aquecimento de uma alimentação de reator em um processo de desidrogenação de hidrocarboneto de multirreator, e sistemas para aquecer uma alimentação de reator em um processo de desidrogenação de hidrocarboneto multirreator	2016 / 2021	5
REATOR	Método para a transição de um reator de polimerização em fase gasosa	2016 / 2021	5
REATOR	Queimadores para reator de redução que permite a ocorrência separada de reação de oxidação e reação de redução e sistema de reciclagem de gás de síntese utilizando o mesmo	2016 / 2021	5
REATOR	Processo para polimerização em um reator em fase gasosa	2016 / 2021	5
REATOR	Processo para operar um sistema de reator de polimerização, sistema de reator de polimerização e método para medir uma propriedade de um líquido em um recipiente contendo uma mistura líquido-sólido	2016 / 2022	6
REATOR	Processo de polimerização de olefinas, reator para polimerização de olefinas em fase gasosa que tem um corpo vertical e uso do reator	2016 / 2016	0
REATOR	Processo para esvaziar um reator	2016 / 2021	5
REATOR	Dispositivo e disposição para o tratamento metalúrgico de sucata de ou componentes elétricos e/ou eletrônicos, uso dos mesmos e processo para o tratamento metalúrgico de sucata de ou componentes elétricos e/ou eletrônicos com um reator de fusão	2016 / 2022	6

REATOR	Métodos para monitorar um componente sólido de um sistema de catalisador de polimerização em uma corrente de alimentação de reator usando um turbidímetro	2016 / 2021	5
REATOR	Método para partida de um reator de coluna com bolhas de lama	2016 / 2022	6
REATOR	Suporte para montar uma bobina de um reator de núcleo de ar e reator de núcleo de ar	2016 / 2022	6
REATOR	Aparelho para medir a fração volumétrica de gás de um fluido aerado em um reator	2016 / 2022	6
REATOR	Reator de leito fluidizado rápido, dispositivo e método para fabricar propeno ou hidrocarbonetos c4 utilizando um composto que contém oxigênio	2016 / 2022	6
REATOR	Reator em derivação saturável continuamente variável	2016 / 2022	6
REATOR	Processo para a hidrogenação ou hidrogenólise de um oxigenato em um reator	2016 / 2021	5
REATOR	Processo de hidrogenação seletiva de cargas olefínicas com um único reator principal	2016 / 2021	5
REATOR	Reator catalítico de metanação de dióxido de carbono que compreende dispositivo de resfriamento	2016 / 2021	5
REATOR	Processo para retirar poliolefinas de um reator de polimerização em solução	2016 / 2022	6
REATOR	Processo para conversão de biomassa em ácido levulínico e furfural em um reator	2016 / 2021	5
REATOR	Reator de plasma e processo para alimentação de fluxo de compostos reagentes a um reator e descarga de plasma	2017 / 2022	5
REATOR	Reator para a produção de gás de síntese	2017 / 2022	5
REATOR	Aparelho reator e processo para produzir um produto de gás de petróleo	2017 / 2022	5
REATOR	Reator nuclear de combustível fundido	2017 / 2023	6
REATOR	Reator nuclear para geração de força a partir de uma reação nuclear, e sal de	2017 / 2022	5

	combustível de urânio fissionável		
REATOR	Processo para reagir uma corrente de catalisador regenerado que contém oxigênio antes do uso em um reator de leito fluidizado	2017 / 2022	5
REATOR	Processo de polimerização de alta pressão de monômeros etilenicamente insaturados realizado em um reator de polimerização instalado dentro de um recinto de proteção	2017 / 2022	5
REATOR	Arranjo de centro expansível para um reator, reator,e, método para instalar um arranjo de centro expansível em um reator	2017 / 2022	5
REATOR	Componente de sistema e sistema de reator catalítico de fluido	2017 / 2022	5
REATOR	Reator químico catalítico compreendendo uma bandeja flutuante	2017 / 2022	5
REATOR	Reator anaeróbico	2017 / 2023	6
REATOR	Aparelho que é parte de uma unidade de processamento de combustível reutilizável e aparelho que é parte de uma unidade de processamento de combustível reutilizável de um reator principal	2017 / 2021	4
REATOR	Processo de polimerização a alta pressão para formar um polímero à base de etileno, sistema de hipercompressor e sistema de reator	2017 / 2022	5
REATOR	Processo para a preparação de glicóis a partir de um estoque de alimentação contendo sacarídeo em um sistema de reator	2017 / 2023	6
REATOR	Método de polimerização de uma olefina usando um catalisador ziegler-natta e um catalisador molecular não suportado em um mesmo reator ao mesmo tempo e método de polimerização	2017 / 2023	6
REATOR	Reator catalítico fluido e método para escalonar um reator catalítico fluido	2017 / 2022	5

REATOR	Método para ampliar a escala de um reator catalítico de fluido	2017 / 2022	5
REATOR	Reator catalítico de múltiplos leitos compreendendo um dispositivo de mistura	2017 / 2022	5
REATOR	Processo de polimerização de olefina em um reator de fase gasosa que compreende uma unidade de tubo ascendente e um tubo descendente	2017 / 2022	5
REATOR	Processo de polimerização de olefina em um reator de fase gasosa que tem três ou mais zonas de polimerização	2017 / 2023	6
REATOR	Método para prover um fluido a um reator de polimerização de fase gasosa, reator de polimerização de fase gasosa de leito fluidizado e processo para a preparação de poliolefinas	2017 / 2022	5
REATOR	Processo para inicialização de um reator de circulação de múltiplas zonas	2017 / 2022	5
REATOR	Reator de decomposição para um sistema de escape	2018 / 2022	4
REATOR	Cesto removível para reator catalítico, dispositivo para a filtração e distribuição de uma fase gasosa e de uma fase líquida, reator adequado para operar com um fluxo paralelo descendente de gás-líquido e processo	2018 / 2022	4
REATOR	Dispositivo para a geração de uma descarga auxiliar filamentada para um dispositivo para a geração de irradiação de raios-x e irradiação de partículas, bem como para um reator de fusão com o dispositivo para a geração de irradiação de raios-x e irradiação de partículas e método para a geração de irradiação de raios-x e irradiação de partículas	2019 / 2023	4
REATOR	Reator de água pressurizada e método de operação de um reator de água pressurizada	2019 / 2023	4
REATOR	Injeção de biomassa em reator de pirólise catalítica de leito fluido	2019 / 2023	4

REATOR	Método de produção de ácido láctico em um reator em batelada de sequenciamento e aparelho para realizar o dito método	2020 / 2022	2
--------	---	-------------	---

**Fonte:** autora (2025)