



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM SISTEMAS
AGROINDUSTRIAIS**

ALEXSON VIEIRA PORDEUS

**ESTUDO PROSPECTIVO SOBRE O USO DA TÉCNICA DE FITORREMEDIAÇÃO
PARA RECUPERAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS**

**POMBAL – PB
2022**

ALEXSON VIEIRA PORDEUS

**ESTUDO PROSPECTIVO SOBRE O USO DA TÉCNICA DE FITORREMEDIAÇÃO
PARA RECUPERAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR (A): Profa. Dra. Jussara Silva Dantas

COORIENTADOR: Prof. Dr. Patrício Borges Maracajá

P835e

Pordeus, Alexson Vieira.

Estudo prospectivo sobre o uso da técnica de fitorremediação para recuperação de solos contaminados / Alexson Vieira Pordeus. – Pombal, 2022.

32 f.: il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.

"Orientação: Profª. Drª. Jussara Silva Dantas; Coorientação: Prof. Dr. Patrício Borges Maracajá".

Referências.

1. Meio Ambiente e Sociedade. 2. Recursos Naturais. 3. Problemas Socioambientais. 4. Remediação. 5. Processo Tecnológico. I. Dantas, Jussara Silva. II. Maracajá, Patrício Borges. III. Título.

CDU 502.1(043)

ALEXSON VIEIRA PORDEUS

**ESTUDO PROSPECTIVO SOBRE O USO DA TÉCNICA DE FITORREMEDIAÇÃO
PARA RECUPERAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Pombal-PB, 29 de dezembro de 2021
Aprovado em 29 de dezembro de 2021

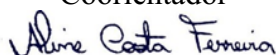
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Jussara Silva Dantas
CCTA/UFCG
Orientadora



Prof. Dr. Patrício Borges Maracajá
CCTA/UFCG
Coorientador



Profa. Dra. Aline Costa Ferreira
CCTA/UFCG
Examinador Interno



Prof. Dr. George do Nascimento Ribeiro
CDSA/UFCG
Examinador Externo

A Deus, aos meus pais Luiz Carlos e Euricelia,
demais familiares e amigos.
Dedico...

AGRADECIMENTOS

A Deus Pai, Filho e Espírito Santo pelas bênçãos concedidas durante toda a minha caminhada acadêmica.

À poderosa intercessão da bem-aventurada, minha Mãe Maria Santíssima.

À Universidade Federal de Campina Grande, em especial ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar pela oportunidade de formação profissional.

Ao Programa de Pós-graduação Stricto Senso em Sistemas Agroindustriais.

A professora Dra. Jussara Silva Dantas e ao professor Dr. Patrício Borges Maracajá, pela valiosa orientação, colaboração, confiança e amizade durante estes anos de formação.

A todos os professores do programa.

À professora Dra. Aline Costa Ferreira e o professor Dr. George do Nascimento Ribeiro pelas relevantes contribuições.

Aos meus pais Luiz Carlos e Euricelia pelo amor, confiança e encorajamento durante o árduo percurso acadêmico.

Aos meus demais familiares pelo apoio e incentivo.

Aos meus colegas de curso pelas partilhas de experiências.

Aos meus amigos pelo companheirismo, incentivo, risadas e pelos encontros fraternos.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

“A fina camada de solo que forma a remendada cobertura que existe por cima dos continentes controla a nossa existência, bem como a existência de todo outro ser animal à superfície do Globo. Sem solo, as plantas terrestres, como nós a conhecemos, não poderiam medrar e crescer; e, sem plantas, nenhum animal conseguiria sobreviver”.

Rachel Carson

RESUMO

Os solos são caracterizados como uma coleção de componentes que ocupa a maior parte da crosta continental. Estes recursos naturais assumem relevância ecossistêmica, estando presente na reciclagem e fornecimento de nutrientes para os organismos. Além disso, os solos compõem a base de projetos de construções e de produções na sociedade, estando em ligação direta com as atividades humanas de extração, exploração e implantação. Com a ascensão da revolução industrial e revolução verde, a contaminação dos solos foi intensificada, ocasionando problemas socioambientais. Diante disto, a biorremediação emerge como uma biotecnologia capaz de remediar tais efeitos, destacando-se a fitorremediação, com o uso de plantas. Tal cenário aponta para a necessidade de realização de estudos que identifiquem e analisem o desenvolvimento dos processos tecnológicos nesta área. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento tecnológico dos processos de fitorremediação de solos contaminados por metais pesados. Para a realização dessa avaliação, realizou-se buscas nos principais bancos de patentes, utilizando como ferramenta de monitoramento a plataforma Questel Orbit®. Os resultados obtidos permitiram avaliar o desenvolvimento tecnológico dos processos de fitorremediação de solos contaminados por metais pesados.

Palavras-chave: Recursos naturais. Problemas socioambientais. Remediação. Processo tecnológico.

ABSTRACT

The soils are characterized as a component collection that occupy most of the continental crust. These natural resources assume ecosystem relevance, being present in the recycling and nutrients supply to organisms. Besides that, soils form the basis construction projects and society productions, being in direct connection with human activities of extraction, exploitation and implantation. With the rise of the industrial revolution and the green revolution, soil contamination was intensified, causing socio-environmental problems. In front of this, the bioremediation emerges as a biotechnology capable of remedying such effects, highlighting phytoremediation, with the use of plants. This scenario points to the need for studies to identify and analyze the development of technological processes in the area. Then, the present study aimed to evaluate the technological development from phytoremediation processes in soils contaminated by heavy metals. To conduct this evaluation, searches were performed in the main patent databases, using the Questel Orbit® platform as a monitoring tool. The results obtained made it possible to evaluate the technological development from phytoremediation processes in soils contaminated by heavy metals.

Keywords: Natural resources. Socio-environmental problems. remediation. Technological process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Análise do número das carteiras dos requerentes.....	20
Figura 2 – Ilustração do número de patentes nacionais ativas.....	21
Figura 3 – Tendência de investimento/ano.....	21
Figura 4 – Status legal das patentes estudadas.....	22
Figura 5 – Principais requerentes de acordo com seu status legal.....	22
Figura 6 – Diversidade do portfólio de patentes.....	23
Figura 7 – Número de patentes ativas protegidas.....	24
Figura 8 – Evolução das aplicações ao longo do tempo.....	24
Figura 9 – Evolução das aplicações ao longo do tempo.....	25
Figura 10 – Número de patentes ativas nacionalmente.....	26
Figura 11 – Evolução das aplicações ao longo do tempo.....	26
Figura 12 – Inventores no maior número de patentes.....	27
Figura 13 – Distribuição dos principais conceitos.....	28
Figura 14 – Principais patentários.....	28
Figura 15 – Posicionamento dos patentários.....	29
Figura 16 – Citações entre os candidatos.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Geral.....	13
2.2 Específicos.....	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 A contaminação dos solos por metais pesados.....	14
3.2 O uso da fitorremediação para recuperação dos solos contaminados.....	15
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	18
4.1 Busca em base de patentes.....	18
4.2 Seleção de Palavras-chave e Códigos.....	18
4.3 Níveis analisados.....	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

Os solos são classificados como um conjunto de corpos naturais, cujos constituintes são partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicas, minerais e orgânicas. Essa coleção de componentes que ocupa a maior parte do manto continental do planeta terra, são visualizadas, superficialmente, em seções aproximadamente paralelas, organizadas em camadas e/ou horizontes que podem ser diferenciadas ao longo do tempo através da adição, perda, translocação e transformação de energia e matéria. Tal diferenciação ocorre sob efeitos do clima, de organismos e relevo (SANTOS *et al.*, 2018).

No ambiente, os solos desempenham cinco funções básicas. São responsáveis pela sustentação e fornecimento de água e nutrientes para as plantas, determinando o tipo de vegetação que neles se desenvolvem, sua produtividade, bem como a quantidade e tipo de espécies que podem ser sustentadas pela mesma; determinam o destino, perda, utilização, contaminação e purificação da água; desempenham importante atividade na reciclagem de nutrientes; apresentam funções de hábitat para muitos organismos; possuem importância socioeconômica para a humanidade, através do fornecimento de alicerces e materiais de construções (COELHO, 2013).

Com o advento da revolução industrial e do início descontrolado da produção e consumo, impulsionou-se um trágico cenário entre as interações da sociedade humana e da natureza. Dentre as evidências extremas, causadas pelas intervenções antrópicas desequilibradas, aponta-se a contaminação dos solos por substâncias químicas (VALENTIM, 2021), provenientes do aumento das atividades industriais e minerais, bem como do descontrole na utilização de fertilizantes e pesticidas (ESTRELA; CHAVES; SILVA, 2018). Tal contaminação associa-se à existência de um local contaminado por um contaminante, apresentando potenciais formas de atingir a saúde humana e o ambiente (PINHEIRO, 2019).

Diante deste cenário, a biorremediação emerge como um importante processo biotecnológico cuja finalidade é eliminar ou reduzir a contaminação e poluição de ambientes atingidos por componentes provenientes, principalmente, de atividades industriais (LACERDA; LAVONI; AMARAL, 2019).

Dentre as técnicas de biorremediação, a fitorremediação destaca-se como uma das principais metodologias para a remediação de solos contaminados. Ao utilizar plantas para remover ou imobilizar contaminantes orgânicos e inorgânicos dos ecossistemas, a fitorremediação apresenta vantagens quando comparada a outras técnicas de biorremediação.

Esse fato deve-se a capacidade destes organismos de se adaptarem a diversos ambientes, bem como de interagirem simbioticamente com outros organismos (SILVA *et al.*, 2019).

Nesse contexto, torna-se relevante o desenvolvimento de estudos que identifiquem o grau de desenvolvimento dos processos tecnológicos de fitorremediação de solos contaminados, através da busca em base de dados e patentes e do mapeamento sistemático, a prospecção.

Assim, o estudo desenvolvido teve como objetivo avaliar o desenvolvimento tecnológico dos processos de fitorremediação de solos contaminados por metais pesados, com o intuito de conhecer quais as inovações tecnológicas vêm sendo desenvolvidas sobre a temática.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o desenvolvimento tecnológico dos processos de fitorremediação de solos contaminados por metais pesados, com o intuito de conhecer quais as inovações tecnológicas vêm sendo desenvolvidas sobre a temática.

2.2 Específicos

- Identificar o uso de tecnologias relacionadas à fitorremediação;
- Apresentar os números de patentes disponíveis nos bancos de dados especializados;
- Identificar as patentes mais relevantes;
- Verificar as tendências tecnológicas e os líderes tecnológicos;
- Levantar as estratégias de patentes dos principais proprietários.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A contaminação dos solos por metais pesados

Os impactos causados à natureza devido a desenfreada exploração dos recursos naturais, como também pelo inadequado descarte de resíduos, têm afetado a capacidade do meio ambiente de se adaptar as condições a si impostas, chamando atenção para os possíveis problema ambientais causados especialmente após o aumento da urbanização e do desenvolvimento industrial (AMARAL, 2012).

Os resíduos oriundos da ação humana geram poluentes que em sua maioria são depositados no solo. Mesmo com a capacidade de filtrar e depurar parte desses poluentes, o solo acaba sendo contaminado, pois o excedente a sua capacidade acaba por alterar a sua qualidade afetando o ecossistema e, conseqüentemente, a saúde humana (MILHOME *et al.*, 2018).

Os metais encontrados no solo estão ligados à solução do solo, a superfície inorgânica, a matéria orgânica, aos óxidos e aos minerais primários e secundários e são liberados sob forma iônica por meio de alterações químicas resultando de fatores pedológicos (ph, potencial redox, teor em matéria orgânica) e fatores externos (erosão, temperatura, práticas de uso do solo) tendo grande relevância para o meio ambiente devido a capacidade de absorção e retenção de substancias químicas pelos níveis tróficos e pela permanência no solo (MILHOME *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2019) apresentando potencial para tornarem-se tóxicos conforme a concentração do material.

Além das atividades naturais, as atividades antrópicas contribuem para a variação do nível de concentração total dos metais pesados no solo, seja pela atividade industrial, mineração, emissão de efluentes, descarte de resíduos, uso de fertilizantes e pesticidas em áreas cultivadas (OLIVEIRA; MARTINS, 2011).

Conforme Estrela, Chaves e Silva (2018), os materiais pesados podem ser definidos como metais, semimetals e não metais com densidade relativa maior que 5g/cm^{-3} ou número atômico maior que 20. Dentre os mais comuns e que apresentam maiores riscos à saúde humana estão o Cd, Pb, Co, Cu, Hg, Ni e Zn (SILVA *et al.*, 2019). Quando encontrados em excesso, os metais pesados influenciam nas funções do ecossistema, interferindo no crescimento das plantas e alterando os microrganismos presentes no solo. O poder contaminante desses metais

é determinado pelo potencial de caminamento do solo variando conforme as condições de campo, capaz de acelerar a contaminação do solo.

A avaliação da mobilidade no solo pode ser feita pelo processo de especiação que identifica a quantidade de metal existente no solo, pela distinção entre o metal e as frações dissolvidas, coloidal ou particulada, denominada especiação física; ou por meio da distribuição do metal em soluções químicas, a especiação química, mas podem ser afetadas pela composição da matéria orgânica e pela superfície dos minerais. Por essa razão a análise da biodisponibilidade é de suma importância para avaliar a real toxicidade no solo. A avaliação da biodisponibilidade se dá pela extração sequencial, isto é, do uso de reagentes apropriados em frações dos elementos em forma geoquímicas específicas, de forma a considerar o comportamento dos metais em relação as alterações das condições ambientais (AMARAL, 2012; SILVA *et al.*, 2019).

A identificação do nível de contaminação do solo é necessária para ser aplicadas técnicas de remediação eficientes capazes de amenizar os impactos causados no ecossistema.

3.2 O uso da fitorremediação para recuperação dos solos contaminados

A fitorremediação é uma técnica que se utiliza de espécies vegetais para o tratamento de solos degradados, água ou ar contaminado pois atuam removendo, contendo, transferindo, estabilizando e tornando inofensivos os metais presentes no solo e surgiu devido a possibilidade de tratamento em larga escala (TAVARES; OLIVEIRA; SALGADO, 2013). Outros fatores agregam vantagem no uso dessa técnica, como o baixo custo, aplicação *in situ*, monitorização das plantas, manutenção do solo, estímulo a vida dos organismos, possibilidade de tratamento de vários contaminantes ao mesmo tempo e o reaproveitamento do solo, além de melhorar o aspecto visual da paisagem, especialmente nas áreas urbanas.

As desvantagens estão ligadas diretamente com as espécies utilizadas para a remediação dos solos que dependem de questões climáticas, estação do ano e fornecimento de água influenciando no crescimento e na velocidade dos resultados almejados. Outro fator está relacionado a cadeia alimentar, nas quais as plantas podem fazer parte da alimentação de outros seres vivos, podendo contaminá-los (SILVA *et al.*, 2019; LAMBERT; SOARES; SOUSA, 2012).

O potencial de absorção da planta deve ser levado em consideração pois o acúmulo de metais que ela pode suportar varia conforme as diferentes espécies, visto que cada uma delas consegue absorver apenas determinados nutrientes conforme sua genética. Além disso, fatores

como o solo, estágio de maturação, rendimento, manejo da cultura e o clima influenciam na capacidade de concentração dos elementos químicos nas plantas (ESTRELA; CHAVES; SILVA, 2018). Outras características que devem ser observadas nas plantas para a remediação referem-se à produção de biomassa, tolerância a poluição, taxa de translocação e a profundidade das raízes.

No processo de fitorremediação, as plantas podem atuar de forma direta, quando os contaminantes são absorvidos e acumulados ou metabolizado nos tecidos, ou de forma indireta, quando há o aumento da atividade microbiana, devido a presença do vegetal, ajudando no combate do contaminante. Desta forma a biorremediação pode ser feita de cinco maneiras: pela fitoextração, fitotransformação, fitovolatilização, fitoestimulação e fitoestabilização (LAMBERT; SOARES; SOUSA, 2012).

Na *fitoextração*, após realizada a remediação, as espécies são colhidas levando consigo as toxinas e metais pesados que foram absorvidos e armazenados em seu tecido, deixando o solo livre. As plantas acumuladoras são as mais indicadas para este tipo de remediação, pois a capacidade de acumulação dos metais pesados é até cem vezes maior que as plantas normais, porém devido essa grande quantidade de metais que a planta pode acumular, seu crescimento é lento. Mesmo assim essa é técnica de biorremediação mais utilizada.

Na técnica da *fitotransformação*, a planta metaboliza os contaminantes absorvidos deixando-os menos tóxicos através da bioconversão sendo empregada, na maioria das vezes, em compostos orgânicos. A desvantagem desta técnica refere-se à possibilidade de formação de produto tóxicos intermediários.

Na *fitovolatilização*, as plantas atuam com o propósito de liberar os poluentes na atmosfera através da volatilização, necessitando de cuidados para uma possível contaminação do ar quando gerados em alta escala. Isso ocorre quando, na absorção do poluente pela planta, os poluentes passam por processos metabólicos internos e são transformados em gases que serão liberados pelas folhas.

A técnica de *fitoestimulação* favorece o crescimento dos microrganismos estimulados pelas plantas por meio da produção de exsudatos e da mudança das condições do solo por meio de suas raízes que serão capazes de degradar os contaminantes por meio da biodegradação.

A *fitoestabilização* ocorre pela imobilização do contaminante diminuindo a biodisponibilidade no solo. A imobilização ocorre por meio de reações de absorção e acumulação, adsorção ou precipitação na zona das raízes, por meio químico, físico ou físico-químicos. A utilização dessa técnica está ligada a contaminantes inorgânicos. A desvantagem

dessa técnica se dá pela permanência do contaminante imobilizado no local que pode ser posto em disponibilidade novamente caso ocorra mudanças físico-químicas.

As características do solo, do contaminante e da planta devem ser analisadas para que haja êxito na fitorremediação, visto que as espécies vegetais procedem de forma distinta conforme sua capacidade de absorção, distribuição e acúmulo de materiais. As espécies devem apresentar potencial quanto a tolerância ao contaminante, capacidade de reter o contaminante nas raízes, possuam sistema radicular denso e profundo, resistência a pragas e doenças, fácil controle de erradicação e colheita (LAMBERT; SOARES; SOUSA, 2012; ESTRELA; CHAVES; SILVA, 2018). Portanto, o estudo das espécies vegetais e das condições do solo mostram-se de extrema importância para a eficácia quanto ao uso da fitorremediação como instrumento de combate à contaminação dos solos.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Busca em base de patentes

Foram realizadas buscas nos principais bancos de patentes nacionais e mundiais (INPI, ESPACENET, USPTO E GOOGLE PATENTS). O método de monitoramento tecnológico realizado utilizou informações oriundas dos documentos de patentes, utilizando como ferramenta de busca a plataforma Questel Orbit®. O banco de dados da ferramenta, como a maioria dos bancos de dados de patentes comerciais, é baseado no banco de dados DOCBD do European Patent Office (EPO).

Questel Orbit é um sistema de Business Intelligence com foco em propriedade intelectual, ou seja, uma plataforma de patent analytics que reúne vários conjuntos de dados. O banco de dados DOCBD é atualizado semanalmente e contém dados bibliográficos de mais de 102 países, incluindo bancos de dados brasileiros como o do Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI).

4.2 Seleção de Palavras-chave e Códigos

A pesquisa básica foi realizada usando as palavras-chave: remediação (remediation), enquanto a pesquisa avançada foi realizada usando as palavras-chave, em inglês: Impactos ambientais, Contaminação, Recuperação de solo, Sustentabilidade. As palavras-chave foram inseridas no campo Título e Resumo de ambas as bases de dados de patentes.

Os códigos internacionais de patentes (IPC): B09C1/00 (Recuperação de solo contaminado/por processos microbiológicos ou mediante o uso de enzimas) e A01H5/00 (Plantas floríferas, i.e. angiospermas) foram usados também na pesquisa.

4.3 Níveis analisados

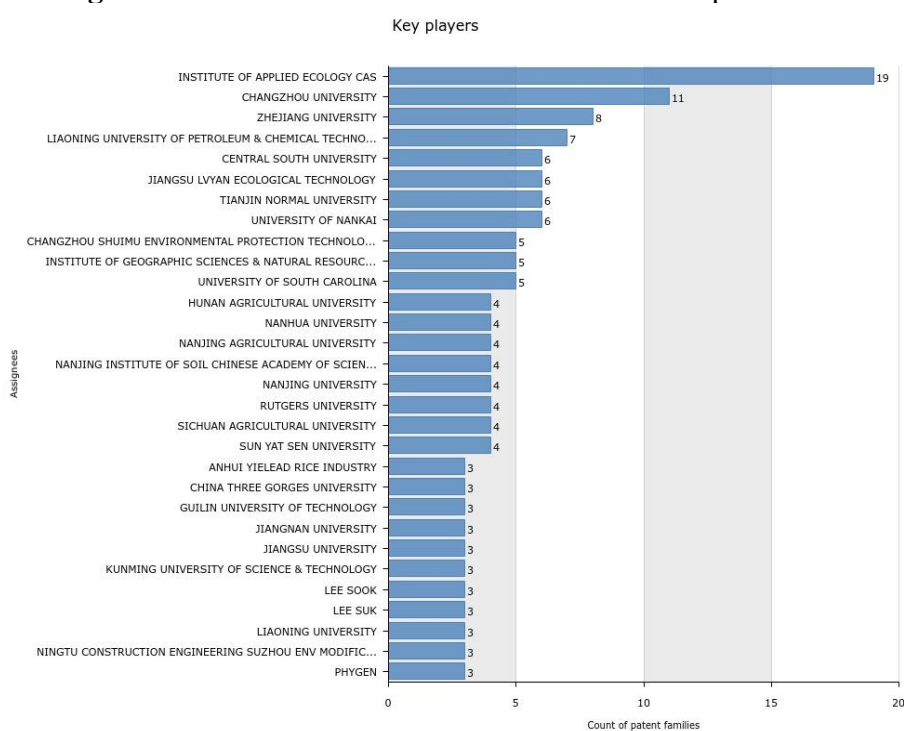
A leitura dos documentos de patentes selecionadas foi realizada com o intuito de analisar as informações em três níveis diferentes, a saber: Macro, Meso e Micro. A Macro consistiu em uma análise dos documentos de acordo com a série histórica de depósitos/publicações, a distribuição por países, por cronologia, por inventores, por universidades/centros de pesquisa, empresas ligadas ao conhecimento científico e desenvolvimento da tecnologia. Na Meso os documentos foram categorizados e filtrados de acordo com os aspectos mais relevantes em

torno da temática, considerando os desenvolvimentos tecnológicos dos últimos 20 anos que normalmente compreende o tempo em que o conhecimento patenteado segue sendo protegido. Na Micro foram identificadas as particularidades e detalhes das tecnologias de interesse.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

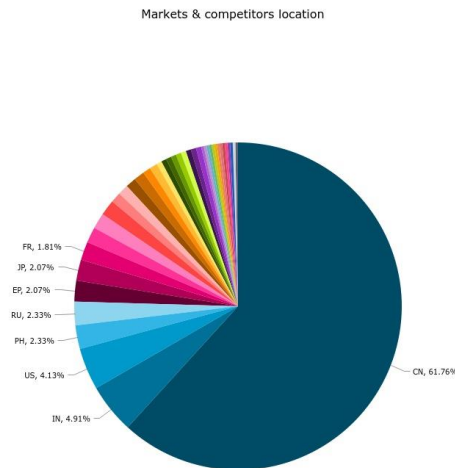
A partir das buscas e análises nos bancos de patentes, verificou-se o número das carteiras dos requerentes (Figura 1). Os dados apresentados são bons indicadores dos níveis de inventividade dos patentários ativos, apontam também o portfólio dos solicitantes e seus principais co-solicitantes, bem como a propensão do candidato a colaborar e seus parceiros preferidos.

Figura 1 – Análise do número das carteiras dos requerentes



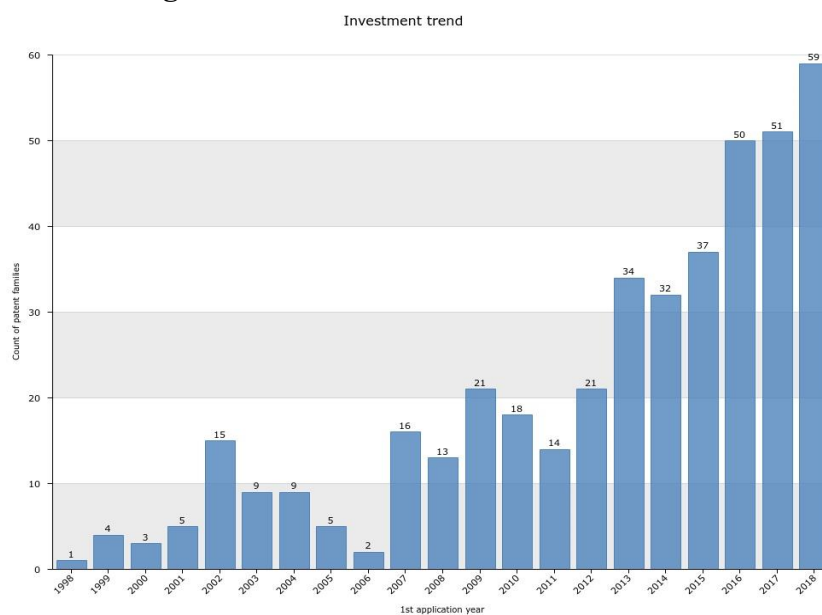
Fonte: Orbit Inteligency, 2021.

Na Figura 2, observa-se o número de patentes ativas protegidas nos vários Escritórios nacionais, demonstrando a estratégia de proteção do requerente e a identificação dos mercados-alvo. A ilustração fornece informações sobre as estratégias de patentes dos atores do setor estudado, visto que os depósitos nacionais são bons indicadores dos mercados que precisam ser protegidos.

Figura 2 – Ilustração do número de patentes nacionais ativas

Fonte: Orbit Inteligency, 2021.

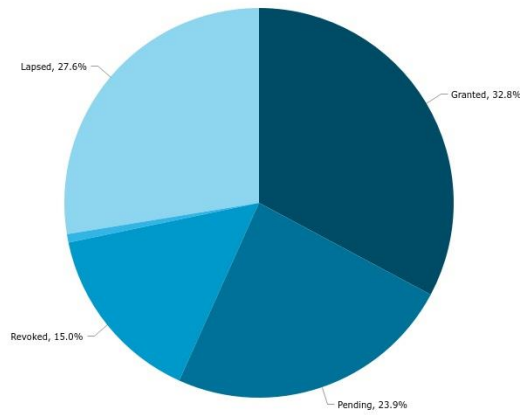
Na Figura 3 é possível identificar a tendência de investimento nos últimos 20 anos. Observa-se um crescimento da produção tecnológica por ano, principalmente na última década.

Figura 3 – Tendência de investimento/ano

Fonte: Orbit Inteligency, 2021.

No que se refere ao status legal das patentes estudadas (Figura 4), verifica-se que as informações permitem distinguir entre famílias de patentes que têm pelo menos um membro com concessão e famílias que ainda não receberam uma patente concedida. Isso também permite medir a proporção de patentes que não estão mais em vigor (se estão prescritas, revogadas ou expiradas).

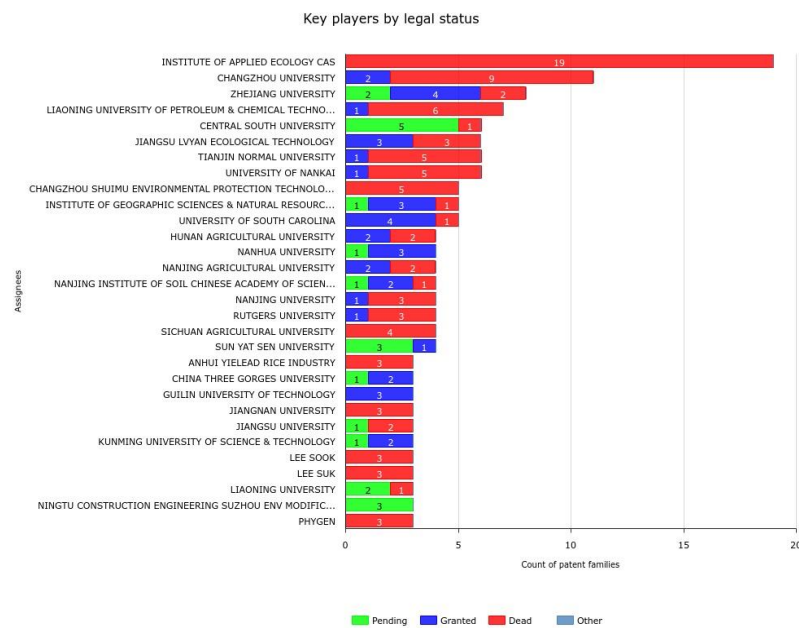
Figura 4 – Status legal das patentes estudadas
Legal status



Fonte: Orbit Inteligency, 2021.

Quanto aos principais requerentes no grupo de patentes analisadas de acordo com seu status legal, a Figura 5 permite identificar os requerentes que já se retiraram do setor (desistência, caducidade e / ou caducidade das patentes) e aqueles que ainda se encontram em atividade (pedidos e patentes concedidas ainda em vigor).

Figura 5 – Principais requerentes de acordo com seu status legal
Key players by legal status

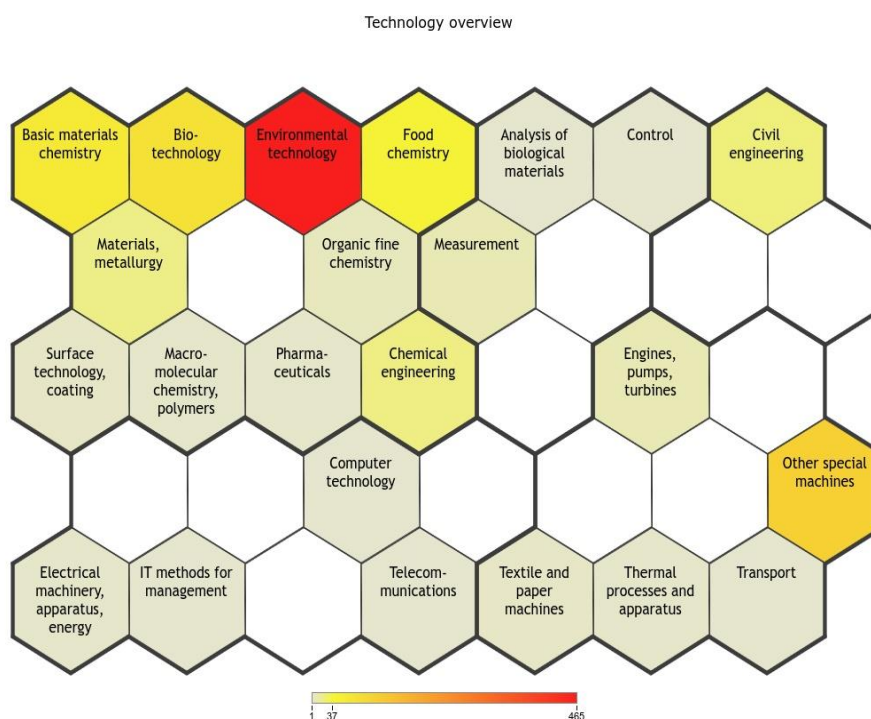


Fonte: Orbit Inteligency, 2021.

A Figura 6 apresenta uma visualização baseada nos códigos de Classificação Internacional de Patentes (IPC) contidos em um conjunto de patentes em análise. Os códigos IPC foram agrupados em 35 campos de tecnologia. Verifica-se a diversidade ou a especificidade do portfólio de patentes de um requerente, permitindo a identificação do negócio principal que está sendo estudado.

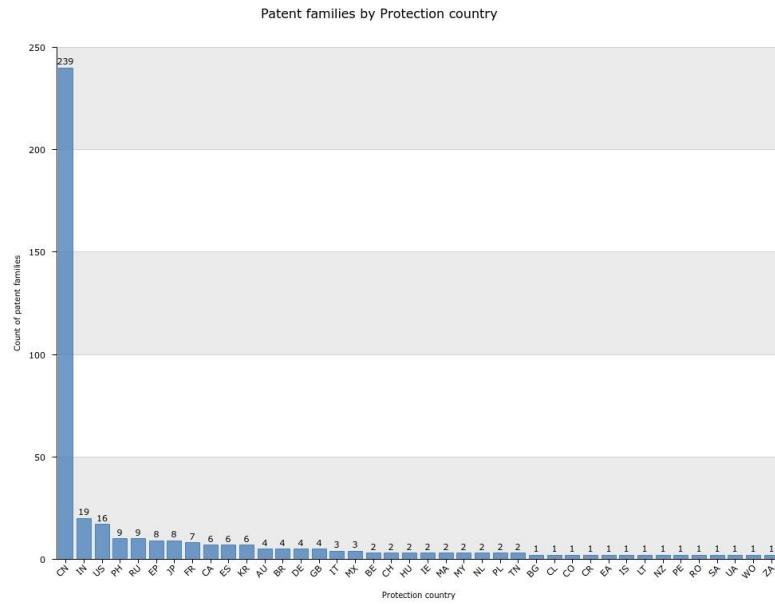
As categorias menos representadas servem como meio de identificar outras aplicações potenciais das patentes desse ator. Útil para identificar patentes em um domínio e em um campo que pode ter múltiplos usos, podendo ser uma boa forma de identificar novos usos para patentes já depositadas.

Figura 6 – Diversidade do portfólio de patentes



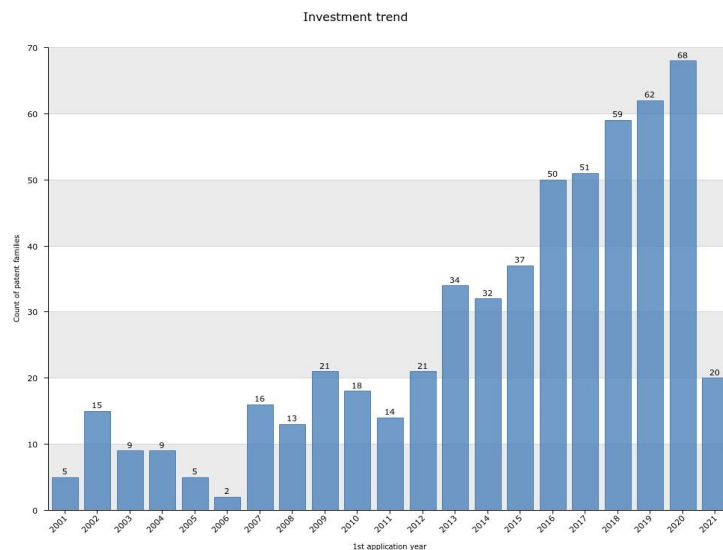
Fonte: Orbit Inteligency, 2021.

A representação ilustrada na Figura 7 apresenta o número de patentes vivas protegidas nos vários Escritórios nacionais, incluindo países de extensão para documentos do PE.

Figura 7 – Número de patentes ativas protegidas

Fonte: Orbit Inteligency, 2021.

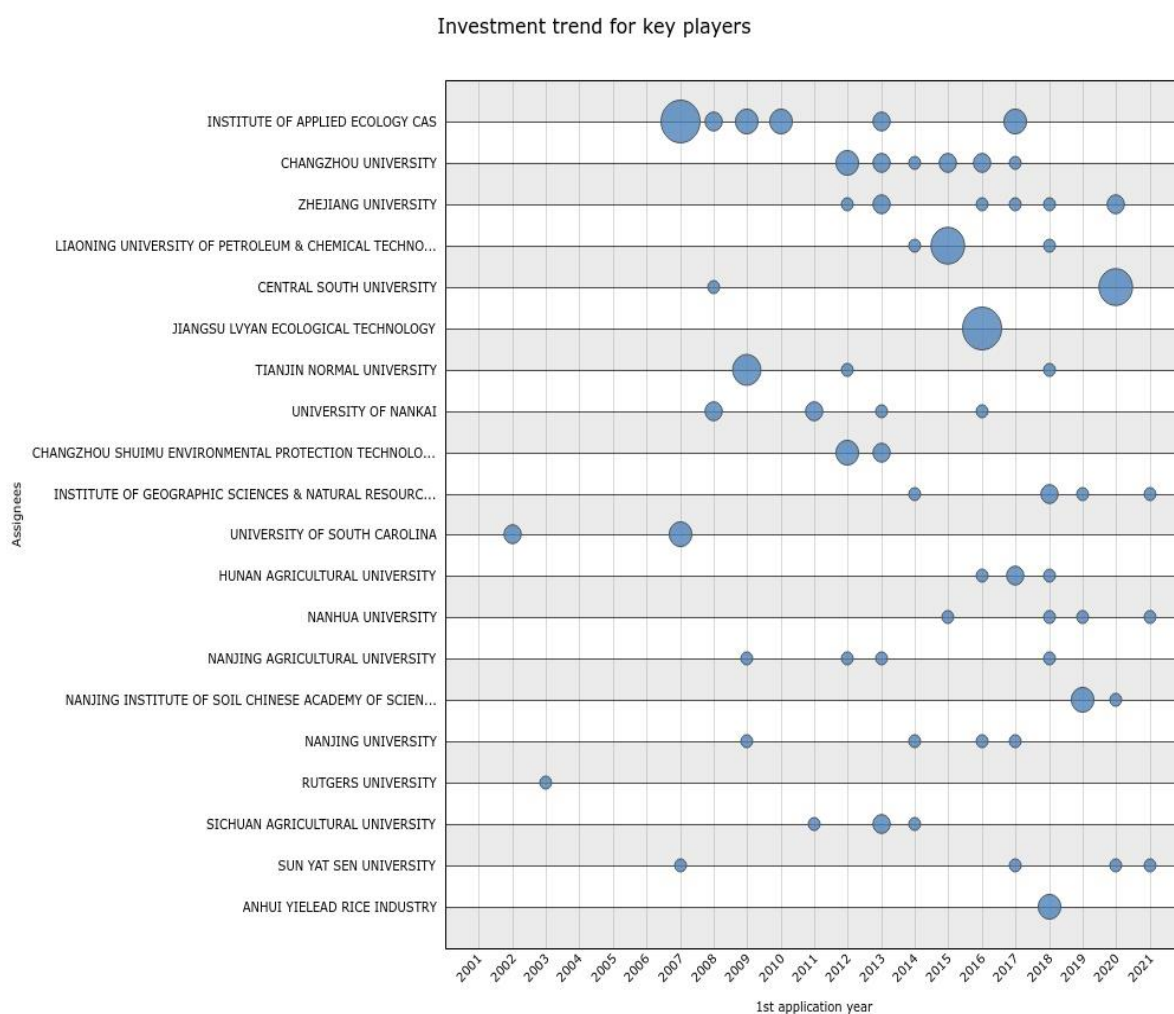
Com relação as aplicações ao longo do tempo, observa-se uma evolução que indica a dinâmica da inventividade do portfólio (Figura 8). Um declínio no número de patentes depositadas é geralmente sintomático de um declínio substancial nos orçamentos de P & D ou propriedade intelectual. Quando o número de pedidos protocolados diminui, é indicativo do desengajamento dos atores do campo, enquanto a estabilidade do perfil é sinal de maturidade do setor. É possível ainda distinguir altos e baixos no número de pedidos apresentados, dependendo dos orçamentos de P&D ou de mudanças econômicas ou estratégicas mais amplas.

Figura 8 – Evolução das aplicações ao longo do tempo

Fonte: Orbit Inteligency, 2021.

A evolução das aplicações ao longo do tempo por requerente é apresentada na Figura 08. Verifica-se os aplicativos ao longo do tempo e a evolução dos coaplicativos feitos com parceiros. Isso pode destacar o início ou o fim de uma colaboração entre dois parceiros. Esta análise por requerente destaca a estratégia de patente e identifica novos participantes ou requerentes que não estão mais envolvidos nesta área de assunto. Tais informações também ajudam a explicar os picos no arquivamento quando um jogador arquiva um número significativo de aplicativos em um curto período (o que pode ter um efeito na evolução global dos arquivamentos).

Figura 9 – Evolução das aplicações ao longo do tempo

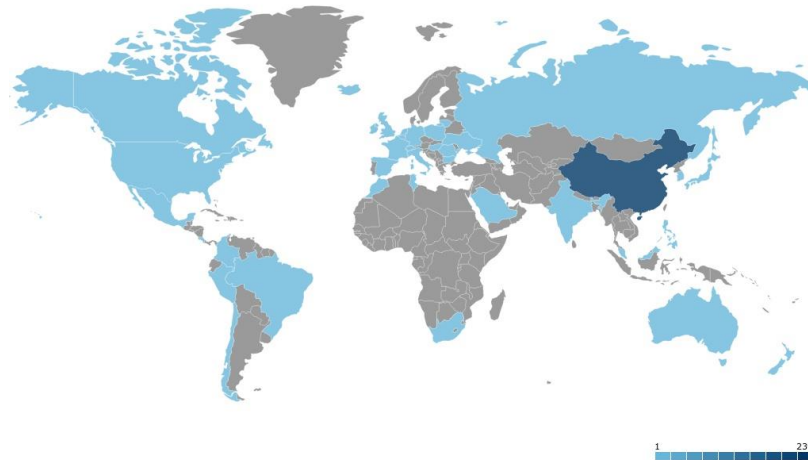


Fonte: Orbit Inteligency, 2021.

Na representação da Figura 10 é possível analisar o número de patentes ativas protegidas nos vários Escritórios nacionais, incluindo países de extensão para documentos do PE.

Figura 10 – Número de patentes ativas nacionalmente

Markets & competitors location

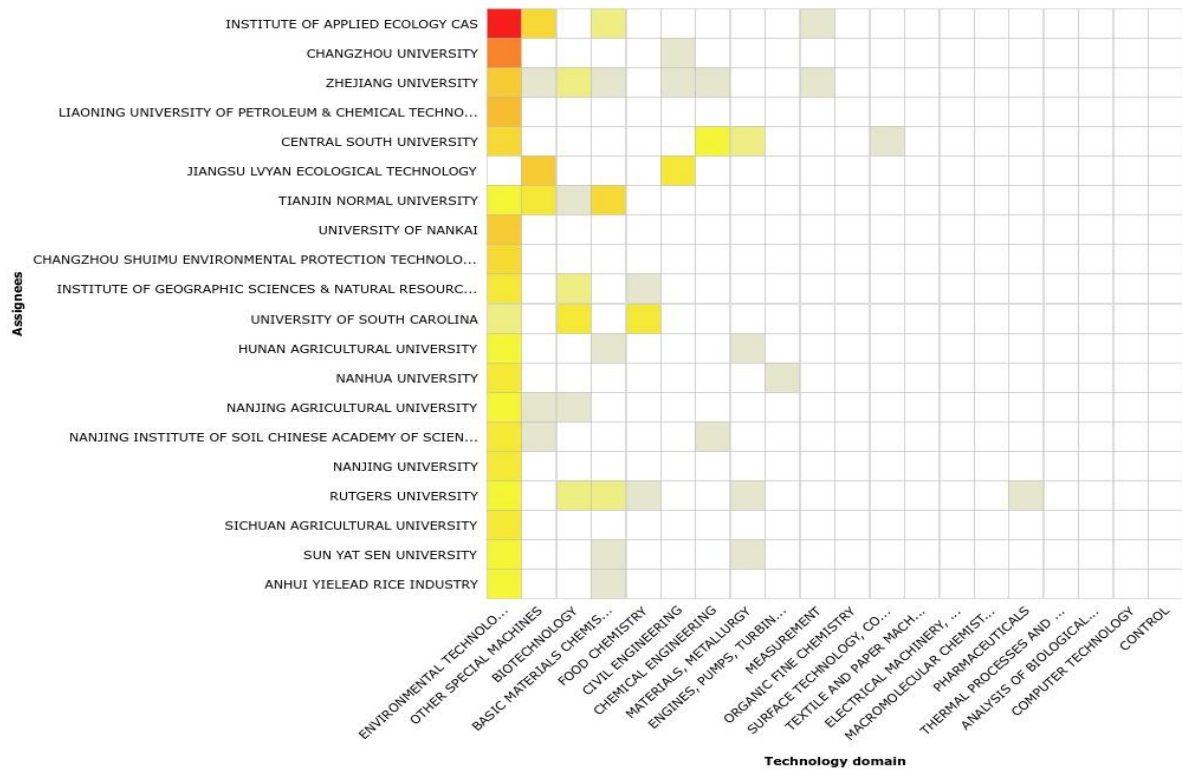


Fonte: Orbit Inteligency, 2021.

No tocante as principais áreas de tecnologias protegidas pelos principais candidatos, a Figura 11 permite estudar o posicionamento dos candidatos e identificar complementaridades com potenciais parceiros.

Figura 11 – Evolução das aplicações ao longo do tempo

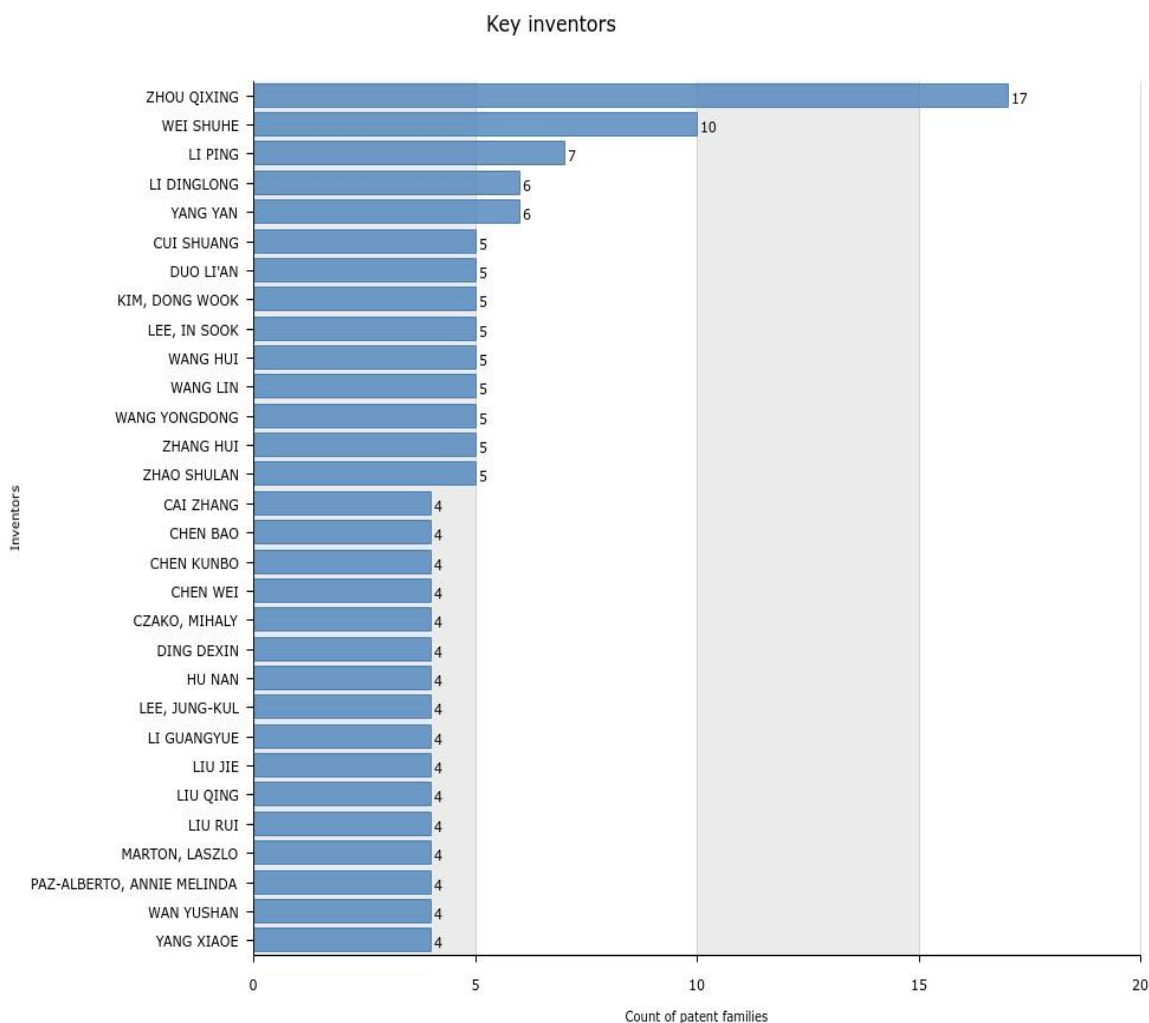
Key players by technical domain



Fonte: Orbit Inteligency, 2021

Na representação da Figura 12, é possível identificar os inventores listados no maior número de patentes no portfólio analisado, destacando os inventores especialistas.

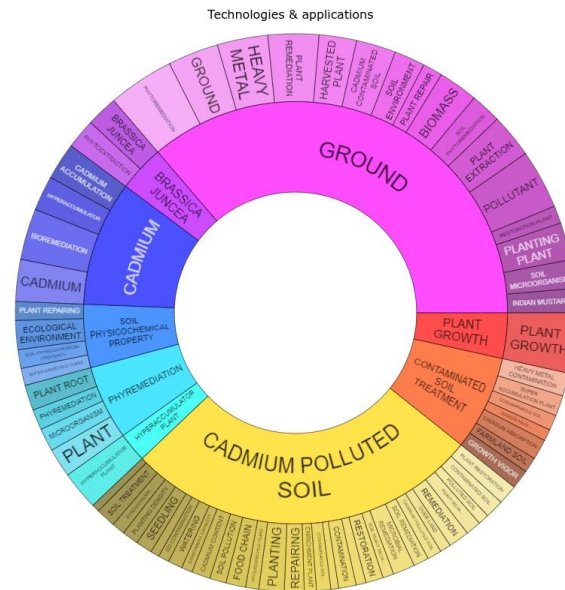
Figura 12 – Inventores no maior número de patentes



Fonte: Orbit Inteligency, 2021

A distribuição dos principais conceitos contidos no portfólio analisado encontra-se apresentada na Figura 13. Observa-se os conceitos mais usados na área de estudo, podendo ser uma fonte de ideias para novos desenvolvimentos ou identificação de tecnologias protegidas em um novo campo.

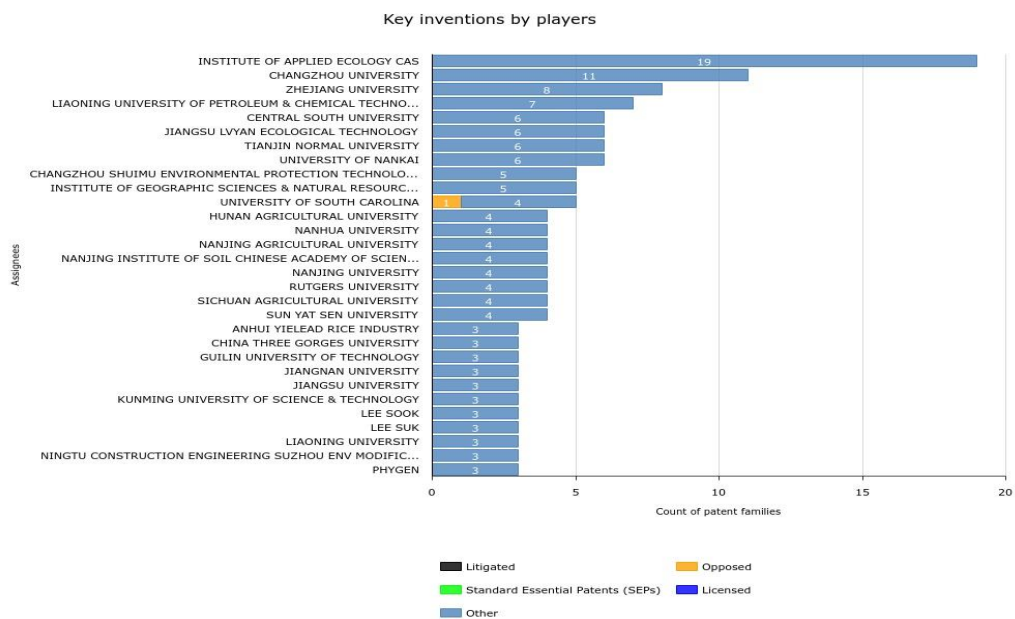
Figura 13 – Distribuição dos principais conceitos



Fonte: Orbit Inteligency, 2021

No tocante aos principais patentários e suas principais invenções (Figura 14), observa-se que as principais invenções são patentes que foram litigadas, contestadas, citadas em uma norma ou licenciadas. Patentes que sobreviveram a litígios ou oposição são consideradas patentes fortes. A presença de um evento de licenciamento também é um indicador positivo, já que outro player estava interessado nesta patente. As citações em padrões também sinalizam uma importante patente no domínio.

Figura 14 – Principais patentários

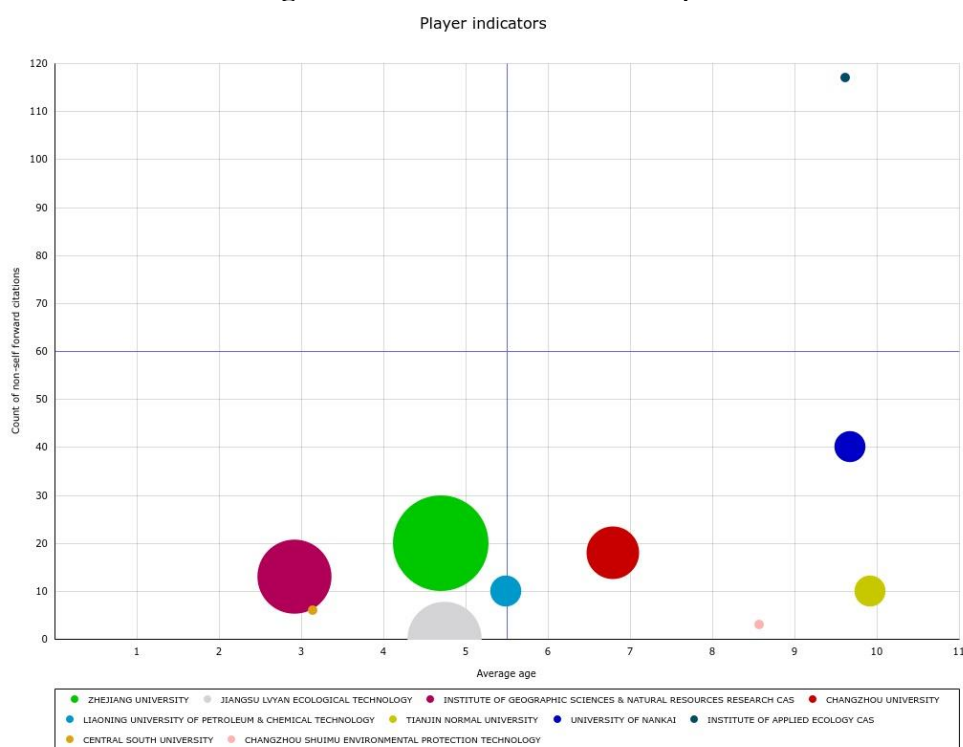


Fonte: Orbit Inteligency, 2021

Os dados apresentados na Figura 15 permitem aos usuários analisar e comparar o posicionamento dos patentários a partir de uma seleção de patentes. Através deles é possível observar o número de citações futuras (eixo vertical) em relação à idade média do portfólio (eixo horizontal). O tamanho das bolhas corresponde ao número de famílias que possuem pelo menos um membro da família emitido. Quanto maior a bolha, maior o potencial de multidão / competição dentro do setor.

Os portfólios posicionados mais à direita deste gráfico correspondem aos pioneiros na área estudada. Uma posição no canto superior direito indica um pioneiro com forte impacto no campo estudado (potencial bloqueador). As carteiras mais à esquerda deste gráfico são as carteiras dos recém-chegados. Uma posição no canto superior esquerdo corresponde a um participante posterior no espaço que rapidamente se tornou importante no campo (forte impacto).

Figura 15 – Posicionamento dos patentários



Fonte: Orbit Inteligency, 2021.

Na Figura 16, analisa-se as citações dos candidatos, permitindo a identificação de carteiras que têm fortes interações entre si. Essas informações identificam carteiras que têm fortes interações entre si. Um portfólio que é fortemente citado pela maioria dos patentários é provavelmente um portfólio pioneiro ou de bloqueio.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prospecção realizada permitiu avaliar o desenvolvimento tecnológico dos processos de fitorremediação de solos contaminados por metais pesados. Os resultados apontam que a China é o país detentor do maior número de patentes ativas mundialmente. Observou-se também um crescimento da produção e aplicação tecnológica, na área estudada, nos últimos anos, bem como foi identificado que o Instituto de Ecologia Aplicada é detentor do maior número de carteiras dos requerentes, sendo o principal patentário.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, M. A. B. **Poluição dos solos por metais pesados na zona urbana de Ponta Delgada**: implicações na saúde pública. Dissertação (Mestrado em Ciências Biomédicas) – Universidade dos Açores. Ponta Delgada, p. 98. 2012. Disponível em: <https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/1896/1/DissertMestradoMarcoAlbinoBentoAmara12013.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2022.
- COELHO, M. R. *et al.* Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. *In*: MOREIRA, F. M. S. *et al.* **O ecossistema solo**. Lavras: Editora UFLA, 2013. p. 45-62.
- ESTRELA, M. A.; CHAVES, L. H. G.; SILVA, L. N. Fitorremediação como solução para solos contaminados por metais pesados. **Revista Ceuma Perspectivas**, v. 31, n. 1, p. 160-172, 2018. Disponível em: <http://www.ceuma.br/portalderevistas/index.php/RCCP/article/view/191>>. Acesso em: 8 mar. 2022.
- LACERDA, F.; NAVONI, J. A.; AMARAL, V. S. do. **Biorremediação**: educação em saúde e alternativas à poluição ambiental. Natal: IFRN, 2019.
- LAMBERT, L. F. de M.; SOARES, R. P. da S.; SOUZA, S. C. de. O uso da Fitorremediação para recuperação de solos contaminados por petróleo. **Anais [...]** IBEA – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia – GO. 19 a 22 nov. 2012. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/congresso3.htm>. Acesso em: 8 mar. 2022.
- MILHOME, M. A. L. *et al.* Diagnóstico da contaminação do solo por metais tóxicos provenientes de resíduos sólidos urbanos e a influência da matéria orgânica. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 1, p. 59-72, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/44813>. Acesso em: 8 mar. 2022.
- OLIVEIRA, R. C. B.; MARTINS, R. V. Dinâmica de metais-traço em solo e ambiente sedimentar estuarino como um fator determinante no aporte desses contaminantes para o ambiente aquático: revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 2, p. 88-102, 2011. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v3n2a05.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2022.
- SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.
- SILVA, T. J.; HANSTED, F.; TONELLO, P. S.; GOVEIA, D. Fitorremediação de solos contaminados por metais pesados: panorama atual e perspectivas de uso de espécies florestais. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 1, p. 18-34, 2019.
- SILVA, T. J. *et al.* Fitorremediação de solos contaminados com metais: panorama atual e perspectivas de uso de espécies florestais. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 1, p. 18-34, 2019. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v11n1a03.pdf>. Acesso

em: 8 mar. 2022.

PINHEIRO, M. D. Solos contaminados, riscos invisíveis: o ponto (possível) da situação nacional. *In*: GOMES, C. A.; LANCEIRO, R. T. (Orgs.) **Solos contaminados, riscos invisíveis**. Lisboa: Instituto de Ciências Jurídico-Políticas, Centro de Investigação de Direito Público, 2019.

TAVARES, S. R. L.; OLIVEIRA, S. A.; SALGADO, C. M. Avaliação de espécies vegetais na fitorremediação de solos contaminados por metais pesados. **HOLOS**, v. 5, p. 80-97, 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4815/481548607008.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.

VALENTIM, L. S. O. **Contaminação do solo e dos mananciais no Brasil**: contextos e perspectivas. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2021.