

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**JARDEL LOPES FERNANDES**

**MAPEAMENTO DE ROTAS TECNOLÓGICAS APLICÁVEIS A PELAGEM DE  
SUÍNOS**

**MEDIANEIRA**

**2023**

**JARDEL LOPES FERNANDES**

**MAPEAMENTO DE ROTAS TECNOLÓGICAS APLICÁVEIS A PELAGEM DE SUÍNOS**

**MAPPING OF TECHNOLOGICAL ROUTES APPLICABLE TO PIG COATING**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Elias Lira dos Santos Junior.

Coorientador: Prof. Dr. Evandro André Konopatzki

**MEDIANEIRA**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**JARDEL LOPES FERNANDES**

**MAPEAMENTO DE ROTAS TECNOLÓGICAS APLICÁVEIS A PELAGEM DE  
SUÍNOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Ambiental da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).

Data de aprovação: 16 de junho de 2023.

---

Elias Lira dos Santos Junior  
Doutor em Engenharia Química - UNIOESTE  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/MD

---

Juliano Rodrigo Lamb  
Doutor em Engenharia Agrícola- UNIOESTE  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/MD

---

Reginaldo Borges  
Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas – PUC/PR  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/MD

**MEDIANEIRA**

**2023**

Dedico este trabalho à minha família, pelos  
momentos de ausência.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu pai, João Lopes Fernandes, que não está mais conosco no mundo dos vivos, mas que me incentivou a buscar o conhecimento. Gostaria muito que estivesse aqui para saborear este momento junto comigo. E à minha mãe, Maria Augusta Bacurim, por incentivar os estudos, seus ideais e valores, e por me acompanhar durante toda a vida.

Agradeço também ao meu orientador, Prof. Dr. Elias Lira dos Santos Junior, por me acolher na iniciação científica e me guiar no trabalho de conclusão de curso (TCC). Tenho muita admiração por você, pela prontidão que sempre teve de me atender em qualquer horário que julgar necessário. Seu profissionalismo é invejável, e seu conhecimento e sabedoria são fascinantes. Levarei isso para a minha vida profissional.

Agradeço a todos os professores da UTFPR, em especial do Departamento Acadêmico de Ciências Biológicas e Ambientais (DAAMB), pelo esforço em oferecer um ensino de qualidade e pelo apoio dentro e fora da sala de aula. Tenho muito respeito por todos vocês.

## RESUMO

A questão relacionada à pelagem de suínos tem despertado preocupação no âmbito industrial devido à significativa produção impulsionada pelo aumento do consumo de carne suína, o que resulta em uma elevada geração de resíduos como pelos. Esses resíduos são atualmente destinados aos aterros sanitários, ocasionando impactos ambientais. Com o propósito de identificar e analisar as rotas tecnológicas aplicáveis à reciclagem, reaproveitamento, tratamento e valorização da pelagem de suínos, o presente estudo foi conduzido. Para tanto, foram realizados levantamentos bibliográficos, por meio de buscas nas bases *Scopus (Elsevier)* e *Web of Science (Clarivate)*, e também em bancos de patentes como o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e *World Intellectual Property Organization (WIPO-PATENTSCOPE)*. Com base nessas informações, foram elaborados portfólios científicos, análises bibliométricas e o estado da arte, seguidos da construção de portfólio tecnológico, patentometria e estado da técnica. Estas prospecções permitiram a confecção da análise estratégica das rotas tecnológicas e, por fim, a elaboração sistemática das rotas aplicáveis à pelagem. A bibliometria permitiu identificar o destaque de duas universidades: à *Delta State University Abraka* da Nigéria e *Hunan Microbiology Institute Changsha*, da China que tiveram maior geração de conhecimento sobre o tema da pesquisa. A participação de duas universidades brasileiras foi identificada, a saber: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). O mapeamento das rotas tecnológicas identificou as principais tecnologias que estão sendo aplicadas no processamento de resíduos da pelagem, que são: os processos biotecnológicos, hidrólise, pirolise, biofiltro e equipamentos para limpeza de resíduos da pelagem suína. Os trabalhos analisados apresentaram os seguintes produtos que são gerados através da pelagem: aminoácidos, protease, proteína, queratina, oligopeptideo, material de construção civil, mercaptopropiônico, bio-óleo e absorvente. Quanto a publicação de trabalhos científicos foi evidenciada a falta de geração de conhecimento sobre a utilização do pelo em âmbito nacional o que aponta para a necessidade do aprofundamento sobre o tema. Quanto as rotas tecnológicas investigadas a mais evidenciada foi o reaproveitamento.

**Palavras-chave:** Estratégia, Inovação, Suíno, Tecnologia.

## ABSTRACT

The issue related to pig coat has aroused concern in the industrial sphere due to the significant production driven by the increase in pork consumption, which results in a high generation of waste such as hair. This waste is currently destined for landfills, causing environmental impacts. In order to identify and analyze the technological routes applicable to the recycling, reuse, treatment and valorization of pig coats, the present study was conducted. To this end, bibliographic surveys were carried out through searches in the Scopus (Elsevier) and Web of Science (Clarivate) databases, as well as in patent databases such as the National Institute of Industrial Property (INPI) and the World Intellectual Property Organization (WIPO-PATENTSCOPE). Based on this information, scientific portfolios, bibliometric analyses and the state of the art were elaborated, followed by the construction of a technological portfolio, patentometry and state of the art. These prospections allowed the preparation of the strategic analysis of the technological routes and, finally, the systematic elaboration of the routes applicable to the coat. The bibliometrics allowed to identify the prominence of two universities: Delta State University Abraka of Nigeria and Hunan Microbiology Institute Changsha, of China that had greater generation of knowledge on the subject of research. The participation of two Brazilian universities was identified, namely: the Federal University of Santa Catarina (UFSC) and the Federal University of the Southern Border (UFFS). The mapping of the technological routes identified the main technologies that are being applied in the processing of coat residues, which are: biotechnological processes, hydrolysis, pyrolysis, biofilter and equipment for cleaning residues of the pork coat. The analyzed works presented the following products that are generated through the coat: amino acids, protease, protein, keratin, oligopeptide, civil construction material, mercaptopropionic, bio-oil and absorbent. As for the publication of scientific papers, the lack of knowledge generation on the use of hair at the national level was evidenced, which points to the need for deepening on the subject. As for the technological routes investigated, the most evident was the reuse.

**Keywords:** Strategy, Innovation, Swine, Technology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Prioridade para uma gestão de qualidade .....	15
Figura 2 - Sistema tegumentar .....	17
Figura 3 - Fases e Atividades do Processo da RS/MS .....	18
Figura 4 - Estrutura Genérica de Roadmap .....	20
Figura 9 - Processo de seleção dos artigos .....	32
Figura 10 - Publicações e Citações dos trabalhos .....	36
Figura 11 - Instituições propulsoras das pesquisas sobre o pelo Suíno .....	37
Figura 12 - RTs e taxa de recuperação por base do material bibliográfico .....	38
Figura 13 - Distribuição espacial das divulgações científicas sobre o tema .....	39
Figura 14 - Evolução temporal das patentes e países depositantes .....	52
Figura 15 - Tipos de patentes e inventores .....	53
Figura 16 - RTs das patentes e suas classificações .....	54
Figura 17 - Mapeamento das tecnologias aplicados a pelagem de suíno .....	71



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estratégia de busca de patente na base WIPO-PATENTSCOPE .....	29
Quadro 2- Portfólio Científico .....	32
Quadro 3- Portfólio tecnológico .....	49
Quadro 4 - Análise SWOT da Rota Tecnológica de Reaproveitamento de pelo suíno .....	62
Quadro 5 - Análise SWOT da Rota Tecnológica de Tratamento de pelo suíno .....	65
Quadro 6 - Análise SWOT da Rota Tecnológica de Reciclagem de pelo suíno.....	66
Quadro 7 - Análise SWOT da Rota Tecnológica de Valorização de pelo suíno .....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados das pesquisas e das etapas de refino dos trabalhos para seleção de portfólio bibliométrico .....	31
Tabela 2 - Resultados da prospecção tecnológica .....	49

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>A política nacional de resíduos sólidos</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Pelagem de suínos</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Princípios da revisão sistemática e mapeamento sistemático</b> .....	<b>17</b>
<b>3.4</b>	<b>Prospecção científica e tecnológica</b> .....	<b>19</b>
<b>3.5</b>	<b>Roadmapping e roadmap tecnológico</b> .....	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>21</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização da pesquisa</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2</b>	<b>Prospecção científica em bancos de dados</b> .....	<b>23</b>
4.2.1	Realização das pesquisas nas bases de dados Web of Science (WoS) e Scopus .....	24
4.2.2	Processo de seleção dos artigos para portfólio científico .....	25
<b>4.3</b>	<b>Prospecção tecnológica em base de patentes</b> .....	<b>27</b>
4.3.1	Prospecção em base de patente INPI .....	28
4.3.2	Prospecção em base de patente <i>WIPO PATENTSCOPE</i> .....	28
<b>4.4</b>	<b>Identificação dos gargalos tecnológicos</b> .....	<b>29</b>
<b>4.5</b>	<b>Sistematização dos Resultados</b> .....	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>5.1</b>	<b>Resultados da prospecção científica</b> .....	<b>31</b>
5.1.1	Resultados do Portfólio Científico .....	32
5.1.2	Bibliometria .....	35
5.1.3	Estado da arte .....	40
<u>5.1.3.1</u>	<u>Tecnologias de Filtração e Ultrafiltração</u> .....	<u>40</u>
<u>5.1.3.2</u>	<u>Processos biotecnológicos</u> .....	<u>40</u>
<u>5.1.3.3</u>	<u>Tecnologias de Hidrólise</u> .....	<u>44</u>
<u>5.1.3.4</u>	<u>Tecnologia de pirólise</u> .....	<u>45</u>
<u>5.1.3.5</u>	<u>Tecnologia de construção civil - argamassa- blocos</u> .....	<u>46</u>
<u>5.1.3.6</u>	<u>Biofiltro para remoção de cromos hexavalente</u> .....	<u>47</u>

5.1.3.7	<u>Adsorção</u> .....	48
<b>5.2</b>	<b>Resultados da prospecção tecnológica</b> .....	<b>48</b>
5.2.1	Portfólio tecnológico .....	49
5.2.2	Patenteometria .....	52
5.2.3	Estado da técnica .....	55
5.2.3.1	<u>Dispositivo de limpeza</u> .....	55
5.2.3.2	<u>Produção de pó como fonte de proteína</u> .....	56
5.2.3.3	<u>Pincéis</u> .....	57
5.2.3.4	<u>Fertilizante</u> .....	58
5.2.3.5	<u>Escova</u> .....	59
5.2.3.6	<u>Medicamentos</u> .....	59
5.2.3.7	<u>Extração de Subprodutos</u> .....	59
5.2.3.8	<u>Ração</u> .....	60
5.2.3.9	<u>Processamento de material contendo lignocelulose</u> .....	60
5.2.3.10	<u>Energia</u> .....	61
5.2.3.11	<u>Conversão da queratina</u> .....	61
<b>5.3</b>	<b>Resultados da análise estratégica das tecnologias (SWOT)</b> .....	<b>62</b>
5.3.1	Análise estratégica da rota tecnológica de reaproveitamento .....	62
5.3.2	Análise estratégica da rota tecnológica de Tratamento .....	65
5.3.3	Análise estratégica da rota tecnológica de reciclagem .....	65
5.3.4	Análise estratégica da rota tecnológica de valorização .....	67
<b>5.4</b>	<b>Sistematização dos Resultados</b> .....	<b>70</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>72</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na década de 2020, o consumo de alimentos ricos em proteína animal, aumentou significativamente em escala global, principalmente a carne suína. A sociedade encarou esta necessidade como uma oportunidade de negócio, levando à criação de empresas dedicadas ao abate e processamento de carne suína.

Isso tem sido possível, por meio do estabelecimento de redes cooperativas com produtores rurais e da construção de fazendas de suínos (granjas) para garantir o bem-estar animal. Com o tempo, esse modelo de negócios provou ser benéfico em muitos países, criando oportunidades de emprego e impulsionando a economia por meio do comércio de exportação.

No Brasil, esse modelo industrial tem experimentado grande crescimento, tornando-se uma das principais atividades econômicas do país. Como resultado, o Brasil tornou-se o quarto maior produtor e exportador mundial de carne suína (USDA, 2022).

Segundo a Embrapa (2022), o Brasil tinha 2.067.749 matrizes alojadas e, somente em 2022, produziu 4,983 milhões de toneladas de carne suína, abastecendo 78% do mercado interno e exportando 22%, o que corresponde a 1,120 milhão de toneladas. O consumo de carne per capita é de 18 kg por pessoa. No entanto, tais atividades geram certos resíduos que têm impacto no meio ambiente. Alguns desses resíduos podem ser aproveitados e reintroduzidos em outros processos produtivos como matéria-prima e/ou insumos.

No entanto, aqueles resíduos que não entram na cadeia produtiva são destinados a aterros sanitários, resultando em diversos impactos ambientais. Esses impactos incluem a produção de odores, a presença de vetores e roedores e os efeitos negativos no uso e ocupação do solo devido à grande quantidade de resíduos descartados, reduzindo a vida útil dos aterros e exigindo a aquisição de novos espaços. Além disso, há perdas econômicas associadas ao gerenciamento desses resíduos.

Diante desses desafios, o presente trabalho busca identificar a produção científica e tecnológica relacionada ao reaproveitamento de pelos/cerdas de porco, visando identificar e analisar as principais rotas tecnológicas que diminuam os impactos ambientais advindos desse tipo de resíduo.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo do presente trabalho foi identificar e analisar as rotas tecnológicas possíveis e aplicáveis à reciclagem, reaproveitamento, tratamento e valorização da pelagem de suínos.

### **2.2 Objetivos Específicos**

São objetivos específicos desta pesquisa:

- Prospectar cientificamente os métodos e técnicas aplicáveis a pelagem suína;
- Prospectar tecnologicamente os métodos e técnicas aplicáveis a pelagem suína;
- Identificar os gargalos tecnológicos existentes;
- Sistematizar os Resultados.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A política nacional de resíduos sólidos

A Lei nº 12.305/10 intitulada de Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispõe na sua normativa os conceitos referentes à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, bem como as diretrizes para orientar o processo de gerenciamento a fim de possibilitar os avanços no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Prevê também a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável.

O Gerenciamento de Resíduos Sólidos tem como objetivo reduzir o volume, dar tratamento adequado aos resíduos gerados, bem como conscientizar os responsáveis acerca das boas práticas ambientais para a correta gestão dos resíduos sólidos, considerando a não geração, evitando perdas, a redução, reutilização, reciclagem e destinação ambientalmente adequados para minimizar os impactos negativos no meio ambiente (BIOTA-GEOM, 2023).

Para isto, precisa-se que a gestão de resíduos seja baseada na análise do ciclo de vida do produto, que inclui todas as etapas desde a fabricação, vendas até o seu fim do produto. Uma produção mais limpa é aquela em que os fabricantes devem se preocupar com tudo, desde o projeto até a escolha de matérias-primas para o processo de produção, consumo, reutilização, reparo e reciclagem, reaproveitamento até a disposição final (OLIVEIRA, 2019). No entanto, as empresas são convidadas a pautarem no gerenciamento de resíduos com observância dos princípios representados na Figura 1.

Figura 1 - Prioridade para uma gestão de qualidade



Fonte: FIESP –Resíduos sólidos (2023)

De acordo com Frank e sustentabilidade (2022), definem esses princípios que funcionam para eficiência do processo produtivo e conseqüentemente o melhoramento do processo de extração de recursos de naturais das seguintes maneiras:

- Não geração: compreende-se em realizar atividades sem que ocorram perdas ao longo do processo.
- Redução: consiste em otimizar e maximizar a eficiência de processo para gerar a menor quantidade possível de resíduos.
- Reutilização: consiste em identificar e buscar alternativas para viabilizar o reuso de resíduos e perdas de material e energia do próprio processo ou de outros.
- Reciclagem: é entendida como o meio para procurar formas de viabilizar técnica e economicamente o tratamento de sobras, perdas em processos, embalagens e transformá-los em insumos ou novos produtos.
- Tratamento: consiste em pegar o resíduo já existente aplicando um certo tipo de tratamento sobre ele, que pode ser uma técnica um método para recuperação de algum composto ou para aproveitamento energético entre outros.
- Rejeito: é inexistência das alternativas acima, procura-se a destinação final adequada dos rejeitos em aterro, além de tratamento por técnicas com aproveitamento energético.

A gestão integrada de resíduos sólidos, pela Lei Federal nº12.305/2010 no Art. 3º Inciso XI é definida como sendo:

Conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável, tendo como princípio a responsabilidade compartilhada entre o governo, as empresas e a população (Lei 12.305, 2010).

### **3.2 Pelagem de suínos**

Os pelos são estruturas formadas pelos filamentos queratinizados que desempenham o papel de proteger a superfície epidérmica da pele, e tem a função, sobretudo, de isolamento térmico nos animais mamíferos (GARTERN *et al.*, 1999).

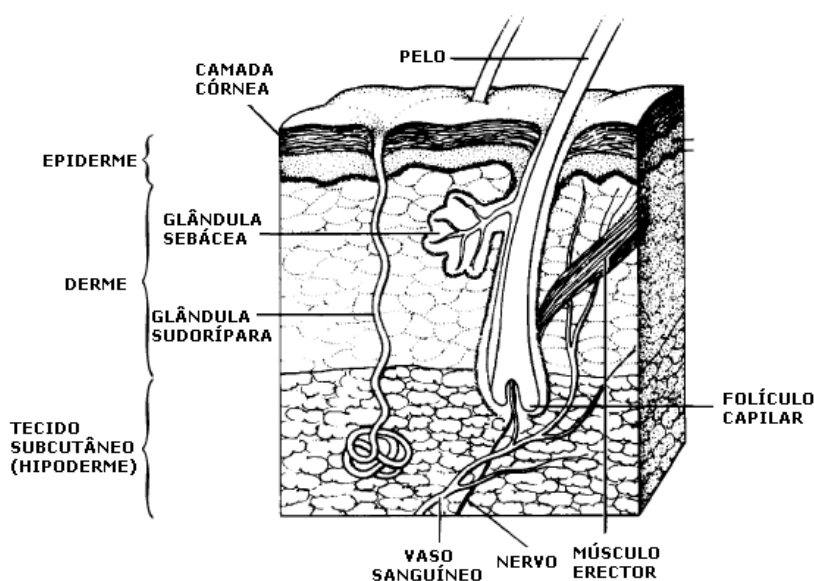
A pelagem da maioria das espécies de mamíferos é composta por dois tipos



diferentes de pelos. Os pelos mais curtos são referidos como "*underhairs*" e os mais longos como "*overhairs*" (INGBERMA; FILHO, 2006). A porção do cabelo que segue o bulbo é chamada de haste. Por ser mais ereta, pode parecer tanto reta quanto ondulada. O escudo maior está localizado entre a ponta e a extremidade distal da pele (FELIX *et al.*, 2014).

Vale destacar que nem todas as pelagens apresentam pelos-guarda e subpelos tão característicos (DAY, 1966). A Figura 2, demonstra a estrutura do sistema de pelos.

**Figura 2 - Sistema tegumentar**



Fonte: Biologia animal (2020)

### 3.3 Princípios da revisão sistemática e mapeamento sistemático

A revisão sistemática (RS) agrega os estudos primários em termos dos seus resultados e investiga se os resultados são consistentes ou contraditórios, ainda assim trazê-los de formas sintetizadas com evidências e levando em considerações as suas forças (PETERSEN *et al.*, 2015).

Mapeamento Sistemático (MS) é uma revisão ampla dos estudos primários existentes em um tópico de pesquisa específico que visa identificar a evidência disponível neste tópico. Desta forma um mapeamento sistemático é apresentado como um estudo secundário que objetiva identificar e classificar a pesquisa relacionada a um tópico amplo de pesquisa (KITCHENHAM *et al.*, 2007).

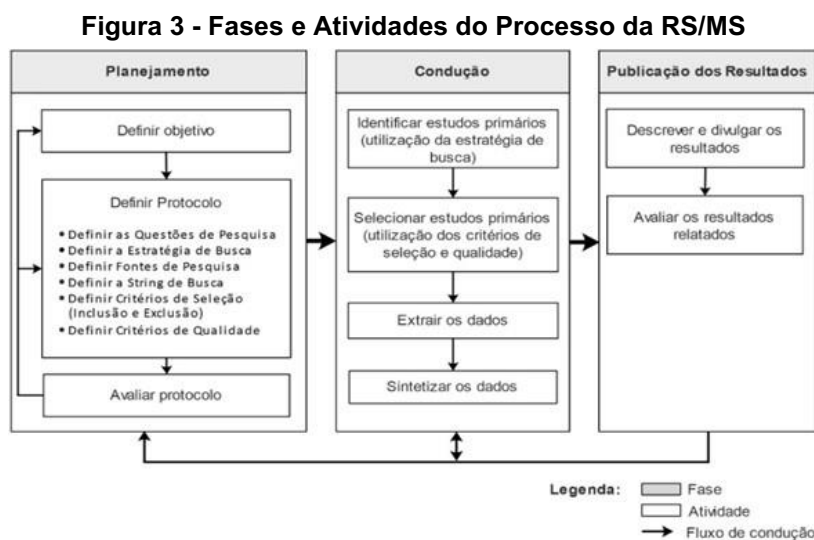
Entretanto, este tipo de estudo serve sobretudo para identificar lacunas

existentes na área, capazes de sugerir pesquisas futuras, e propõe um guia para posicionar e orientar adequadamente novas atividades de pesquisa. Além disso, serve de suporte de tomada de decisões (KITCHENHAM *et al.*, 2007).

Segundo Kitchenham *et al.* (2010), RS e MS são considerados revisões sistemáticas da literatura. Mas, na visão deles RS convencionais agregam resultados relacionados a uma questão de pesquisa específica, enquanto MS visam encontrar e classificar os estudos primários em um tópico. No entanto, o MS é visto como pesquisa de caráter mais geral, podendo ser usado para identificar a literatura disponível.

Sendo assim, as diferenças entre mapeamento sistemático e revisão sistemática estão basicamente no escopo e nos procedimentos de análise. O MS geralmente apresenta escopo mais amplo com a análise de maneira mais sintética e superficial em relação a RS (WHOLIN *et al.*, 2013). Por tanto, a estratégia de busca deve ser menos restritiva, e faça com que recuperasse mais estudos, isto permite que envolvam mais trabalhos a serem analisados superficialmente diferentemente do RS que envolvem menos trabalhos, mas que devem ser analisados com maior profundidade (KITCHENHAM *et al.*, 2011).

Os processos da revisão sistemático tanto como mapeamento sistemático, envolvem três fases principais: Planejamento da Revisão, Condução da Revisão e Publicação dos Resultados (KITCHENHAM *et al.*, 2007). A Figura 3, mostra as fases e atividades do processo de RS/MS.



**Fonte: Mapeamento Sistemático (2007)**

### 3.4 Prospecção científica e tecnológica

Os estudos de prospecção servem de ferramenta para processos de tomada de decisão em muitas áreas da sociedade contemporânea. O objetivo dos estudos com foco no futuro não é prever o futuro, mas sim delinear e avaliar escolhas viáveis e desejáveis que podem ser feitas agora para ajudar a construir o futuro da maneira mais positiva possível. Ajudar a desenvolver políticas, estratégias e planos de longo prazo que incluam circunstâncias futuras desejadas que sejam prováveis e realisticamente atingíveis (MAYERHOFF, 2008)

A palavra "prospecção tecnológica" refere-se a atividades da prospecção focadas em avanços tecnológicos, mudanças na capacidade funcional ou mudanças no momento e significado de uma inovação. O processo de gestão tecnológica visa prever potenciais estados tecnológicos futuros ou circunstâncias que podem afetar a capacidade da tecnologia de contribuir para o estabelecimento de metas (COELHO, 2003).

A prospecção é crucial porque fornece um método sistemático para mapear avanços futuros em ciência e tecnologia que tenham o potencial de afetar significativamente uma indústria, a economia ou a sociedade como um todo (TEIXEIRA, 2013).

### 3.5 Roadmapping e roadmap tecnológico

*Roadmaps* tecnológicos são mapas descritos por meio de roteiros, que possibilita a visualização de gráficos baseados em tempo e multicamadas. Por um lado, o *Roadmapping* tecnológico é entendido como um processo de planejamento estratégico que visa comunicar a necessidade do negócio (ENGLAND, 2006).

Os *roadmaps* são utilizados como planos auxiliares de decisão visando melhorar a coordenação de atividades e de recursos cada vez mais complexos em ambientes incertos (KOSTOFF *et al.*, 2001).

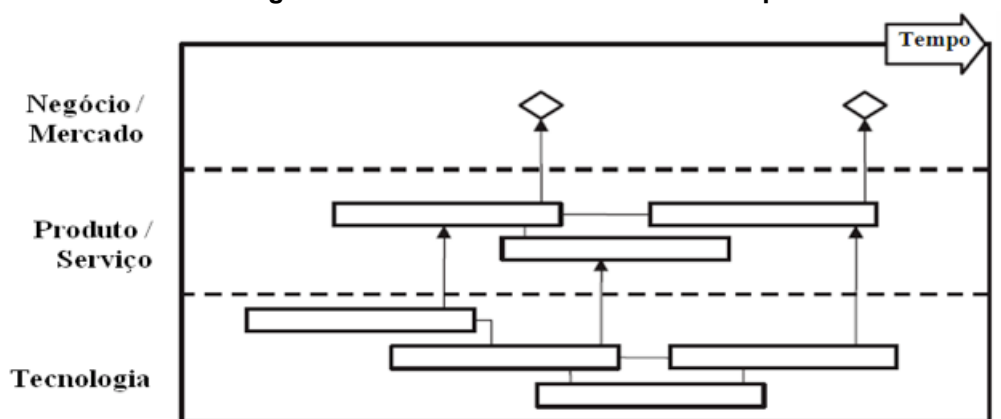
Atualmente os *Roadmappings* e *Roadmaps* tecnológicos são ferramentas utilizadas na indústria, no governo e na academia para retratar a relação estrutural entre ciência e tecnologia e suas aplicações (CARVALHO *et al.*, 2017).

Estas ferramentas foram originalmente desenvolvidas pela Motorola na

década de 1970, foram concebidos para apoiar a melhoria do alinhamento entre tecnologia e desenvolvimento de produtos (INSTITUTE FOR MANUFACTURING, 2010).

O *Roadmap* tecnológico é visto como sendo um mapa de estrada, que em alguns casos, incluem-se informações qualitativas para uma melhor compreensão (KOSTOFF *et al.*, 2001). A Figura 4 representa o esquema do Roadmap tecnológico.

**Figura 4 - Estrutura Genérica de Roadmap**



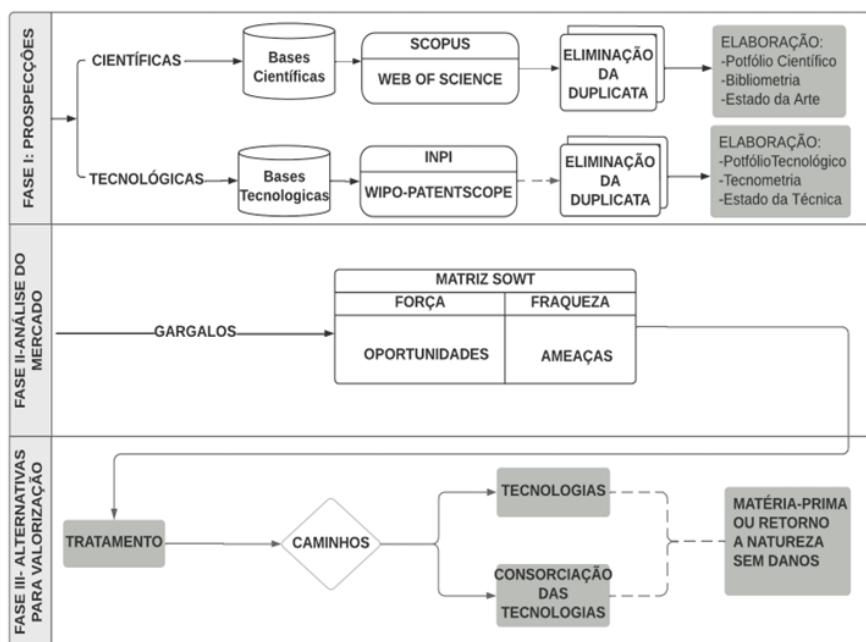
Fonte: Phaal *et al.* (2004).

Auxiliando na compreensão das forças da organização e a demanda de mercado que aponta ao desenvolvimento de novos produtos.

## 4 METODOLOGIA

O trabalho foi constituído em três fases que foram trabalhados de forma sequencial visando o atingimento dos objetivos estabelecidos. A figura 5, descreve as etapas metodológicas que nortearam esta pesquisa.

**Figura 5- Representação Pictória das Etapas Metodológicas**



Fonte: Autoria própria (2022)

A fase I, foi na qual iniciou a prospecção dos documentos que abordam o tema objeto da pesquisa. As prospecções foram realizadas em duas frentes de produções documentais, uma no âmbito da produção acadêmica chamada de produção científica e a outra no ramo das invenções das tecnologias denominada de prospecção tecnológica.

Considerando a existência de várias plataformas de depósitos trabalhos de produção acadêmica, que recebem produções científicas, assim como as que recebem invenções de patentes. Ciente disso, foram selecionadas algumas em específicas para efetuarem a pesquisa. Para a prospecção científica foram consideradas as bases para pesquisas acadêmicas a *Scopus* e *web of Science* e para prospecção tecnológica duas bases foram consideradas o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e *World Intellectual Property Organization* e *WIPO PATENTSCOPE*.

Nesta mesma fase foram realizados o tratamento dos dados prospectados, que aos fins ao cabo ingressaram para a construção do portfólio, análise da

bibliometria e estados de arte, isto referente aos dados científicos. Para os tecnológicos foram elaborados portfólio tecnológico, tecnometria e estado da técnica. O processo de tratamento de dados se deu com base na ferramenta *proknow-c*.

O *ProKnow-C* é uma ferramenta para a construção de conhecimento em determinado campo de pesquisa, proporcionando um procedimento estruturado, rigoroso e que minimiza o uso de aleatoriedade e subjetividade no processo de revisão bibliográfica.

A ferramenta *ProKnow-C*, define análise bibliométrica como uma atividade de contagem de ocorrência de determinada variável (característica) nas publicações do Portfólio Bibliográfico para geração de conhecimento de um dado assunto (ENSSLIN *et al*, 2014). O *ProKnow-C* pode ser visto sob duas perspectivas: uma relacionada à busca e seleção de artigos para a revisão sistemática, e outra relacionada à análise dos dados obtidos na revisão. Entretanto, foi usado nesta pesquisa o segundo viés da *Proknow-c*, que é a análise dos dados obtidos nas prospecções.

Na fase II, foram efetuadas análises das prospecções com intuito de observar os gargalos que existem e que dificultam os avanços dos métodos e das tecnologias para o tratamento dos resíduos de cerda suíno, de forma a serem ambientalmente corretos, diferentemente do que está sendo utilizado atualmente. Para estas análises foi usada a ferramenta de análise estratégicas da “*Matriz SWOT*”, que determina as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, de modo a saber como estão as tecnologias de gerenciamento.

Por último, na fase III deste trabalho foram estabelecidas as rotas dos tipos de tratamento que estão sendo adotados ao longo dos tempos e os caminhos promissores apontados pelos estudos. A elaboração das rotas tecnológicas teve

como base os resultados das análises prospectivas das fases anteriores. A ferramenta utilizada foi uma adaptação do modelo de Technology RoadMapping (TRM).

#### **4.1 Caracterização da pesquisa**

Para este estudo foi adotado a metodologia de tipo pesquisa científica pura, ou seja, teórica. Este tipo de pesquisa tem caráter exploratório e investigativo com abordagem quantitativa e qualitativa, na qual busca proporcionar uma visão geral acerca de um determinado fato ou cenário.

De acordo com Gil (2008), a pesquisa desta natureza procura desenvolver os conhecimentos científicos sem preocupação com a sua aplicação direta ou uma consequência prática.

A metodologia usada neste estudo envolve a pesquisa bibliográfica dos trabalhos acadêmicos disponibilizados nos bancos de dados digitais que tratam sobre o assunto relacionado com a pelagem suíno. Antes de iniciar com a investigação nas bases, foi primeiramente traçado o escopo do estudo que serviu como o instrumento norteador da pesquisa.

#### **4.2 Prospecção científica em bancos de dados**

De forma prévia, foram feitas pesquisas para testar as bases nas quais foram realizadas prospecções. Os estudos preliminares tiveram como a intenção de conhecer e ter uma noção básica dos volumes de trabalhos que serão retornados após a busca e se haverá necessidade da variação das palavras chaves. É importante ressaltar que, as pesquisas realizadas no primeiro momento não foram exportadas os resultados, mas serviram somente de suporte para elaboração das estratégias.

Os testes preliminares demonstraram a necessidade da utilização de algumas estratégias que possam ampliar o campo de busca, bem como aquelas que podem restringir também a busca. O primeiro aspecto considerado relevante numa pesquisa bibliográfica foi o aspecto linguístico, que determina quais idiomas serão usados para pesquisar.

Nesse sentido, foram escolhidos dois idiomas como sendo instrumentos da pesquisa que são: a língua portuguesa e a língua inglesa. Foi escolhida a língua portuguesa por razão óbvia, pois é nela que está sendo redigido o trabalho e por ser também idioma de estudo. Além dele, entrou na lista a língua inglesa considerada importante para busca, por questão da sua hegemonia na produção acadêmica e

pela quantidade de produção acadêmica que são feitas nele.

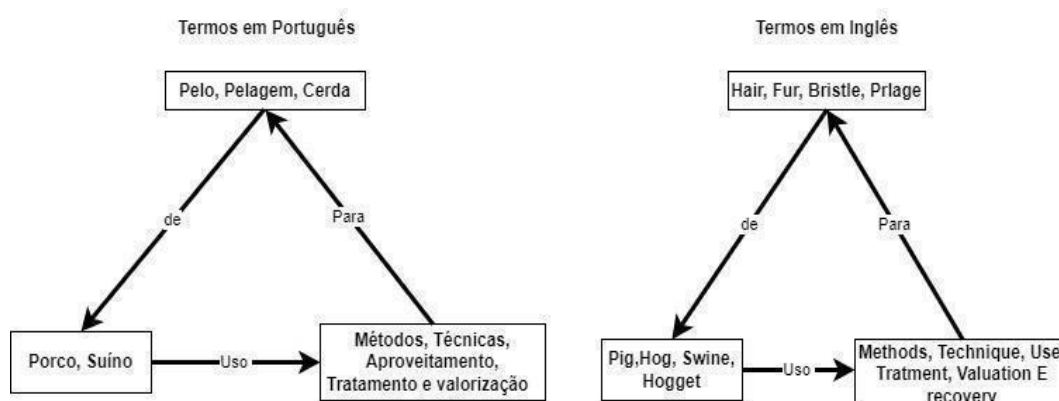
Foram constatadas dificuldades em obter resultados com uso de certas expressões ou certos termos, quando empregado não retornam resultados, e quando aparecem são artigos que não falam nada a respeito da linha da pesquisa. No entanto, foram aplicados os operadores booleanos *OR* e *AND*, para auxiliarem na combinação de termos e filtrar os trabalhos de interesse. Além disso, foram também usados sinais de pontuação como parênteses e aspas para trazer artigos e documentos mais específicos.

#### 4.2.1 Realização das pesquisas nas bases de dados Web of Science (WoS) e Scopus

Tendo em conta o que foi evidenciado no estudo preliminar e que motivou a elaboração das estratégias baseados nos três elementos considerados como sendo informações relevantes para ser prospectadas, tudo o que trata do pelo e associado ao porco, e que demonstram alguma forma/maneira de tratar ou que propus uma solução.

Para isto, faz-se necessário a definição dos termos ou expressões de diferentes variantes existentes e usuais para designar o animal e objeto gerado por ele, que é o resíduo do pelo e as formas que são usados para tratamento. Esta definição foi feita em dois idiomas estabelecidos para pesquisa. Destaca-se que as estratégias definidas nas duas línguas foram obtidas por meio da combinação dos ternários descritos acima, tais como: objeto da pesquisa, as rotas tecnológicas possíveis e, finalmente, o tipo de resíduo investigado, como mostrado na Figura 6.

**Figura 6- Ternários Estratégicos de definição de descritores de busca**



Fonte: Autoria própria (2023)



Desses triângulos contendo os termos saíram duas estratégias por idiomas. Uma estratégia foi generalista abrangendo todos os elementos contidas no triângulo e a outra usou termos/palavras chaves com maior restrição e específicos. Segue abaixo estratégias adotadas para pesquisa científica representado por alíneas a) e b) de ambos idiomas.

- Estratégia em português:
  - a) “pelo de porco” or “pelagem de porco” or “cerda de porco” or “pelo suíno” or “pelagem suíno” or “cerda suíno”.
  - b) (“pelo” or “cerda” or “pelagem”) and (“porco” or “suíno”) and (“métodos” or “técnica” or “aproveitamento” or “tratamento” or “valorização”).
  
- Estratégias em Inglês:
  - a) “pig hair” or “pig fur” or “pig bristle” or “pig pelage” or “swine hair” or “swine fur” or “swine bristle” or “swine pelage” or “hog hair” or “hog fur” or “hog bristle” or “hog pelage” or “hogget hair” or “hogget fur” or “hogget bristle” or “hogget pelage”.
  - b) (“hair” or “fur” or “bristle” or “pelage”) and (“pig” or “hog” or “swine” or “hogget”) and (“methods” or “technique” or “Use” or “treatment” or “valuation” or “recovery”).

#### 4.2.2 Processo de seleção dos artigos para portfólio científico

O portfólio foi construído com base nos resultados finais do tratamento dos dados. O processo de tratamentos de dados se deu após a busca com as estratégias estabelecidas, os resultados retornados da busca foram exportados no formato do Excel, em seguida foi realizada a remoção dos artigos que tiveram repetições na própria base.

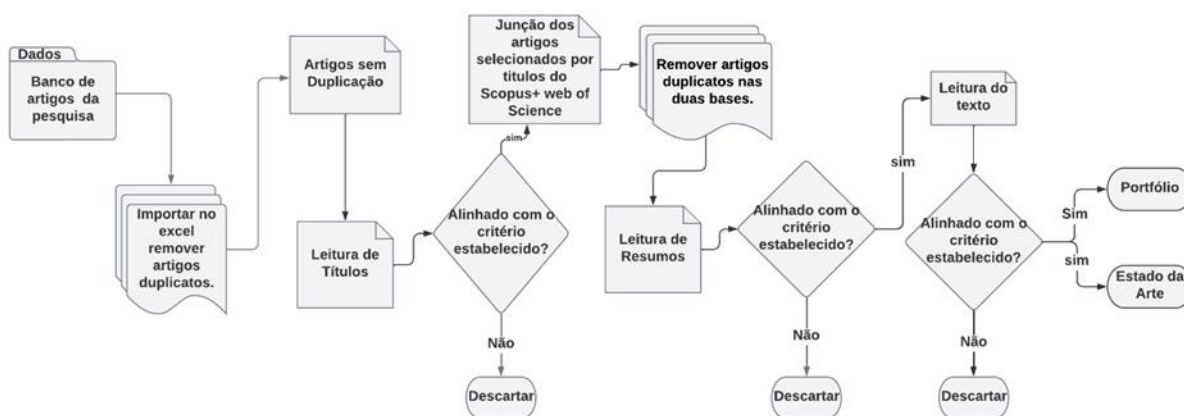
Depois disso, seguiu-se pela leitura dos títulos dos artigos e a eliminação dos trabalhos que não se alinham com os critérios estabelecidos. Para incluir ou excluir um artigo foi determinado os seguintes critérios: são considerados artigo/trabalho como incluso aquele que apresenta nos seus títulos bem como no seu texto, os métodos ou técnicas de aproveitamento, de tratamento e valorização, bem como aquele que demonstra a extração de queratina do pelo. Todos os que

não apresentaram esses aspectos são excluídos.

Após eliminação por títulos, seguiu-se para a leitura dos resumos com base no mesmo critério. Nessa etapa foi-se observar se o que está no título foi realmente desenvolvido, se for contrário o artigo é excluído. Vale lembrar que, esses procedimentos de remoção por título e resumo foram efetuados separadamente em base *Scopus* e *WoS*.

Depois disso, os resultados das duas bases foram concatenados e submetidos à remoção de duplicatas entre as bases. Feito isso, partiu para confirmação dos artigos compilados das duas bases, isso se deu com a leitura dos textos de cada documento, dali foram eliminados algumas os que ficaram foram compor o portfólio e submetidos para análises bibliográficas e estado da arte. A Figura 7 descreve o processo da seleção dos trabalhos que compõem o portfólio e a bibliometria.

**Figura 7- Etapas de seleção dos artigos para construção do portfólio bibliográfico**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

O portfólio foi confeccionado por: tecnologia, autor, título, ano, periódico, tipo de documento, instituição e Rota Tecnológica (RT). Para a categoria das RTs foram consideradas as seguintes definições:

**Reaproveitamento (Reapr.):** Consiste em utilizar componentes da pelagem de suínos em aplicações diferentes daquelas para as quais foi originalmente destinada. Por exemplo, pode-se transformar a pelagem em material de isolamento acústico ou enchimento para almofadas, dando a ela uma nova finalidade. pincel utilização do próprio pelo (NBR, 10004).

**Reciclagem (Rec.):** Envolve o processamento da pelagem de suínos para

obter matéria-prima que possa ser utilizada na fabricação de novos produtos. Isso pode incluir o tratamento químico ou mecânico da pelagem para extrair fibras ou outros componentes que possam ser transformados em materiais como tecidos, tapetes, isolantes ou até mesmo papel (NBR, 10004).

Valorização (Val.): Refere-se a melhorar o valor econômico da pelagem de suínos por meio de processos que aumentem sua qualidade, desempenho ou aplicabilidade. Isso pode envolver o desenvolvimento de tecnologias inovadoras para transformar a pelagem em produtos de maior valor agregado, como produtos cosméticos, aditivos alimentares ou suplementos nutricionais. utilização de subprodutos com incremento do valor - alto valor agregado. (PNRS, 2010)

Tratamento (Trat.): Diz respeito à aplicação de processos adequados para tratar a pelagem de suínos a fim de garantir sua segurança, qualidade e conformidade com normas ambientais. Isso pode incluir a descontaminação, a remoção de substâncias nocivas ou a aplicação de tratamentos para evitar a deterioração e o mau cheiro (PNRS, 2010).

É importante ressaltar que esses princípios podem ser combinados e adaptados de acordo com as necessidades e possibilidades específicas de cada contexto industrial ou ambiental.

### **4.3 Prospecção tecnológica em base de patentes**

Em relação à prospecção das patentes, foram efetuados alguns testes prévios para conhecer as bases e saber quais estratégias seriam melhores para que pudessem trazer os trabalhos de interesse.

O teste foi realizado na base de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) vinculada ao Ministério da Economia do Brasil e a base da organização mundial da propriedade intelectual *WIPO-PATENTSCOPE*. O foco principal é conhecer e ter uma familiaridade com as mesmas. Na prospecção tecnológica foi chegado à conclusão de que a melhor estratégia é pesquisar pelo IPC ou CPC, ambas se referem a Classificação internacional da patente.

#### 4.3.1 Prospecção em base de patente INPI

Nesta base o primeiro procedimento foi a definição dos termos de busca principal para depois pegar os IPCs que trazem algumas indicações sobre o objeto de estudo, os termos iniciais definidos são: Porco e Suíno.

As expressões/termos foram empregadas em pesquisa simples e avançada no campo resumo. Com os resultados retornados partiu-se para leitura dos títulos das patentes observando as que apresentam alguma utilização do pelo para poder extrair os seus ICPs e pesquisar novamente por eles.

No processo de incluir e excluir patentes, ou seja, escolher os seus IPCs foram considerados patentes que propuseram um pré-tratamento, uma técnica de tratamento e uma forma de aproveitamento dos resíduos da pelagem. Depois da pesquisa foi elaborado o portfólio tecnológico e análises tecnométricas.

#### 4.3.2 Prospecção em base de patente *WIPO PATENTSCOPE*

Analogamente as estratégias usadas na base acima, aqui a prospecção seguiu-se primeiro pela definição de uma estratégia geral, e com ela foi efetuada a busca simples em todos os campos.

Após o retorno de resultados foram extraídos os IPCs ou CPC das patentes que indicaram uma forma de aproveitamento ou valorização da pelagem. Em seguida, foram retornadas novamente as buscas associando a estratégia geral com o IPC extraído das patentes com uso do operador booleano *And*.

Depois que foram feitas as buscas descritas no quadro 1, os resultados foram importados em planilha eletrônica no formato Xls, seguidas das leituras dos títulos e seleção das patentes de interesse. Após isso, partiu-se para leitura do texto das patentes e excluídas as que não se aderiram ao tema ou que não apresentaram a utilidade do pelo. As patentes selecionadas ingressaram para construção do portfólio tecnológico e a tecnometria da base sob estudo.

O quadro 1, demonstra a estratégia de busca adotada, contendo expressão geral e combinação com os IPCs e respectivas descrições.

**Quadro 1 - Estratégia de busca de patente na base WIPO-PATENTSCOPE**

IPC OU CPC	DESCRIÇÃO DE IPC
“Estratégia” and “A22B”	ABATE
“Estratégia” and “A23J”	COMPOSIÇÕES DE PROTEÍNAS PARA ALIMENTOS ...
“Estratégia” and “A23K”	FORRAGEM
“Estratégia” and “A46B”	ESCOVA
“Estratégia” and “A46D”	FABRICAÇÃO DE ESCOVAS
“Estratégia” and “A47L”	LAVAGEM OU LIMPEZA DOMÉSTICA
“Estratégia” and “B01D”	SEPARAÇÃO
“Estratégia” and “B07B”	SEPARAÇÃO DE SÓLIDO POR PENEIRA
“Estratégia” and “B08B”	LIMPEZA EM GERAL
“Estratégia” and “C05F”	FERTILIZANTE ORGÂNICO
“Estratégia” and “C07C”	COMPOSTO ACRÍLICO OU CARBOXÍLICO
“Estratégia” and “C10L”	COMBUSTÍVEL
“Estratégia” and “CO5G”	MISTURA DE FERTILIZANTE ABRANGIDOS
“Estratégia” and “A41F”	CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS
“Estratégia” and “C11B”	PRODUÇÃO...
“Estratégia” and “D21C”	PRODUÇÃO DE CELULOSE
“Estratégia” and “C12P”	FERMENTAÇÃO OU PROCESSO DE USO DE ENZIMA

**Nota:** Estratégia: (“pig hair” or “pig fur” or “pig bristle” or “pig pelage” or “swine hair” or “swine fur” or “swine bristle” or “swine pelage” or “hog hair” or “hog fur” or “hog bristle” or “hog pelage” or “hogget hair” or “hogget fur” or “hogget bristle” or “hogget pelage”)

**Fonte:** Autoria própria (2023)

#### 4.4 Identificação dos gargalos tecnológicos

Para a análise dos gargalos, foram identificados primeiramente quais tecnologias estão sendo abordadas nos artigos. Para os que apresentaram os mesmos processos são agrupados como sendo uma única tecnologia. Após isso, foram observados também quais princípios de gerenciamento ou Rota Tecnológica, os artigos e as patentes estão propondo.

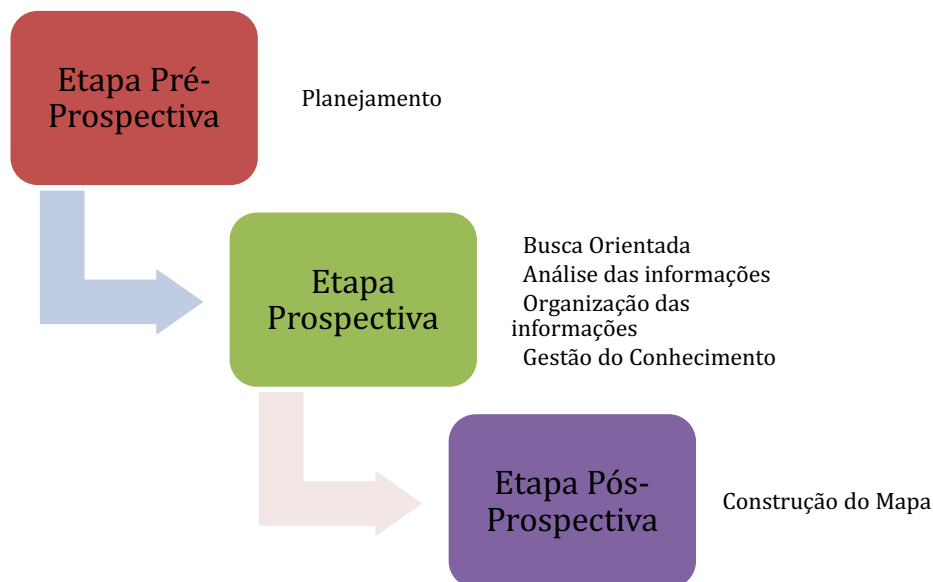
As estratégias de buscas tanto nas bases científicas quanto nos bancos de patentes visaram identificar os elementos que constituem a Matriz SWOT, quanto a observação das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que cada tecnologia identificada apresenta e, que estão descritas nos artigos e patentes. Em seguida foram criadas as matrizes considerando o agrupamento por rotas tecnológicas (tratamento, reaproveitamento, valorização e reciclagem).

#### 4.5 Sistematização dos Resultados

O mapeamento das rotas tecnológicas aplicáveis à pelagem suína seguiu metodologia própria a partir de uma adaptação do modelo de Technology

RoadMapping (TRM). Contudo neste trabalho não foram descritos os cenários de médio e longo prazo, sendo somente apresentados o atual estágio das RT's. Nesse sentido, as etapas desenvolvidas neste procedimento foram as descritas na Figura 8.

**Figura 8- Etapas da construção do Mapa estratégico**



**Fonte: Adaptado Borschiver (2016)**

A representação gráfica é baseada de modo geral no tempo no eixo “x”, que inclui perspectivas comerciais e tecnológicas, e, no eixo “y”, os parâmetros-chave mercado, produto e tecnologia (PHAAL; KIRATLI; SEMEIJN, 2001; KAPPEL, 2001).

Para este trabalho foram considerados no eixo “x” o tempo e no eixo “y” as rotas tecnológicas; a forma da difusão do conhecimento; o país, a tecnologia desenvolvida e o produto gerado.

Sendo que as RTs referem-se aos tipos de gerenciamento que foram adotados pelas patentes e artigos, a difusão trata da forma a qual foi difundido a informação se por via de artigo ou patente (modelo de utilidade ou patente de invenção), já a região identifica o país. Na sequência, os produtos e/ou as tecnologias que foram identificadas, por fim, os produtos com valores agregados referem-se a subprodutos advindos dos produtos e/ou tecnologias originalmente identificados.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Resultados da prospecção científica

Este tópico tem finalidade de apresentar os resultados alcançados com buscas realizadas nas bases científicas. A Tabela 1 apresenta resultados encontrados em conjunto com a estratégia empregada, assim como as respectivas bases pesquisadas. Também constam nela os resultados dos primeiros tratamentos de dados realizados, envolvendo a remoção das duplicatas da própria base onde foi pesquisada, bem como a eliminação por títulos dos trabalhos que não apresentaram aderência ao tema do estudo. Os valores que se encontram presente na Tabela 1 referem-se aos trabalhos brutos encontrados, a quantidades que ficaram depois da remoção e os que foram selecionados por títulos.

**Tabela 1 - Resultados das pesquisas e das etapas de refino dos trabalhos para seleção de portfólio bibliométrico**

Idiomas	Estratégias	Quantidade de Artigos Brutos		Artigos sem duplicatas		Artigos selecionados por Título	
		Scopus	WoS	Scopus	WoS	Scopus	WoS
Português	a) “pelo de porco” or “pelagem de porco” or “cerda de porco” or “pelo suíno” or “pelagem suíno” or “cerda suíno”	0	0	0	0	0	0
	b) (“pelo” or “cerda” or “pelagem”) and (“porco” or “suíno”) and (“métodos” or “técnica” or “aproveitamento” or “tratamento” or “valorização”)	3	0	3	0	0	0
Inglês	a) “pig hair” or “pig fur” or “pig bristle” or “pig pelage” or “swine hair” or “swine fur” or “swine bristle” or “swine pelage” or “hog hair” or “hog fur” or “hog bristle” or “hog pelage” or “hogget hair” or “hogget fur” or “hogget bristle” or “hogget pelage”	211	137	211	137	74	35
	b) (“hair” or “fur” or “bristle” or “pelage”) and (“pig” or “hog” or “swine” or “hogget”) and (“methods” or “technique” or “Use” or “treatment” or “valuation” or “recovery”)	3469	2271	3462	2270	26	7
<b>Total por bases de dados</b>		<b>3683</b>	<b>2408</b>	<b>3676</b>	<b>2407</b>	<b>100</b>	<b>42</b>

Fonte: Autoria própria (2023)

A Figura 5 descreve os resultados obtidos do processo de tratamento que prosseguiu após a eliminação por títulos nas bases *Scopus* e *WoS*. A partir da

junção das duas foram submetidos ao novo processo de filtração de trabalhos até chegar no produto final, o portfólio científico. É importante ressaltar que foram compilados os 100 artigos da Scopus e os 42 artigos da WoS e efetuada a remoção entre as bases dos trabalhos que tiveram repetição. Como pode ser visualizado na Figura 5, apresentada abaixo.

**Figura 5 - Processo de seleção dos artigos**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

### 5.1.1 Resultados do Portfólio Científico

O portfólio é constituído por 17 artigos selecionados durante o processo de tratamento de dados das duas bases. O quadro 2, apresenta o portfólio científico composto pelos seguintes itens: tecnologia que foram identificados nos artigos; os autores; títulos dos artigos; anos; revistas onde foram publicados os artigos; instituições aonde está afiliado o autor; tipos de documentos; e Rota Tecnológica.

**Quadro 2- Portfólio Científico**

Tecnologias	Autores	Título	Ano	Revistas	instituição	Tipo de documento	RT
Filtração e Ultrafiltração	Cassoni A.C.; Freixo R.; Pintado A.I.E.; Amorim M.	Novel Eco-Friendly Method to Extract Keratin from Hair	2018	ACS Sustainable Chemistry and Engineering	Universidade de Católica Portuguesa /Porto	Artigo	Rec.
Processos biotecnológicos	Choińska-Pulit A.; Łaba W.; Rodziewicz A. et al.	Enhancement of pig bristles waste bioconversion by inoculum of keratinolytic bacteria during composting	2019	Waste Management	“Poltegor-Institute”,	Artigo	Reapr.
	Preczeski K.P.; Dalastra C.; Czapela F.F.; Kubeneck S.; Scapini T.;	Fusarium oxysporum and Aspergillus sp. as Keratinase Producers Using Swine Hair From	2020	Frontiers in Bioengineering and Biotechnology	Federal University of Fronteira Sul, Erechim,	Artigo	Reapr.



Camargo A.F. et al.	Agroindustrial Residues					
Łaba W.; Chorążyk D.; Pudło A. et al.	Enzymatic Degradation of Pretreated Pig Bristles with Crude Keratinase of <i>Bacillus cereus</i> PCM 2849	2017	Waste and Biomass Valorization	University of Wrocław	Artigo	Rec.
Kaewsalud T.; Yakul K.; Insomphun C.; Jantanasakulwong K.; Rachtanapun P. et al.	Hydrothermal-enzymatic process for the bio-valorization of keratin wastes by thermostable keratinase from <i>Thermoactinomyces vulgaris</i> TK1-21	2023	Journal of Chemical Technology and Biotechnology	Yamagata University	Artigo	Val.
Du D.-X.; Kong L.-H.; Liu H.-Z.; Yin H.-M.	Study of microflora composition of highly efficient bacterial strains capable of degrading pig hair keratin and the effects of degradation	2020	Journal of Agricultural Resources and Environment	Hunan Microbiology Institute Changsha.	Artigo	Reapr.
Vázquez I.R.; Aguilera A.F.; Prado-Barragán L.A.; Aguilar C.N.	Fungal production of proteases induced with pig hair.	2008	Informacion Tecnológica	Universidad Autónoma de Coahuila.	Artigo	Reapr.
Liu B.; Yin H.; Liu H.	Isolation and identification of pig hair keratin-degrading strain and its degradation characteristic;	2019	Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering	Hunan Microbiology Institute Changsha.	Artigo	Reapr.

Hidrólise	Tasaki K.	A novel thermal hydrolysis process for extraction of keratin from hog hair for commercial applications	2020	Waste Management	Tomorrow Water.	Artigo	Val.
	Esteban M.B.; García A.J.; Ramos P.; Márquez M.C.	Kinetics of amino acid production from hog hair by hydrolysis in sub-critical water	2008	Journal of Supercritical Fluids	University of Salamanca	Artigo	Rec.
Pirólise	Orugba H.O.; Chukwuneka J.L.; Olisakwe H.C.; Digitemie I.E.	Multi-parametric optimization of the catalytic pyrolysis of pig hair into bio-oil	2021	Clean Energy	Delta State University, Abraka.	Artigo	Val.
	Chukwuneka J.L.; Orugba H.O.; Olisakwe H.C.; Chikelu P.O.	Pyrolysis of pig-hair in a fixed bed reactor: Physico-chemical parameters of bio-oil	2021	South African Journal of Chemical Engineering	Delta State University Abraka.	Artigo	Val.
Construção civil - argamassa-blocos	Antico F.C.; Rojas P.; Briones F.; Araya-Letelier G.	Animal fibers as water reservoirs for internal curing of mortars and their limits caused by fiber clustering	2021	Construction and Building Materials	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.	Artigo	Reapr.
	Araya-Letelier G.; Antico F.C.; Carrasco M.; Rojas P.; García-Herrera C.M.	Effectiveness of new natural fibers on damage-mechanical performance of mortar	2017	Construction and Building Materials	Universidad de Santiago de Chile, USACH	Artigo	Reapr.
	Lejano B.A.; Gabaldon R.J.; Go P.J.; Juan C.G.; Wong M.	Compressed earth blocks with powdered green mussel shell as partial binder and pig hair as fiber reinforcement	2019	International Journal of GEOMATE	University of the Philippines.	Artigo	Reapr.

Biofiltro	de Paris Júnior O.; Scapini T.; Camargo A.F.; Venturin B.; Dalastra C. et al	Removal of chromium from wastewater by swine hair residues applied as a putative biofilter	2019	Environmental Science and Pollution Research	Federal University of Santa Catarina.	Artigo	Reapr.
Adsorção	Liang, XT; Li, FZ; Zhong, SM; Yin, YZ; Zhang, YJ; Huang, ZQ	Resource utilization of pig hair to prepare low-cost adsorbents with high density of sulfhydryl for enhanced and trace level removal of aqueous Hg (II)	2022	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOLECULES	Beibu Gulf University; Guangxi University	Artigo	Reapr.

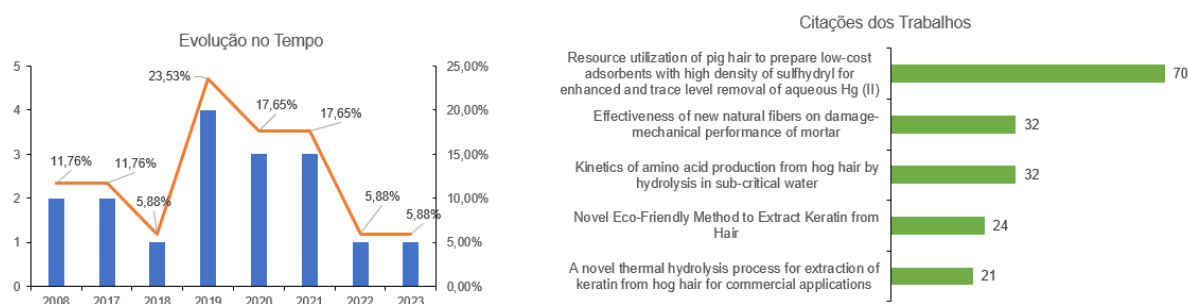
Fonte: Autoria própria (2023)

### 5.1.2 Bibliometria

Para a análise bibliométrica da pesquisa científica foram consideradas as seguintes variáveis, tais como: autor, tipos de documentos, números de publicações, citados dos trabalhos, instituição, classificação científica, bases de dados nas quais foram realizadas as pesquisas e países de origem da publicação. Vale ressaltar que, os dados utilizados para análises foram os que constam no portfólio científico.

Em relação às duas primeiras variáveis que referem o autor e tipos de documentos não tiveram representações gráficas, devido a participação com um único artigo por pessoa, ou seja, cada autor contribuiu com um trabalho científico e todos são artigos científicos.

A Figura 6, apresenta a evolução temporal das publicações e os cinco trabalhos mais citados.

**Figura 6 - Publicações e Citações dos trabalhos**

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Nota-se que o assunto relacionado à pelagem suína começou a ter uma especial atenção no mundo acadêmico e no campo das investigações científicas só no início dos anos 2008, cujos trabalhos científicos começaram a surgir com uma elaboração sistemática. Neste ano foram desenvolvidos dois artigos científicos trazendo à tona a forma como produzir ou extrair aminoácidos do pelo e a produção de protease através de resíduo de suíno aplicado ao fungo, processo biotecnológico.

Depois de quase uma década, a mesma dinâmica de produção acadêmica prevaleceu no ano 2017 com o surgimento de dois artigos uma com a ideia voltada para reaproveitamento da pelagem na área da construção civil propondo a utilização na argamassa servindo de reforço na fortificação de concretos e a outra propus um método da reciclagem pensando na degradação enzimática do pelo.

Em 2018, não teve muita publicação de trabalho acadêmica, somente um artigo foi publicado propondo um novo método ecológico para extração da queratina do pelo de suíno. O ano da maior produção científica foi em 2019, no qual foram conseguidas uma produção elevada sobre pelo, ambos os trabalhos que apareceram têm motivados a maneira de gerenciamento correto diferentemente dos convencionais, incentivando o reaproveitamento desse resíduo.

Aqui é importante destacar a participação do Brasil nesse boom de crescimento na produção, com a participação de um artigo que propõe o reaproveitamento de pelo para remoção de metais pesados, no caso o Cromo e o pelo fazendo a função de biofiltro.

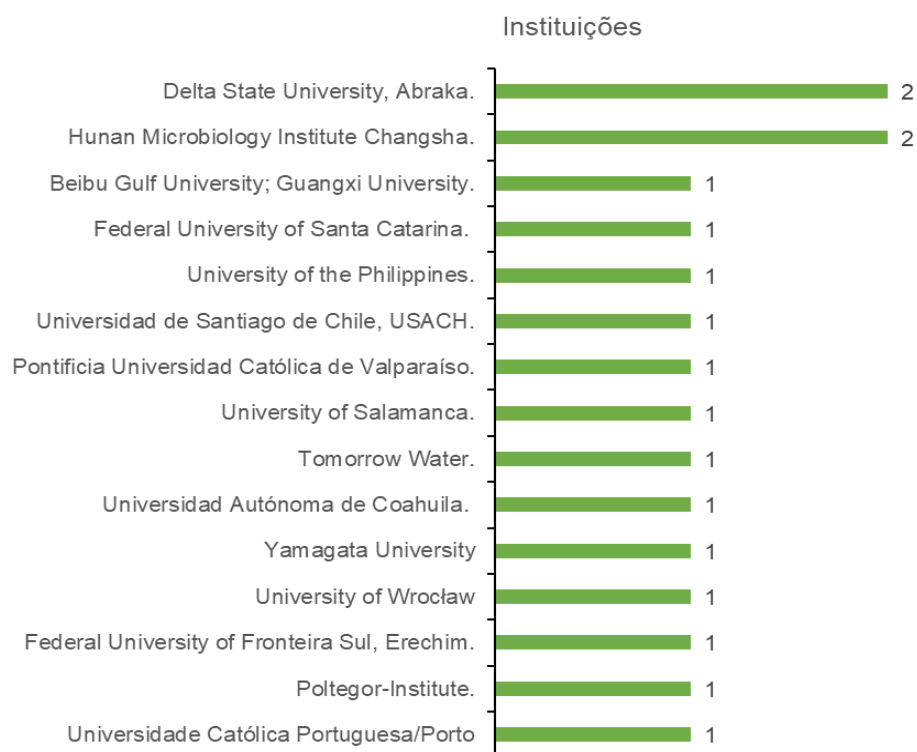
Após o auge a respeito do assunto, houve a queda na investigação que estabilizou por dois anos entre 2020 a 2021 com três artigos respectivos. Viu-se uma redução considerável nos anos 2022 e nos meados do primeiro trimestre 2023 com

aparição de um artigo por ambos os anos. Então, entre os anos de 2020 em diante é compreensível dizer que essa desaceleração se deu por questão da pausa que o mundo estava vivendo em detrimento da pandemia.

Embora, isso não tira conclusão de que o assunto envolvendo pelo de porco é pouco investigado nos universos acadêmicos olhado na escala do tempo, ainda assim pode se afirmar que é um assunto que não está muito em contato com os pesquisadores e ele é muito mais empresarial, ou seja, um problema das industriais que precisam fomentar este tipo de pesquisa para resolver um problema real.

Na Figura 7, é demonstrada as instituições de ensinos superiores que os autores dos artigos estão vinculados.

**Figura 7 - Instituições propulsoras das pesquisas sobre o pelo Suíno**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

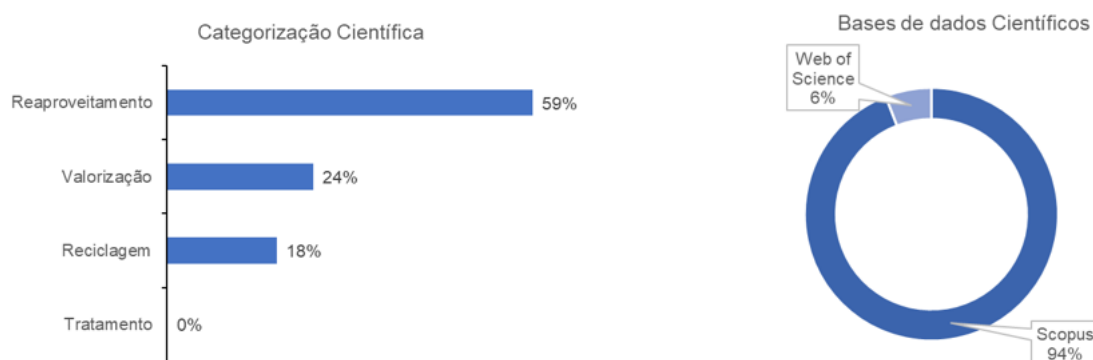
A Figura 7, destacam-se as instituições que propulsionaram a pesquisa sobre pelo suíno. No cenário brasileiro obteve destaque a participação de duas universidades públicas federais do Brasil que são: Universidade Federal Santa Catarina (UFSC) e Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), ambas com trabalhos propondo técnicas de uso de pelo de porco. Todas essas universidades encontram-se ao sul do Brasil, que é a região de maior concentração da atividade de

suinocultura e das indústrias de abate e exportação da carne suína.

No âmbito internacional as Universidades de destaque foram a chinesa *Hunan Microbiology Institute Changsha* e a Nigeriana *Delta State University*.

Já na Figura 8, é apresentada as categorias científicas das RTs identificadas nos artigos pesquisados e a taxa de recuperação do material bibliográfico por base pesquisada.

**Figura 8 - RTs e taxa de recuperação por base do material bibliográfico**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

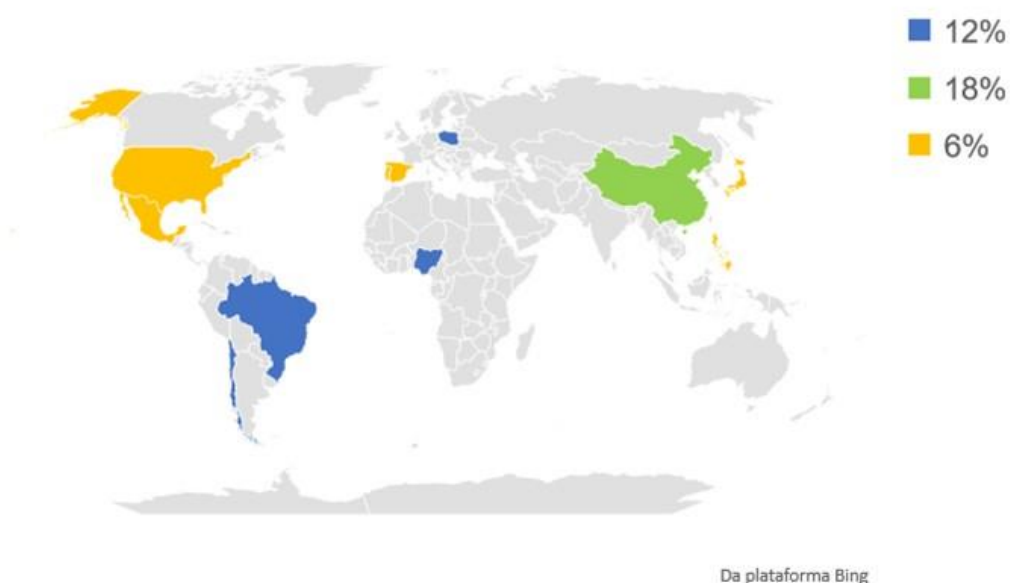
Conforme a categorização adotada para identificar tipos de métodos ou tecnologias que estão sendo utilizadas como nova forma de gerenciamento de resíduos da pelagem de suínos. Dentre as rotas identificadas a que mais predomina nas divulgações científicas é o reaproveitamento, com a representação de 59% dos estudos, apresentando-se como uma forma que deve ser pensada/considerada para as questões correlatas ao pelo de porco.

A segunda forma que os estudos indicam é a valorização para produção de novos produtos e/ou coprodutos, que podem servir de matéria prima para outra produção. Por fim, entram as tecnologias que apontam para reciclagem dos produtos e coprodutos que podem ser extraídos dos resíduos da pelagem. Todas essas classificações uma hora ou outra envolvem um certo tipo de tratamento. Enfim, há grandes indícios de que a pelagem suína pode agregar valores monetários se conseguirem usar métodos adequados.

Em relação às bases de dados pesquisadas, foram obtidos grandes números de artigos científicos na base *Scopus* que correspondem a 94%. A base *Web of Science* teve 6% dos artigos extraídos nela para configurar no portfólio. Aqui, acontece que alguns trabalhos que estão indexados numa base aparecem na outra,

sendo assim, a base que foi pesquisada primeiro leva a vantagem sobre a outra e acaba resgatando trabalhos primários. Se os trabalhos coincidirem nas duas bases e são iguais prevalece o que foi selecionado primeiro, isso fez com que o *Scopus* tivesse maior percentual de artigo. Na Figura 9, apresentada em forma de mapa, são indicados os países que contribuíram com a publicação a respeito da pelagem de suínos.

**Figura 9 - Distribuição espacial das divulgações científicas sobre o tema**



**Fonte: Autoria Própria (2023)**

Com base nos dados obtidos e representados acima o país que mais teve participação em termo de quantidade da publicação relacionada à investigação científica no que diz respeito à nova forma de aproveitamento do pelo de porco é a China com um total 18%. Em seguida, tiveram a participação de quatro 4 países que se localizam em continentes diferentes: Polônia situada ao leste Europa, Nigéria da África ocidental e o Chile e o Brasil da América Latina todos esses países contribuíram com 12% respectivamente.

E por fim, participou-se os demais países como: Espanha, Estados Unidos de América, Filipinas, Japão, México e Portugal com um total de 6% respectivamente. A participação dos países da União Europeia do Brasil da China e dos Estados Unidos, era óbvio pois são grandes produtores da carne suína (USDA, 2022). Portanto, estes problemas também farão parte dos seus ecossistemas empresariais e de impactos ambientais sentidos e que necessitam de pesquisas.

### 5.1.3 Estado da arte

Nesta seção, é apresentado o estado da arte dos artigos científicos que estão presente no portfólio, a ideia principal é trazer um panorama das tecnologias que foram identificados e apresentados no quadro 2, facilitando o entendimento do que está sendo estudado nesse campo de pesquisa e quais caminhos os estudos estão apontando e quais tecnologias ou técnicas são mais estudadas e apontadas como usual. Entretanto, o estado da arte é estruturado com base nos artigos agrupados por tecnologias, em cada artigo foi trazido de maneira resumida todas as propostas dos métodos e técnicas que ele apresenta sobre tratamento do pelo suíno, diferentemente do convencional.

#### 5.1.3.1 Tecnologias de Filtração e Ultrafiltração

Cassoni *et al.* (2018), desenvolveram um método de extração de queratina de pelo de porco que requer apenas um reagente biodegradável em combinação com um método físico de ultrafiltração. O rendimento proteico é comparável ao de outros estudos, mas quando comparado, torna-se evidente que o tempo necessário para extrair a queratina e a presença de reagentes indesejáveis podem ser significativamente reduzidos. Com impacto ambiental positivo e redução de custos, é possível obter a queratina de extrema importância no cenário mundial atual. Para ser adequado para uso em nível industrial, mais testes devem ser realizados durante o processo de escala piloto “scale-up”.

#### 5.1.3.2 Processos biotecnológicos

Conforme o estudo realizado por Choińska *et al.* (2019), onde avaliaram o impacto do inóculo queratinolítico de *B. cereus* PCM 2849 na compostagem de cerda suína em mistura com serragem e pó de linhita. O procedimento utilizou reatores fechados, estáticos e dinâmicos. O efeito da técnica de compostagem avaliou-se o inóculo sobre os indicadores de mineralização e maturidade durante a fase ativa da compostagem. O uso de uma técnica de composição estática e dinâmica confirmou os efeitos benéficos do inóculo. Provou que o *B. cereus* PCM2849 teve um efeito encorajador na degradação e transformação de material



orgânico. Constataram que os inóculos foram capazes de obter índices de maturidade mais vantajosos após atingirem seu estágio de maturação.

Em um estudo realizado por Preczeski *et al.* (2020), obtiveram queratinases produzidas por fungos por meio de fermentação submersa, avaliou dois resíduos como substratos, penas de galinha e pelo suíno. *Fusarium oxysporum* e *Aspergillus* sp. são dois isolados de fungos que têm potencial para produzir queratinase. Estas foram submetidas para fermentação com penas frango e pelo de porco preparadas de três formas diferentes (redução da concentração microbiológica, esterificação e peróxido de hidrogênio).

A massa residual foi quantificada e testada para produção de queratinase. Também foi utilizado a técnica de precipitação com sais e solventes orgânicos usando o extrato enzimático mais potente. Os melhores resultados para atividade enzimática foram obtidos com *F. oxysporum* no sexto dia de fermentação, quando  $243,25 \text{ U mL}^{-1}$  foram obtidos usando pelo de porco como substrato. *Aspergillus* sp exibiu sua maior atividade queratinolítica no dia nove, em  $113,50 \text{ U mL}^{-1}$ . O maior percentual de degradação foi de 59,20% (p/p) no pelo suíno e pela precipitação, com atividades em torno de 50%. Os resultados são animadores para a aplicação de resíduos e microrganismos em processos biotecnológicos de interesse econômico e ambiental.

Segundo Łaba *et al.* (2017), estudaram a bioconversão de resíduos de cerdas suínas usando enzimas queratinolíticas de *Bacillus cereus* PCM 2849 e avaliaram a composição de aminoácidos no hidrolisado resultante. Em primeiro lugar, a cerda passou pelo pré-termoquímico, o método de tratamento sulfito, depois um *B. cereus* hidrólise com fluido de cultivo concentrado foi usada para bioconverter a cerda suína. Foi possível determinar o impacto da concentração de substrato, concentração de sulfito durante o pré-tratamento e temperatura de reação na liberação de aminoácidos usando o delineamento Box-Behnken.

A Cromatografia líquida de alta eficiência foi usada para determinar a composição de aminoácidos do hidrolisado obtido. A condição estrutural e alterações subestruturais do substrato residual foram avaliadas usando microscopia (SEM) e espectroscopia (FTIR). Foi confirmado que a preparação enzimática usada para biodegradar cerdas contém várias proteases com uma ampla faixa de peso molecular. Foi desenvolvido um modelo de regressão, no qual os parâmetros que mais influenciaram foram: o efeito linear da concentração de substrato, seguido dos

efeitos quadráticos da concentração do substrato, temperatura de reação e pré-tratamento.

As condições de resposta também foram identificadas, o resultante produto hidrolisado era rico em aminoácidos de cadeia ramificada. Após um pré-tratamento à base de sulfitol, a aplicação de queratinase bruta de *B. cereus* permitiu a hidratação parcial das cerdas de exposição ao sol.

De acordo com Kaewsalud *et al.* (2023), demonstraram nos seus estudos uma boa capacidade de produzir queratinases para a degradação dos três resíduos de queratina de matadouro que são: pena de galinha, cerda de porco e casco de porco em cinco dias a pH 8,5 e 45°C através de *Thermoactinomyces vulgaris* TK1-21. Atividades máximas de queratinase são de 5,72, 4,21 e 4,89 U mL<sup>-1</sup>, respectivamente para os resíduos. *T. vulgaris* TK1-21 usou duas secretas tipos de enzimas extracelulares (queratinases), a termitase (queratinase-I) e carboxipeptidase T (queratinase-II), com pesos moleculares estimados em 28 e 36 kDa (densidade aparente), respectivamente. Concentrações três vezes maiores de proteína solubilizada 6,94; 3,87 e 6,32 mg/mL, foram obtidas em pH 9; 0; 55 °C e 72 horas.

Quando comparado aos biopolímeros sem mistura de KH, o biopolímero amido apresentou melhor resistência à tração (2,55-4,40 MPa) e redução na ruptura (40-54%). Com base nas descobertas, os autores propuseram como uma abordagem alternativa para valorizar, as que tenham viabilidade técnica e econômica para a bioconversão de resíduos de queratina em um potencial componente ativo para bioplásticos por processamento hidrotérmico-enzimático.

No estudo realizado por Du dong-xia *et al.* (2020), estudaram melhoramento dos recursos microbiológicos disponíveis para bactérias degradadoras de pelo suíno e fornecer técnicas nas quais o pelo suíno serviu como a única fonte de carbono e nitrogênio para a produção de bactérias degradadoras de pelo suíno.

Foi preparada uma cultura domesticada e enriquecida que mede a degradação de penas de galinha, pelos de ganso e lã. Três cepas altamente eficientes que podem degradar pelos de porco (números de cepa, E-2-2, capacidades de degradação de queratina de espectro foram rastreadas). Com uma boa combinação das várias cepas utilizadas para fazer a flora combinada, a taxa de degradação de pelo de porco em (10 dias) de três cepas situou-se entre os 58% e os 65%.

Três cepas de bactérias que decompõem a quinina suína foram identificadas como *Bacilluslicheniformis*, *Bacillus mycoides* e *Streptomyces koyangensis*, respectivamente, por meio de extensa comparação e análise dos efeitos de degradação de cada cepa, bem como várias combinações de flora (a combinação de flora ideal era E-1-4 e E-3-2). Durante o processo de degradação, uma quantidade significativa de proteína solúvel em solvente foi produzida.

A taxa de degradação do pelo suíno (10 dias) em combinação com a flora atingiu 81,8%, ou 23,8 pontos percentuais. Os efeitos sinérgicos de várias cepas têm o potencial de retardar significativamente a deterioração da pelo de porco.

Vázquez *et al.* (2008), estudaram a utilização de dois cultivos diferentes, o processo de cultivo em um estado sólido e o líquido e o método de submersão em líquido foram avaliadas as condições de submersão de proteínas fibrosas produzidas pela pelo suíno. Em alguns casos, Czapek-Dox era o método de cultivo. Durante um curso de 120 horas período de incubação, a cinética foi monitorada a cada 24 horas.

A hidrólise da azocaseína foi utilizada para avaliar a atividade proteolítica, e o método gravimétrico foi utilizado para estimar a produção de biomassa. O único microrganismo capaz de utilizar pelo suíno como única fonte de carbono-nitrogênio foi *Rhizopus Oryzae*, que produziu as maiores quantidades de atividade de queratinase em cultivo submerso. Análise do impacto do pH, do tratamento do substrato e da adição de vários níveis de queratinosa na atividade enzimática e no crescimento celular. Os resultados permitem a emissão de 975 títulos U /L de atividade proteolítica.

Liu *et al.* (2019), estudaram a utilização da cerda suíno como única fonte de nitrogênio e carbono para separar a base da cultura do solo, a fim de selecionar microrganismos que possam efetivamente degradar o pelo suíno. Também investigaram a classificação bacteriana e as propriedades de degradação do pelo. Através da domesticação, um total de 6 cepas que podem degradar a proteína de pelo/cerda, foram filtrados e após 7 dias de cultura de fermentação, a taxa de degradação de proteína de cerda suína da cepa X-3 atingiu 77,3%, o melhor efeito de decaimento.

A primeira identificação da cepa como *Bacillus coagulans* foi feita por meio de características do filo bacteriano, características físicas e biológicas e *Bacillus coagulans* análise da árvore de desenvolvimento do 16S rDNA. Numerosas

proteínas solúveis são produzidas durante o processo de degradação, sendo que o enxofre do resíduo de enxofre também é convertido em sulfato, ácido sulfúrico é convertida em compostos à base de sulfato. A filtração de cepa separada enriquece a reserva de recursos microbiológicos das bactérias degradadoras de queratina, que podem ter valor potencial na produção de aminoácidos para alimentação.

### 5.1.3.3 Tecnologias de Hidrólise

De acordo com o trabalho desenvolvido por Tasaki (2020), que desenvolveu a nova tecnologia de hidrólise, uma técnica de hidrólise sem o uso de produtos químicos, denominado de processo de hidrólise térmica (PHT), usou o processo para extrair e hidrolisar queratina de resíduos corporais de animais. O procedimento consiste em duas etapas de aquecimento: a primeira envolve a dilatação e desnaturação da rede de proteínas da queratina nos filamentos intermediários, e a segunda envolve a quebra das pontes dissulfeto que ligam as fibras densas de queratina. O hidrolisado de queratina extraído por PHT foi purificado via ultrafiltração de uma onda de corte emitida por uma membrana.

O uso de pelo de corpo, nessas duas etapas alcançou um rendimento de recuperação de cerca de 70% da queratina quando comparada à queratina original do pelo suíno, o que é comparável a uma das melhores taxas de recuperação alcançadas por processos químicos convencionais. A análise da composição de aminoácidos revelou que a queratina hidrolisada por PHT apresentou o dobro de aminoácidos essenciais que a soja com base na matéria seca. Demonstrando que a quantidade de resíduos químicos pode ser controlada ajustando a temperatura do segundo aquecimento.

Em um estudo realizado por Esteban *et al.* (2008), são propostas as formas de recuperação dos aminoácidos de pelo de porco, utilizando a técnica de hidrólise de água subcrítica. O foco do estudo é o avanço das tecnologias para a reciclagem subcrítica de cerdas suínas à base de água. Foi identificada a influência do tempo de reação no processo, e descobriu-se que o tratamento dos produtos residuais envolve as duas reações primárias de hidrólise da queratina em aminoácidos e decomposição de aminoácidos em outros produtos. O estudo da cinética do processo é crucial para uma compreensão completa da relação entre as taxas de

produção e decomposição de aminoácidos após a hidratação da queratina. O modelo teórico foi elaborado para explicar o complexo processo de hidratação da cerda suíno em água subcrítica. Um modelo simplificado que tenha boa concordância entre os dados experimentais e as equações sugeridas pode descrever com precisão da reação.

#### 5.1.3.4 Tecnologia de pirólise

De acordo com Orugba *et al.* (2021), são realizados a pirólise de pelo de porco em um reator de leito fixo utilizando um catalisador de óxido de cálcio derivado da calcinação de cascos de tartaruga. A influência de três variáveis temperatura, taxa de aquecimento e peso do catalisador em duas respostas o rendimento do bio-óleo e seu potencial calorífico máximo (HHV) foi examinada no processo de pirólise. Utilizando a metodologia de superfície de resposta, seguida por uma equação do modelo de regressão de segunda ordem foi obtida em cada resposta. Os melhores desempenhos do bio-óleo e seu HHV foram obtidos 51,03% e 21,87 mJ/kg respectivamente, a 545°C, 45,17°C/min, e 2,504 g temperatura de pirolise, taxa de aquecimento e peso do catalisador, respectivamente. Os valores de R<sup>2</sup> de 0,9859 e 0,9527, respectivamente, obtidos para O desempenho do bio-óleo e seus modelos HHV usando análise de variância revelaram que os modelos podem prever com precisão o desempenho da bio-azeitona e seu hHV com base no processo de pirolização.

Chukwuneke *et al.* (2021), produziram o bio-óleo com pelo de porco disponível em abundância usando um reator de leito fixo. Durante o processo há influência dos fatores, como temperatura e taxa de aquecimento, que afetaram a produção de bio-óleo, bio-carvão e gás de síntese. Os materiais foram aquecidos a uma faixa de temperaturas entre 300 e 550 °C em intervalos de 50 °C. Os resultados mostraram que a temperatura de pirólise tem um impacto moderado no rendimento do produto e nas propriedades do bio-óleo. O maior rendimento de bio-óleo, 51,8% em peso, foi obtido na temperatura de pirólise de 450°C, enquanto os demais produtos renderam 39,5% em peso de biocarvão e 43,0% em peso de gases não condensáveis. O bio-óleo que pode ser usado na produção de produtos químicos, farmacêuticos, cosméticos, tintas, fragrâncias e gases inflamáveis.

### 5.1.3.5 Tecnologia de construção civil - argamassa- blocos

Antico *et al.* (2021), fizeram uma pesquisa experimental para abordar evidências internas de cura de argamassa usando pelos de porco distribuídos aleatoriamente como reservatórios de água. Prepararam argamassas lisas e armadas com pelo de porco variando de 0 a 8 quilos de fibras por metro cúbico de argamassa. Através do uso de microscopia eletrônica foram examinadas as características microestruturais das argamassas lisas e reforçadas, foram medidas as microdurezas dentro da massa granular de cimento e a massa de cimento perto das fibras suínas.

A resistência elétrica e a absorção superficial foram utilizadas para examinar os efeitos da cura interna provocada pela cerda de porco. O uso de fibras naturais reforço das argamassas aumenta sua resistência e fornece um pouco da água necessária para a cicatrização interna, entretanto, o grau de cicatrização interna resultante da adição de fibras naturais não é proporcional à quantidade de fibras, a dose potencial para formar agregados fibrosos aumentou à medida que a quantidade de fibra aumenta. Os resultados apresentados nos seus trabalhos revelam que existe dosagem ideal de fibra que maximiza a cicatrização interna provocada com essas fibras. Este estudo avança na investigação de argamassas armadas com fibras naturais para fornecer fibras soluções sustentáveis para materiais de construção.

Em um estudo realizado por Araya-letelier *et al.* (2017), fizeram adição de fibras de pelo de porco e com materiais à base de cimento melhora a resistência dos materiais à flexão e estiramento, fratura e abrasão, retarda o trincamento, reduz o tamanho das trincas. As propriedades físicas e mecânicas do pelo de porco são escolhidas para serem utilizadas como reforço em argamassas. Ocorreu o desenvolvimento de uma análise sensível do teor de fibras das argamassas. Os resultados deste estudo mostraram que as argamassas reforçadas melhoram significativamente sua resistência ao impacto, abrasão, fissuração por deformação plástica, idade à fissuração e tamanho da fissura à medida que o volume da fibra aumenta. Outras características das argamassas blindadas, inclusive como resistência à compressão e flexão, densidade, porosidade e módulo de elasticidade não são substancialmente afetados pela adição de pelo de porco.

Conforme estudado por Lejano *et al.* (2019), mostraram a possibilidade de

estabilizar blocos de Terra Comprimida feitos de material único e compactados usando um molde mecânico. Cimento e bloco de terra comprimida podem funcionar tão bem quanto os blocos vazados de concreto. À baixa resistência à tração de blocos de terra comprimida e mais sobras de fibras de pelo suíno, que são uma espécie de reforço da fibra, podem melhorar o desempenho dos blocos contra rachaduras. Devido ao alto custo do cimento, blocos de terra compactada podem ser parcialmente preenchidos com as cascas de mexilhões verdes e pelo de porco, mais outro material restante.

Foram 12 combinações diferentes da mistura com pelo de porco e mexilhões verdes, após o uso de quatro diferentes concentrações de fibra de pelo de porco (0, 0,5%, 0,75% e 1%) e três diferentes porcentagens de substituição de cimento mexilhões verdes (0, 5% e 10%).

Os resultados do teste envolveram a realização de uma análise estatística usando o programa Stata. ANOVA e teste o t também foram empregados para averiguar a significância do aumento da força em relação à amostra controle. Produziu aumentos em resistência compressiva, resistência de 67% e resistência à flexão de 626%.

#### 5.1.3.6 Biofiltro para remoção de cromos hexavalente

De acordo com estudo realizado por De Paris Júnior *et al.* (2019), que analisaram o uso de pelo suíno como um potencial biofiltro para remover o cromo hexavalente (Cr(VI)) de efluentes da indústria curtume. O pelo foi pré-tratado com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> usando alcalino, e a análise estatística foi feita para avaliar a degradação do pelo, bem como a possível remoção de Cr (VI) pelo biofiltro pré-tratado. Os resultados mostraram que 99% do Cr (VI) foi removido após 105 minutos de tratamento em uma ampla faixa de pH (1–10). Ambos os efluentes foram submetidos a estudos de citotoxicidade usando células vegetais e animais, ambos os tipos de células apresentaram uma redução significativa na toxicidade. Um remanescente promissor para a remoção de metais pesados do ponto de vista de uma técnica ambientalmente correta.

### 5.1.3.7 Adsorção

Em um estudo realizado por Liang *et al.* (2022), testaram a potencialização de atividade no sequestro de Hg (II), tioglicolato de amônio foi adicionado o pelo de porco. O teor de sulfidril da solução de pelo de porco modificado aumentou de 0,07 para 11,05 mol /g como resultado da moagem de bolas quebrando o banho hidrofóbico da cutícula e aumentando a redução da ligação dissulfeto. além da capacidade de captação de Hg (II) do carvão ativado comercialmente (219,7 mg/g) o teor de sulfidril da solução de pelo de porco têm capacidades de captura de Hg (II) significativamente maiores do que o pelo de porco (3,1 mg/g). Maiores capacidades de captação de Hg (II) que o pelo de porco (3,1 mg/g). O Hg (II) pode ser reduzido por teor de sulfidril da solução do pelo de porco de baixo custo.

## 5.2 Resultados da prospecção tecnológica

Este tópico, apresenta os resultados encontrados nas prospecções tecnológicas, assim como as dificuldades enfrentadas aquando da sua realização.

Como previsto e delineados na metodologia que previa prospectar em duas bases de patente a da INPI e WIPO-PATENSCOPE. A busca na base INPI não teve sucesso devido à ausência das patentes que tratam da utilização da pelagem suíno para certo tipo de aproveitamento, de acordo com o que foi visado neste estudo. Portanto, não haverá o tópico de resultados que falem especificamente da INPI.

Os resultados são apresentados em conjunto com as estratégias empregadas, assim como resultados dos processos realizados para seleções das patentes que compõem o portfólio tecnológico. A última coluna demonstra a quantidade de patentes selecionadas por cada estratégia associada aos IPC's.

Na Tabela 2, tem-se os dados obtidos por meio da busca de patente na base *wipo-patentscope*.



Tabela 2 - Resultados da prospecção tecnológica

ESTRATÉGIA	OPERADOR BOLEANO	IPC OU CPC	RESULTADO	SELEÇÃO POR TÍTULOS	SELEÇÃO PELA LEITURA DE PATENTES	
	AND	A22B	39	1	1	
	AND	A23J	2	2	1	
	AND	A23K	5	1	1	
	AND	A46B	9	7	3	
("pig hair" or "pig fur" or "pig bristle" or "pig pelage" or "swine hair" or "swine fur" or "swine bristle" or "swine pelage" or "hog hair" or "hog fur" or "hog bristle" or "hog pelage" or "hogget hair" or "hogget fur" or "hogget bristle" or "hogget pelage")	AND	A46D	9	0	1	
	AND	A47L	2	0	0	
	AND	B01D	2	1	0	
	AND	B07B	4	0	0	
	AND	B08B	4	2	2	
	AND	C05F	8	6	1	
	AND	C07C	3	3	1	
	AND	C10L	1	1	1	
	AND	CO5G	10	3	2	
	AND	A41F	1	1	1	
	AND	C11B	1	1	0	
	AND	D21C	7	1	1	
	AND	C12P	10	3	2	
	<b>Total</b>			<b>117</b>	<b>33</b>	<b>18</b>

Fonte: Autoria própria (2023)

## 5.2.1 Portfólio tecnológico

O quadro 3, apresenta as patentes selecionadas na base WIPO-PATENTSCOPE, sob processo descrito na metodologia deste trabalho. As patentes selecionadas são as que apresentaram, sobretudo, aderência a proposta tecnológica em questão.

Quadro 3- Portfólio tecnológico

Tecnologia	Título	Inventor(es)	Instituições	Países	Ano	Tipo	ICP OU CPC	RT
Dispositivo de limpeza	Pig hair residue cleaning device	CUI YUE	JINHUA SINEIKE TECHNOLOGY CO., LTD.	China	2018	PI	A22B	Trat.
	Multifunctional gun barrel wiping structure	FU HUIMING	QUANZHOU JINXIA MECHANICAL PARTS CO., LTD.	China	2018	MU	F41A	Reapr.
	Pig bristle cleaning device for bristle brush production	YANG YUHAI	YANG YUHAI	China	2020	MU	B08B	Reapr.

	Cleaning and impurity removing device for raw material pig hair in bristle brush production	XU LUMING; CHEN LI	ANHUI PROVINCE QIANSHAN COUNTY QIANYUAN BRISTLE BRUSH CO., LTD.	China	2022	PI		Trat.
PRODUÇÃO DE PÓ DE PELE DE SUÍNO COMO FONTE DE PROTEÍNA	METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING POWDER FOR UTILIZING SWINE BRISTLES	JANG, CHANG SUN	HAMJIPAK CO., LTD.	República da Coreia	2015	PI	C05F	Rec.
	METHOD FOR PRODUCING PIG FUR POWDER AS SOURCE OF PROTEIN AND AMINO ACID	JUNG, YOUNG HO	JUNG, YOUNG HO	República da Coreia	2013	PI	A23K	Val.
PINCEIS	PAINT BRUSH HAVING CRINKLE FILAMENTS AND NATURAL FILAMENTS	BABKOWSKI, William, I.	THE SHERWIN-WILLIAMS COMPANY [US]/[US]	Organização Mundial da Propriedade Intelectual	1999	PI	A46B	Reapr.
	Method for producing paint brush bristles	Burns Fredrick B.	EZ Paint Corporation	Estados Unidos da América	1992	PI	A46D	Reapr.
FERTILIZANTE	Preparation method of pig hair fermented fertilizer	HOU LIANG	JIESHOU MINGLIANG PLANTING PROFESSIONAL COOPERATIVE	China	2017	PI	C05G	Rec.
	Biological organic special complex fertilizer and preparation	SHAO JIANMING	SHANGHAI HELYU BIOLOGICAL ORGANIC FERTILIZER CO., LTD.	China	2017	PI		Val.

	method thereof							
ESCOVA	HAIR ROLL BRUSH HAVING SWINE BRISTLES WOUND AROUND CENTRAL AXIS	SEO, SEON MIN	Seonmin Seo	República da Coreia	2020	PI	A46B	Reapr.
MEDICAMENTO	Production method of hepatitis medicine L-2-amino-3-mercaptopropanoic acid hydrochloride	LI DAN	CHENGDU PLAIN TECHNOLOGY CO., LTD.	China	2018	PI	C07C	Val.
EXTRAÇÃO	Method for extracting protein peptides from pig hair	ZHANG JIAWAN, XIONG PINGYONG CUI QUNWEI FANG JUNSHENG	YURUN BIOTECHNOLOGY (DONGHAI) CO., LTD.	China	2017	PI	C12P	Rec.
Ração	Method for producing oligopeptide for feed from pig hairs	HUANG LEI	DALIAN HAOXIANG BIOLOGICAL ENZYME ENGINEERING CO., LTD.	China	2016	PI	C12P	Val.
PROCESSAMENTO DE MATERIAL CONTENDO LIGNOCELULOSE	NOVEL METHOD FOR PROCESSING LIGNOCELLULOSE CONTAINING MATERIAL	VAN GROENESTIJN, Johannes, Wouterus	NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST-NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK TNO [NL]/[NL]	Organização Mundial da Propriedade Intelectual	2010	PI	D21C	Reapr.
ENERGIA	METHOD AND DEVICE FOR GENERATING ENERGY FROM PIG HAIR	BIGAS SORIA, Frederic	BIGAS ALSINA, S.A. [ES]/[ES]	Organização Mundial da Propriedade Intelectual	2020	PI	C10L	Reapr.

CONVERSÃO DA QUERATINA	PROCESS FOR KERATIN CONVERSION	JUAREZ MOLINA JESÚS, FERNANDEZ MARTIN FÉLIX	SYMBORG S L	Instituto Europeu de Patentes	2021	PI	A23J	Rec.
------------------------	--------------------------------	---	-------------	-------------------------------	------	----	------	------

**Legenda:** RT- Rota tecnológica; PI- Patente de invenção; MU- modelo de utilidade

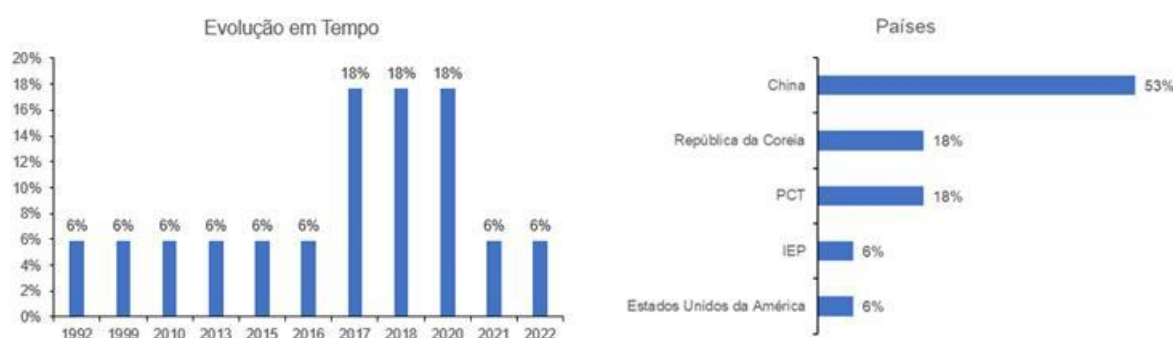
**Fonte: Autoria própria (2023)**

### 5.2.2 Patenteometria

Para a análise tecnométrica da prospecção tecnológica foram considerados os dados: evolução temporal, países, tipos de patentes, inventores, classificação de tecnológica e IPC das Patentes encontrados. Os dados usados nesta análise foram os que compõem o portfólio tecnológico.

Na Figura 10, é representada a evolução temporal das patentes e países depositantes das mesmas.

**Figura 10 - Evolução temporal das patentes e países depositantes**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

Ao observar no gráfico composto pela evolução no tempo, percebe-se que surgiu a preocupação a respeito do resíduo de pelo de suíno, deste a décadas 90 principalmente nos anos de 1992, no qual apareceu a primeira invenção com a ideia de utilização de pelo de porco na construção de pincel com finalidade de uso na atividade artística de pinturas e no acabamento da construção civil. Após 7 anos depois, em 1999 a ideia de pincel voltou ao cenário da invenção propondo a mesma utilidade, mas com uma mistura de fibras sintéticas. O assunto entrou em esquecimento por volta de 11 anos, para depois ter uma nova invenção que se refere ao processamento de biomassa vegetais em conjunto com pelo.

A partir do 2010 as invenções passaram a ser mais frequentes com intervalo

de 3 a 2 anos e surgem novas invenções. Foram aceleradas nos anos 2017, 2018 e 2020 contendo a participação de 18% das invenções respectivamente. Nos dois últimos anos, que são 2021 e 2022, houve decréscimo em termo das novas patentes. É importante enfatizar as ausências de estudos tecnológicos voltadas ao uso da pelagem suíno.

No tocante aos países depositantes das tecnologias, a China teve o protagonismo na liderança no que diz respeito aos números de patentes representando com 53% de invenções. Em seguida, ocuparam a posição de segundo colocado República da Coreia e Tratado de Cooperação de Patentes PCT com 18% respectivamente. Os Estados Unidos da América e o Instituto Europeu de Patentes IEP ficaram com 6% da participação. Mais uma vez, constata-se que o assunto da pelagem suíno não está merecendo muita discussão e procura da solução por países ocidentais.

A Figura 11, ilustra os tipos de patentes e os inventores que contribuíram com novas propostas tecnológicas para uso de pelo de porco.

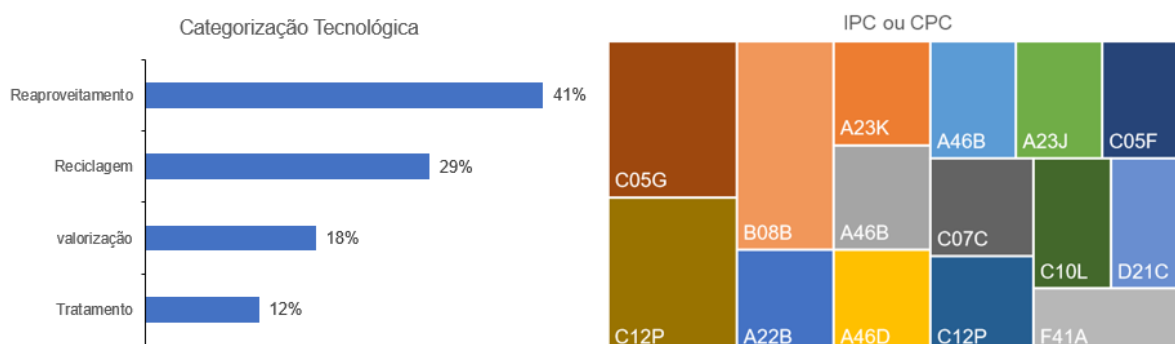


**Fonte: Autoria própria (2023)**

É notório que as patentes de inovação tiveram maior participação de que o modelo de utilidade, obtendo 88% das invenções e 12% de modelo de utilidade. Por ser um assunto novo, no sentido de descobrir os impactos que ele causa. Portanto, os grossos números das tecnologias que surgiram tendem a ser invenções. Em relação aos inventores todos contribuíram com a tecnologia.

É demonstrada, na Figura 12, a Rota Tecnológica e a Classificação Internacional de Patentes IPC, ou seja, os códigos pesquisados.

**Figura 12 - RTs das patentes e suas classificações**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

Conforme ilustra a Figura 16, na qual categoriza as rotas tecnológicas e técnicas que estão sendo indicados pelos os inventores como sendo as mais apropriadas para o sistema de gerenciamento de resíduos da pelagem. O que as patentes apontam é o reaproveitamento para a produção de um coproduto ou matéria-prima de outro processo e teve 41% das indicações. A reciclagem foi o segundo colocado com 29% das patentes apontando-o. A valorização teve 18% de indicações e, por fim, o tratamento com 12% das patentes.

Quanto à classificação internacional da patente que é composta por grupo de letras alfabéticas que especificam quais linhas as invenções são direcionadas. As letras que compõem as classificações e suas descrições são: A – necessidades humanas; B- operações de processamento e transporte; C- química e metalurgia; D – têxteis e papel; E- construções fixas; F- engenharia mecânica, iluminação, aquecimento, armas e explosão; G – física; H- eletricidade.

Dentre estas classificações descritas acima, têm outras subclassificações que são diferenciadas pelas numerações e uma letra no final que tem umas especificações diretas. Ao observar na Figura 12, no gráfico da IPC, foi percebido que as classificações principais que aparecem nas patentes prospectadas são os grupos: A – necessidades humanas, a que mais teve patentes encontradas indicando uso do pelo de porco para utilidade humana. O segundo grupo que apresentou maior quantidade de patentes foi o grupo C- química e metalurgia. Ainda assim, tem aparecidos os grupos: B- operações de processamento e transporte; D – têxteis e papel e F- engenharia mecânica, iluminação, aquecimento, armas e explosão. As subclassificações do grupo A, assim como dos demais grupos foram apresentados na metodologia.

Portanto, consideráveis números de patentes mostram que o pelo de porco pode ser utilizado para necessidades humanas servindo de acessórios para desenvolvimento de algumas atividades, assim como para conservação da nossa beleza através da substância cosméticos presente na estrutura capilar.

### 5.2.3 Estado da técnica

Nesta seção é apresentado o estado da técnica das patentes que estão presente no portfólio, a ideia principal é trazer um panorama das tecnologias que foram identificadas e apresentados no quadro 3. Com base nisso, facilita o entendimento do que está sendo estudado nesse campo da inovação e quais caminhos as invenções estão apontando e quais tecnologias ou técnicas são mais desenvolvidas e apontadas como usual. Entretanto, o estado da técnica é estruturado com base nas patentes encontradas, em cada patente foi trazido de maneira resumida todas as propostas de métodos e técnicas que ela apresenta sobre tratamento do pelo suíno.

#### 5.2.3.1 Dispositivo de limpeza

De acordo com a invenção de Yue cui (2018), que refere a um dispositivo para limpeza de resíduos de pelo suíno e que pertence ao campo técnico de processamento de carne. O dispositivo de limpeza de resíduos de pelo de porco compreende uma placa de conexo; uma bomba de água é conectada ao lado superior esquerdo da bomba de água; uma bomba de água é conectada ao lado direito da bomba de água. Os dispositivos de rolamento estão localizados por baixo de um transportador de correio, enquanto os dispositivos de fixação estão localizados dentro do transportador de correio. Os dispositivos de fixação aceitam invólucros; agulhas de alumínio são posicionadas dentro dos invólucros; e farpas são posicionados nas pontas das agulhas. Os pelos de porco no clareados são admitidos a clareamento secundário com um grupo de navalha; e depois de os pelos estão removidos, o bico de pulverização pode lavar a carne de porco com água de alta pressão.

Em uma invenção feita por Huiming (2018), revela uma estrutura de limpeza multifuncional para canos de armas. A estrutura multifuncional de limpeza do cano

da pistola inclui uma alça, uma haste, uma primeira cabeça de limpeza, uma segunda cabeça de limpeza e uma terceira cabeça de limpeza, todas equipadas com cabeça de escova porções e primeiros conectores macho conectados aos primeiros conectores fêmea de maneira removível. A porção de cabeça de escova também é fornecida com primeiros conectores macho. Parte da tampa da escova da segunda cabeça de limpeza é feita de pelo de porco seco, embebido em óleo antiferrugem. Quando comparada com a técnica anterior, a estrutura de limpeza multifuncional para o cabeçote da arma. O cano melhora muito a eficácia do trabalho quando os soldados limpam o cano ao ar livre.

A patente inventada por Yuhai (2020), refere-se à área técnica de produção de escovas de cerda, ou seja, a um dispositivo para limpeza contendo a cerda suína para produção de escovas de cerda. A questão técnica que a invenção abordará é a tendência de um método de limpeza existente para reduzir a flexibilidade de cerda suínos. O dispositivo para limpeza de cerdas suínas para confecção de escovas de cerdas é composto por uma caixa da máquina, um dispositivo de transporte montado na parede interna da caixa da máquina, uma entrada no lado esquerdo da caixa da máquina, uma saída no lado direito da caixa da máquina e uma peça no lado esquerdo da caixa da máquina.

Luming e Li (2022), inventaram dispositivo de limpeza para remoção das impurezas de pelo de porco. A invenção refere-se ao campo da remoção de impurezas, especialmente um dispositivo de limpeza e remoção de impurezas para matéria-prima pelo de porco na produção de escovas de cerdas. O dispositivo compreende uma caixa de tratamento, uma bomba de água instalada no lado esquerdo, uma haste guia instalada entre as paredes internas do lado esquerdo e do lado direito da caixa de tratamento, um mecanismo de fixação de pelo de porco instalado na superfície externa da haste guia, um motor de acionamento instalado na parte traseira da caixa de tratamento, um eixo rotativo instalada eficiência.

#### 5.2.3.2 Produção de pó como fonte de proteína

A presente invenção feita por Jang (2015), refere-se a um método e um aparelho para fabricar pó para utilização de cerdas suínas em que a produtividade é aumentada pelo enfraquecimento da força das ligações de cistena por meio de uma



reação de tratamento térmico de subprodutos do abate. O pó tem excelente desempenho como fertilizante e aditivo alimentar, pois o pó possui alto teor de aminoácidos e a velocidade de decomposição pode ser ajustado usando microrganismos capazes de decompor proteínas, o pó possui alto teor de aminoácido.

A produtividade do fertilizante orgânico é aumentada e o odor repugnante e mau cheiros removidos pela decomposição acelerada de substâncias geradoras de mau cheiro inclui nos subprodutos do abatimento por meio do microrganismo. O pó para utilização de cerdas suínas possui alto teor de aminoácidos e fornece efeito fertilizante de liberação lenta quando aplicado em lavouras. O pó para utilização de cerdas suínas tem excelente desempenho como fertilizante e pode aumentar a eficiência da produção ao reduzir o período de produção de um fertilizante.

Jung (2013), fizeram invenção que se refere a um método para produzir pó de pelo de porco utiliza como ingrediente principal o pelo de porco produzida em açougue de porco. O pelo de porco seca é mexida e aquecida durante 4 a 9 minutos numa superfície com uma temperatura superficial de 190-225 °C da presente invenção, a pele de porco é transformada em proteína e pó de aminoácidos em um curto período de tempo sem perda nutricional usando uma técnica física, ao contrário dos casos que nutricional anteriormente que eram inviáveis e antieconômicos. Como resultado, a invenção atual pó de pelo suíno pode ser usado como ingrediente em uma variedade de produtos, incluindo forragem, cosméticos e fertilizantes proteicos.

#### 5.2.3.3 Pincéis

Em uma invenção feita por Babkowski (1999), apresentou exposição de um pincel que combina cerdas naturais de porco com filamentos metálicos sintéticos. Partir de uma resina de poliéster e incluir uma pluralidade de ondas ou ondulações ao longo de seu comprimento. A cerda natural pode ser de porco, ou algo semelhante. O pincel mantém sua forma com o uso, e as bordas não ficam “flexíveis” quando usadas com tinta à base de água. Além disso, o pincel possui excelentes propriedades de “recolha” e “lançamento” de tonalidade e possui maior capacidade de cobertura de superfície.

Conforme Burns (1992), que teve como invenção um método para produzir cerdas de pincel sintéticos com uma superfície rugosa inclui incorporar a cerda suíno e dispersar um agente sopro em uma mistura de extrusão preparada e, em seguida, extrudar e sinterizar o material preparado para permitir que o agente sopro disperso se expanda, quebre e se torne esfera à superfície da cerda.

#### 5.2.3.4 Fertilizante

O Liang (2017), descreve um método para fazer fertilizante de pelo de porco fermentado que envolve cozimento de pelo de porco em água quente por duas a três horas após a limpeza; misturar uniformemente pelo de porco com lentilhas, algas marinhas e autocura; adicionar uma mistura bacteriana de microrganismos de acordo com o tamanho do inóculo e organismos microscópicos; e adição de organismos microscópicos. O método para produção fertilizante fermentada do de porco é fácil de usar e barato. Também é rico em nutrientes e versátil na aplicação. Além disso, ao contrário dos fertilizantes orgânicos mais comuns, o fertilizante de pelo de porco fermentado também contém materiais ricos em aminoácidos.

De acordo com a invenção Jianming (2017), A invenção revela um fertilizante biológico especial complexo e um método de preparação do mesmo. A mistura orgânica compreende 50-60 partes de esterco de porco, 8-10 partes de esterco de galinha, 20-25 partes de resíduos brácteas de bactérias e 10-15 partes de canudos. A mistura nutricional compreende 8-10 partes de ureia, 10-25 partes de sulfato de amônio, 20-25 partes de cloro de amônio, 2-5 partes de di-hidrogenofosfato de amônio, 5-8 partes de diamônio fosfato de hidrogênio, 10-15 partes de um fertilizante de potássio, 2-5 partes de ácido hídrico, 2-5 partes de microelementos. A solução de aminoácidos é preparada a partir dos seguintes ingredientes: vísceras de peixe e/ou escamas de peixe, conchas e/ou pequenos camarões secos, pelos de porco e/ou carcaças de animais. A solução de aminoácidos é preparada a partir de resíduos animais, de modo que o fertilizante orgânico especial biológico seja abundante em nutrientes e possa garantir alto rendimento, e a taxa de utilização dos resíduos é melhorada; O aminoácido traz os microelementos para os corpos das plantas por meio de íons metálicos complexos, de modo que a eficiência do fertilizante é alta.

#### 5.2.3.5 Escova

A presente invenção de Seo (2020), refere-se a um rolo de cabelo com ventosas posicionadas em torno de um eixo central, com as ventosas formando o eixo central e uma cabine suportada por um eixo central pré-determinado alongado em um dos lados. Uma escova de cabelo com cerdas suíno enrolado um eixo central inclui o seguinte: um rolo de cerdas suíno que permite que as cerdas suínas sejam dobradas em uma direção ao longo da superfície externa circunferencial; e os dentes do pente em que as cerdas suínas, o cabelo de resina sintética e os dentes de alumínio são fixados radialmente em relação ao eixo central.

#### 5.2.3.6 Medicamentos

A invenção do Dan (2018), refere-se a um método de produção de medicamento para hepatite de cloridrato de ácido L-2-amino-3-mercaptopropanoico. O método compreende as seguintes etapas principais de adição de ácido clordrico em um tanque de hidrólise, adição de pele de porco à tratamento de limpeza, a hidrólise por 1 a 2 h, adição de solução industrial de hidróxido de sódio com uma porcentagem em massa de 20 a 25 por cento, regularização de pH para 3 a 3,3; realizar em pé por 5 a 7 h, pesando 200 kg de produto bruto.

#### 5.2.3.7 Extração de Subprodutos

A invenção do Junsheng *et al.* (2017), revelam um método para extrair peptídeos de proteína suína. O procedimento inclui as seguintes etapas: trituração: esmagamento do pelo de porco amolecido para obter farinha de pelo de porco; amaciamento: realização de tratamento de explosão de vapor no pelo de porco; enzimático Filtração I: filtrar a primeira solução da primeira pelo suína hidrolisada enzimaticamente para obter o primeiro percolado e líquido de retenção; Hidrólise I: mistura da farinha de pele suína, água e hidrolase animal.

Para uma segunda solução de pele suína hidrolisada enzimaticamente, combine líquido retenção com alcalase; segunda geração da solução de pelo suíno hidrolisado para obtenção do segundo percolado; concentração e separação

primeira e segunda percolações, realizando a concentração para obter uma solução concentrada e, em seguida, concentrando a solução obter as enzimas proteolíticas.

Os peptídeos de proteínas preparados de alta digestibilidade e taxa de recuperação, ecologicamente corretos e livres de poluição por reagentes, e contêm pequenos peptídeos bioativos ricos, os recursos de proteína de pelo de porco. Hidrólise enzimática múltipla, concentração, separação e processos similares são usados para preparar peptídeos de proteínas que são altamente digeríveis, têm alta taxa de recuperação, são ambientalmente responsáveis, não poluem o meio ambiente, contêm pequenas quantidades de compostos bioativos e são produzidos em um ambiente limpo usando recursos da proteína do cabelo suíno.

#### 5.2.3.8 Ração

A invenção do Lei (2016), descreve um método para produzir oligopeptídeos para ração a partir de pelos de porco. O método inclui lavar e desidratar os pelos de porco e adicionar licor alcalino para aquecer e dissolver os pelos de porco, ajustando o valor de temperatura e o valor de pH do licor de porco de porco, adicionar queratinase, agitando o licor de ar de porco para enzimólise, ajustando o valor de PH e aumentando a temperatura para matar as enzimas e realizando a separação dreg-líquido. O oligopeptídeo de pelo de porco torna-se solúvel em água, porções com peso molecular inferior a 2.000 [Da] ultrapassam 75%.

Como resultado, o oligopeptídeo pode ser absorvido diretamente pelo trato intestinal dos animais, aumentando as taxas de absorção e promovendo o crescimento animal.

#### 5.2.3.9 Processamento de material contendo lignocelulose

A invenção do Vam Groenestijn *et al.* (2010), desenvolveram um método de processamento de biomassa derivada de plantas ou animais, compreendendo as etapas de: pré-tratamento do material de referência com uma solução aquosa de ácido ou base; e passagem subsequente de vapor saturado ou super aquoso através da referência do material, em que a atividade de água do processo é controlada pela temperatura e pressão do vapor super aquoso para ser menor que

1, preferencialmente menor que 0,8.

Com tal processo, é possível desintegrar ou fazer contendo lignocelulose de materiais, como madeira ou outro material de origem vegetal, quitina de exoesqueletos de crustáceos como caranguejos e camares, e proteínas como a queratina de porco pelo ou pena de galinha, mais acessíveis para tratamentos posteriores derivado como acilação e oxidação.

#### 5.2.3.10 Energia

De acordo com Frederic (2020), que desenvolveu um método de geração de energia a partir do pelo suíno, que pode ser aplicado em matadouros e fábricas que processam resíduos animais compreendendo: recebimento e armazenamento do pelo bruto obtido do porco; tratamento do pelo bruto de porco para hidrólise e secagem por aplicação de pressão e calor em etapas sucessivas; armazenamento do pelo de porco hidrolisado e seco no matadouro; mistura do pelo de porco hidrolisado e seco com biomassa em proporções variadas; e gerar energia a partir do cabelo de porco seco e hidrolisado e da biomassa numa caldeira de vapor ou outro dispositivo de combustão adequado para utilizar o calor gerado durante a combustão da referida mistura semelhante.

#### 5.2.3.11 Conversão da queratina

A presente invenção refere-se ainda a uma mistura líquida obtida do referido processo e às suas utilizações. Juarez (2021), refere-se a um processo de conversão de queratina em uma mistura líquida composta por peptídeos e/ou aminoácidos compreendendo as seguintes etapas: a) decomposição de um material contendo queratina, preferencialmente pelo de porco, na presença de pelo menos um microrganismo apto a decompor a queratina, para obter um material contendo queratina decomposta; b) tratar o material contendo queratina decomposto para obter um material contendo queratina modificado; c) tratar o referido material modificado contendo queratina com pelo menos uma enzima proteolítica para obter um hidrolisado de queratina; e d) tratar o referido hidrolisado de queratina para obter uma mistura líquida compreendendo peptídeos e/ou aminoácidos.

### 5.3 Resultados da análise estratégica das tecnologias (SWOT)

Nesta seção foram realizadas as análises SWOT das rotas tecnológicas identificadas nos dois portfólios, à científica e tecnológica.

Nas análises SWOT das rotas sobre aproveitamento, tratamento, reciclagem e valorização foram discriminadas as suas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças baseadas nas informações descritas nos artigos e patentes.

#### 5.3.1 Análise estratégica da rota tecnológica de reaproveitamento

A análise SWOT tomou como base os artigos e patentes que levaram em consideração as informações extraídas pelo método do raciocínio hipotético-dedutivo. O raciocínio dedutivo é um tipo de estrutura de raciocínio lógico que, para chegar a uma conclusão específica, utiliza uma ideia generalista.

Sendo assim, são representados no quadro 4, as ideias principais, ou seja, a descrição no que consiste as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças identificadas, assim como a fonte na qual foi analisado.

O quadro 4 é constituído pela descrição dos elementos da rota tecnológica sob observação e, no que consiste essa tecnologia e, ainda, a fonte de informação considerada.

**Quadro 4 - Análise SWOT da Rota Tecnológica de Reaproveitamento de pelo suíno**

FORÇAS	DESCRIÇÃO	FONTE
Transformação de resíduos em acessórios de trabalho; geração de receita. Zero consumo de energia, tecnologias acessível e barato de fazer	Consiste em incorporar pincel de filamento ondulados sintéticos com uma mistura de cerdas naturais de Suíno.	Babkowski William, I. (1999)
Remoção de sujeira	Consiste em remover restos dos pedaços de carnes, gorduras e sangue para produção de escova de cerda sem sujeiras.	Yuhai Yang (2020)
Transformação de resíduo em acessório de limpeza: geração de receita; Baixo consumo de energia elétrica	Uma estrutura de limpeza de cano de arma multifuncional compreende uma cabeça de escova de cerda suíno que está conectada com uma haste comprida e que é introduzido no cano.	Huiming Fu (2018)

Transformação de resíduos em acessórios de trabalho; geração de receita. Zero consumo de energia, tecnologias acessível e barato de fazer	Consiste em construir uma escova de rolo de cabelo com cerdas suínas enroladas em torno de um eixo central, que é formado por um diâmetro e comprimento predeterminados e um cabo estendido por um comprimento predeterminado de um lado do eixo central.	Seo, Seon Min (2020)
Transformação de resíduo em coproduto: geração de biogás, técnica simples acessível. Baixo consumo de energia elétrica	Consiste em aproveitar biomassa vegetal, contendo lignocelulose em conjunto com o pelo do porco e entre outros resíduos, através de um pré-tratamento.	Vam Groenestijn (2010)
Transformação de resíduo em coproduto: geração de receita; geração de emprego e renda. Baixo consumo de energia elétrica; operacionais e/ou fixos	Consiste em pegar os resíduos de pelo de porco com os demais resíduos de indústria de abate. Para processo de hidrólise a fim geração combustão na caldeira para produzir vapor.	Frederic Bigas Soria, (2020)
Ambiental com biodegradação do resíduo de suíno	Processo de compostagem de cerdas suínas, na mistura com serragem e pó de linhito, aplicando <i>B. cereus</i> Inóculo de PCM 2849	Choińska <i>et al.</i> (2019)
Transformação de resíduo em um composto biodegradável pelo fungo	Consiste em avaliar atividade protelítica foi através do método da azocaseína.	Vázquez <i>et al.</i> (2008)
Melhoria na construção civil	Mistura de fibras de cerda suíno com o cimento.	Araya <i>et al.</i> (2017)
Soluções sustentáveis para construção civil	Uso de pelo de porco com a mistura de mexilhão na produção de blocos.	Antico <i>et al.</i> (2021)
Coleção de cepas de bactérias e fungos para degradação de pelo.	Testes de 6 cepas de bactérias e fungos capazes de degradar pelo de suíno.	Liu <i>et al.</i> (2019)
Remoção de metais pesados	Biofiltro para remover cromo hexavalente (Cr (VI), com 90% de remoção.	De Paris <i>et al.</i> (2019)
<b>FRAQUEZAS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Pouca utilidade	É uma tecnologia voltada para o desenvolvimento da escova para limpeza da arma, visto que os universos das pessoas que são portadores da arma são poucos. Só servirá na esfera militar.	Huiming Fu (2018)
Necessidade de uma mão de obra especializada e treinada para manuseio e controle do equipamento.	Sendo uma máquina de caldeira que fará todo o processo de hidrólise e processo de combustão para geração de vapor com queima da biomassa de madeira em conjunto com a cerda.	Frederic Bigas Soria, (2020)
Consumo elevado de energia elétrica.	Uso de reatores de potenciais elevadas	Choińska <i>et al.</i> (2019)
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Geração de emprego e renda; no mercado de pinturas.	Produção de pincel para uso na atividade de pinturas.	Babkowski, William, I. (1999)

Geração de emprego; produção de um coproduto limpo.	A limpeza da cerda auxilia e permite a utilização de resíduo no outro processo de aproveitamento.	Yuhai Yang (2020)
Geração de emprego e renda.	Produção de escova com cerda suíno.	Seo, Seon Min (2020)
Geração de emprego; redução de custos; geração de vapor para uso próprio e distribuída.	Reduz acúmulo de resíduo	Frederic Bigas Soria (2020)
Geração de valores económicos com a produção de fertilizante.	Composto maturado para o uso na agricultura.	Choińska <i>et al.</i> (2019)
A aplicação de resíduos e microrganismos em processos biotecnológicos de interesse econômico e ambiental.	Produção de queratinase que pode ser usada no processo biotecnológico.	Vázquez <i>et al.</i> (2008)
Uso de pelo na construção civil, gerando valor econômico sobre ele.	Mistura de pelo e cimento para fortificar argamassas.	Araya <i>et al.</i> (2017)
<b>AMEAÇAS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Existência das indústrias das escovas sintéticas.	Dificuldade para se consolidar no mercado.	Babkowski, William, I (1999)
Falta de mercado para venda da escova de limpeza da arma.	Público quase inexistente	Huiming Fu (2018)
Consumo excessivo da água; consumo de energia.	Incerteza na quantidade de água a ser utilizada neste dispositivo de limpeza da cerda.	Yuhai Yang (2020)
O tratamento de resíduos da construção, após a demolição da obra.	Os pelos que estão presentes na mistura com cimento inerte não decompostos.	Lejano <i>et al.</i> (2017)

**Fonte: Aatoria própria (2023)**

A partir dos resultados da matriz SWOT apresentado no quadro 4 sobre as rotas tecnológica de reaproveitamento são possíveis evidenciar que as forças identificadas nas análises apresentaram vantagens ambiental em reaproveitar os pelos de suíno para aplicações diferentes daquelas para as quais foi originalmente destinada, com o intuito de ajuda na minimização dos impactos sobre meio ambiente. Assim como, as vantagens econômicas por meio de transformação de resíduos de pelo em outros produtos com valor agregado.

Com isso, tem-se a oportunidade de gerar emprego e renda para quem pretende trabalhar com as tecnologias identificadas. Como desvantagem algumas dessas tecnologias envolvem muitas etapas no seu processo de utilização do pelo.



### 5.3.2 Análise estratégica da rota tecnológica de Tratamento

O Quadro 5 descreve as forças, fraquezas, oportunidade e ameaças das tecnologias identificadas como sendo de tratamento.

**Quadro 5 - Análise SWOT da Rota Tecnológica de Tratamento de pelo suíno**

<b>FORÇAS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Remoção de sujeira; das impurezas.	Consiste em um dispositivo de limpeza e remoção de impurezas para matéria-prima pelo de porco na produção de escovas de cerdas.	Luming Xu (2022)
<b>FRAQUEZAS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Necessidade de mão de obra especializada.	Para manusear e controlar o equipamento	Luming Xu (2022)
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Geração de emprego	Produção de um co-produto limpo para outro processo de aproveitamento.	Luming Xu (2022)
<b>AMEAÇAS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Consumo excessivo da água; consumo de energia.	Incerteza na quantidade de água a ser utilizada neste dispositivo de limpeza da cerda.	Luming Xu (2022)

**Fonte: Aatoria própria (2023)**

Foram encontrados poucos trabalhos com a rota tecnológica de tratamento, portanto, configurou-se somente uma análise contendo sistema de tratamento. É importante enfatizar que nesta a análise é considerada apenas uma única análise para os documentos que apresentaram os mesmos princípios. Nessa rota o pelo é preparado como matéria prima para um outro processo.

### 5.3.3 Análise estratégica da rota tecnológica de reciclagem

O Quadro 6 descreve as forças, fraquezas, oportunidade e ameaças das tecnologias identificadas como sendo rotas de reciclagem.

**Quadro 6 - Análise SWOT da Rota Tecnológica de Reciclagem de pelo suíno**

<b>FORÇAS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Baixo consumo de energia elétrica; redução de custos operacionais e/ou fixos.	Consiste em extrair queratina com a presença de microrganismo degradador do pelo. transformando o resíduo em coproduto para geração de receita; geração de emprego e renda	Juarez Molina Jesús (2017)
Fabricação de pó utilizando a cerdas suínas	Transformação de resíduo em coproduto através de conjunto de máquinas; geração de receita.	Jang Chang Sun (2015)
Técnica simples acessível.	Transformação de resíduo em coproduto em outro processo.	Liang Hou (2017)
Técnica simples acessível. Baixo consumo de energia elétrica	Transforma o resíduo em coproduto proteica.	Junsheng <i>et al.</i> (2017)
Técnica inovadora, simples, econômica e ecológica.	Utilizou-se um detergente comercial pertencente à categoria de desengordurantes, capaz de dissolução rápida e eficiente de pelos de porco	Cassoni <i>et al.</i> (2018)
Resolução de problema ambiental.	Conversão de carda de suíno aplicando bactérias.	Łaba <i>et al.</i> (2017)
Entendimento matemático da cinética do pelo.	Compreensão da taxa de decomposição.	Esteban <i>et al.</i> (2008)
<b>FRAQUEZAS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Possui múltiplas tecnologias envolvidas.	O processo passa por várias etapas e diferentes técnicas até a extração.	Juarez Molina Jesús, 2017
Aumento no custo de energia e mão de obra especializada.	Alto consumo de energia térmica; elevado custo operacionais; necessidade de mão de obra especializada	Jang, Chang Sun, 2015
Necessidade de mais estudos.	Mais testes precisam ser realizados para comprovar essa hipótese.	Cassoni <i>et al.</i> (2018)
Vários processos envolvidos	Até chegar nos produtos finais uso uma série de procedimento.	Łaba <i>et al.</i> (2017)
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Comercialização no mercado da beleza.	Agregar valor e geração de emprego.	Juarez Molina Jesús (2017)
Uso no mercado fertilizante e aditivo e alimentar.	Incremento para confeccionar produto de alimento ou fertilizante	Jang Chang Sun (2015)

Utilização em agricultura	Agregar valores e gerar emprego e circular economia	Liang Hou (2017)
Geração de valor econômico.	Venda de produtos de proteico.	Jang Chang Sun (2015)
Extração de compostos de valor agregado, como a queratina	Alta taxa de rendimento proteica	Cassoni <i>et al.</i> (2018)
Produção dos aminoácidos.	Alternativa de manejo das cerdas de porco, geração de valor econômico.	Łaba et al, (2017)
Informação sobre a taxa de decomposição de aminoácidos.	Conhecer relação de produção e taxas de decomposição de aminoácidos a partir da hidrólise da queratina.	Esteban <i>et al.</i> (2008)
<b>AMEAÇAS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Dificuldade de consolidação no mercado de cosméticos.	Falta de legislação que proteja o consumidor e uma segurança na qualidade do produto. Além da competitividade com os produtos já existente.	Jang chang sun (2015)
Incerteza da viabilidade econômico	Em escala industrial	Cassoni <i>et al.</i> (2018)

**Fonte: Autoria própria (2023)**

As tecnologias identificadas apresentaram em sua maioria as vantagens de baixo consumo de energia, muitas delas são simples e acessíveis e de fácil uso. Desvantagens ou fraquezas, pode ser visto em tecnologia que envolve muitas etapas nos seus processos.

Foi observado a oportunidade econômica com a rota da tecnologia de reciclagem, para geração de empregos e rendas, possibilitando negócio nos mercados de: beleza, alimentos e na agricultura.

#### 5.3.4 Análise estratégica da rota tecnológica de valorização

O Quadro 7 descreve as forças, fraquezas, oportunidade e ameaças das tecnologias identificadas como sendo rota de valorização.

**Quadro 7 - Análise SWOT da Rota Tecnológica de Valorização de pelo suíno**

<b>FORÇA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Ganho econômica.	Recuperação de quase 70% de queratina.	Tasaki (2020)
Melhoria econômico com a produção de bio óleo	O rendimento é próximo ao dos outros combustíveis.	Orugba <i>et al.</i> (2021)
Transformações de resíduos e coprodutos. Gerando receita.	O coproduto pode produzir produtos químicos, farmacêuticos e indústrias de corantes, tintas e indústrias de perfumes e gases inflamáveis.	Chukwuneke <i>et al.</i> (2021)
Viabilidade técnico-econômica e ambiental	Utilização cepas de bactérias para converter resíduos de queratina.	Kaewsalud <i>et al.</i> (2023)
Baixo consumo de energia elétrica; redução de custos operacionais e/ou fixos	Uma tecnologia acessível; permite transformação de resíduo em coproduto.	Jung Young Ho (2013)
Técnica simples e acessível.	Transformação de resíduo em coproduto	Jianming Shao (2017)
Técnica simples e acessível. Baixo consumo de energia elétrica	Transformação de resíduo em coproduto	Dan li (2018)
<b>FRAQUEZA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Várias etapas envolvidas no processo.	Associação com várias técnicas torna o processo, inviável tecnicamente.	Orugba <i>et al.</i> (2021)
<b>OPORTUNIDADE</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Uso no mercado de produtos capilares, geração de emprego e receitas	Mercado com grande procura.	Tasaki (2020)
Mercado dos combustíveis renováveis.	A pirólise de pelo suíno garante alta quantidade e qualidade do bio-óleo.	Orugba <i>et al.</i> (2021)

O bio-óleo pode tornar uma alternativa mais viável ao diesel.	Permitindo a fabricação de produtos químicos, farmacêuticos e indústrias de corantes, tintas e indústrias de perfumes e gases inflamáveis. À medida que a tecnologia avança,	Chukwunek <i>et al.</i> (2021)
Bioconversão de resíduos de queratina. Para geração de emprego e receitas,	Potencial ingrediente ativo para bioplásticos.	Kaewsalud <i>et al.</i> (2023)
Geração de emprego e renda;	Produto para alimentação	Jung Young Ho (2013)
Aumento de produtividade agrícola.	Geração de emprego e valores agregados	Jianming Shao (2017)
Gerar de produto para uso em saúde.	Utilização de coproduto para produzir cápsula ou medicamento.	Dan li (2018)
<b>AMEAÇAS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Gasto energético	Por motivo de equipamento elétrico utilizado no processo.	Tasaki (2020)

**Fonte: Autoria própria (2023)**

A análise SWOT da rota tecnológica de valorização identificou as vantagens ambientais e econômicas por meio de transformação dos resíduos da pelagem em produtos de maior valor agregado, como produtos cosméticos, aditivos alimentares ou suplementos nutricionais. Utilização de subprodutos com incremento do valor ou alto valor agregado.

Tem observado a grande probabilidade e oportunidade de crescimento no mercado, devido os produtos que são gerados através da pelagem. Essa rota também possibilita a geração de emprego e renda, para quem quer seguir nesse ramo de negócio. Algumas ameaças ou dificuldades que podem ser encontrados são: gasto energético e consolidação no mercado.

## 5.4 Sistematização dos Resultados

Nesta seção os resultados prospectivos são sintetizados por meio de um mapa estratégico em que foi possível observar o mapeamento das tecnologias aplicáveis à pelagem de suíno no seu eixo do tempo a evolução ao longo dos anos.

Nota-se que a primeira publicação sobre o assunto referente ao pelo de suíno, se deu na forma de patente. Isto foi no ano de 1992, voltada para reaproveitamento de pelo na construção de pincéis e a segunda forma foi da mesma natureza de produção que é a patente e visou o mesmo fim, inventada no ano 1999.

O marco temporal entre a produção tecnológica com surgimento do primeiro trabalho científico é de quase uma década. Em 2008, os primeiros artigos científicos produzidos apontam para rota da reciclagem e aproveitamento, com a tecnologia desenvolvida por hidrólise e a outra por meio de processo biotecnológico envolvendo ação de microrganismo no processo de degradação de pelo para extração de produto contida na pelagem.

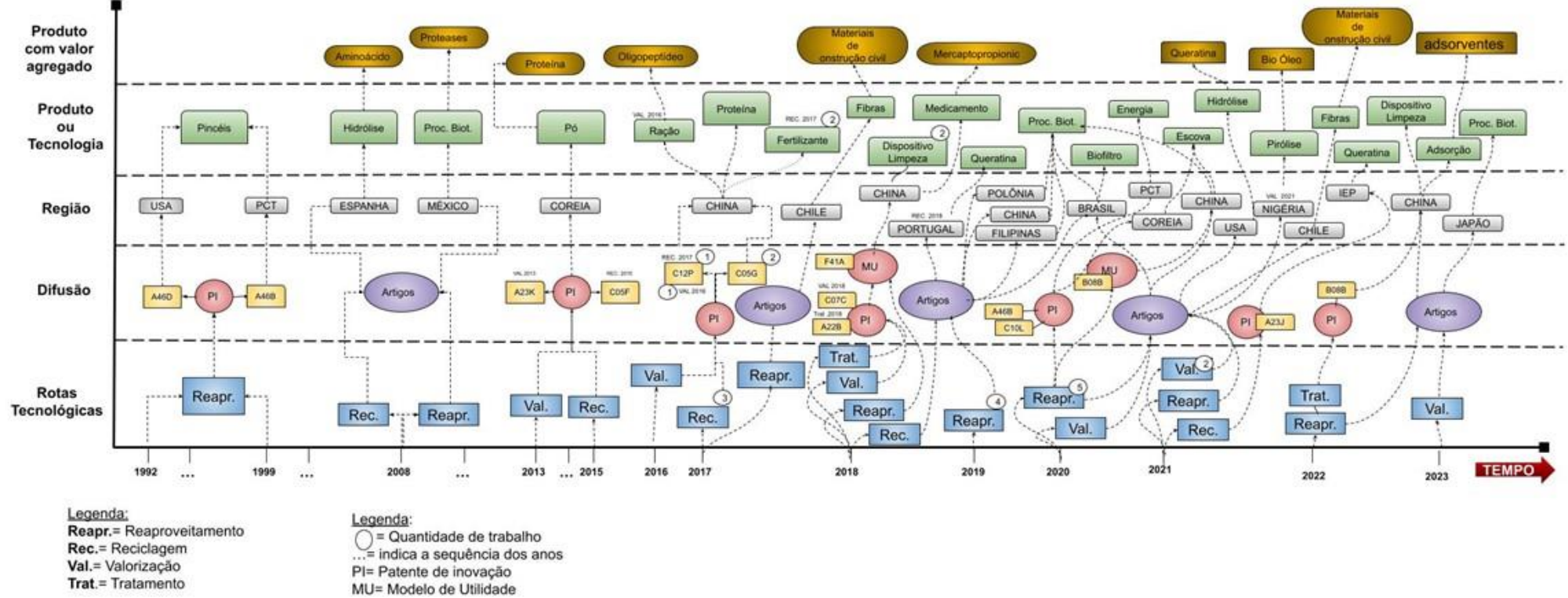
Em relação às patentes identificadas, na sua maioria apresentam classificação do grupo A, de acordo com a classificação internacional de patentes, referente às necessidades humana, ou seja, as rotas também indicam o desenvolvimento das tecnologias que visam à transformação de resíduos em coproduto para utilidade humana.

Um fato relevante foi observado no ano 2018, no qual os estudos produzidos nos dois campos da ciência apresentaram as quatro rotas de uso, a reciclagem, reaproveitamento, tratamento e valorização. O ano de maior produção científica foi em 2019, com quatro trabalhos todos propondo o reaproveitamento.

Os produtos gerados nas rotas tecnológicas prospectadas são: pincéis, pó, ração, fertilizante, queratina, proteína, fibras, medicamentos, escovas. Os produtos com valores agregados temos: aminoácidos, protease, proteína, queratina, oligopeptídeo, material de construção civil, mercaptopropiônico, bio-óleo e absorvente.

Por fim, as tecnologias utilizadas ou desenvolvidas para tratar o pelo temos em destaque as seguintes: processo biotecnológicos, hidrólise, pirólise, dispositivo de limpeza, biofiltro e produção de energia na indústria por combustão.

Figura 13 - Mapeamento das tecnologias aplicadas a pelagem de suíno



Fonte: Autoria própria (2023)

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo procurou demonstrar, o estágio atual das possíveis rotas tecnológicas relacionadas ao uso de pelagem suína. O mapeamento apresentou a tendência de aplicação da tecnologia para reaproveitamento, associado ao processo de produção e extração de elementos químicos presentes na sua composição.

Foi verificada a predominância de artigos científicos relacionados a pelagem suína na base Scopus, com o total de 17 artigos extraídos para construção desse portfólio.

A tecnologia mais usada no processo biotecnológico apresentou a ação de microrganismos no processo de degradação de pelo. Sendo possível perceber, da bibliometria, que as pesquisas têm acontecido principalmente nas universidades Delta State University, Abraka e Hunan Microbiology Institute Changsha (da Nigéria e da China respectivamente). Ressalta-se também a participação de duas universidades brasileiras: a Universidade Federal da Santa Catarina (UFS) e a Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS).

Verificou-se a prevalência de dispositivos para limpeza e remoção das impurezas nos pelos. Detecta-se a classificação ICP de grupo A, que indica a produção para necessidade humana.

O mapeamento das rotas tecnológicas identificou que as principais tecnologias aplicadas para tratamento de resíduos da pelagem são o processo biotecnológico, a hidrólise, a pirólise, o biofiltro e equipamentos para limpeza de resíduos.

Os estudos geraram os seguintes produtos da pelagem: aminoácidos, protease, proteína, queratina, oligopeptídeo, material de construção civil, mercaptopropiônico, bio-óleo e absorvente.

No que diz respeito à publicação dos trabalhos, foi evidenciada falta de geração de conhecimento sobre a utilização da pelagem suína. Principalmente, no idioma português, indicando necessidade de fomento e estudos a respeito do tema.

Como trabalhos futuros recomenda-se, os estudos pilotos para averiguar as eficiências das tecnologias identificadas, assim como os estudos da viabilidade econômico para valorização dos produtos gerados com a pelagem suína.



## REFERÊNCIAS

- ANTICO, F. C. et al. Animal fibers as water reservoirs for internal curing of mortars and their limits caused by fiber clustering. **Construction and Building Materials**, v. 267, 18 jan. 2021.
- ARAYA-LETELIER, G. et al. Effectiveness of new natural fibers on damage-mechanical performance of mortar. **Construction and Building Materials**, v. 152, p. 672–682, 15 out. 2017.
- AWASTHI, M. K. et al. Succession of bacteria diversity in the poultry manure composted mixed with clay: Studies upon its dynamics and associations with physicochemical and gaseous parameters. **Bioresource Technology**, v. 267, p. 618–625, 1 nov. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro/RJ. 2004.
- BABKOWSKI, W. I. PAINT BRUSH HAVING CRINKLE FILAMENTS AND NATURAL FILAMENTS. organização mundial de propriedade intelectual: the sherwin willians company, 1999.
- BIOLOGIA animal disponível em: [https://vestibular1.com.br/wp-content/uploads/2016/01/bio\\_ani\\_teg1.gif](https://vestibular1.com.br/wp-content/uploads/2016/01/bio_ani_teg1.gif) acessado: 08/06/2023.
- BIOTA-GEOM. Gerenciamento de resíduos: como funciona e qual a sua importância, 2023. Disponível em < <https://www.biotageom.com.br/gerenciamento-de-residuos-como-funciona-e-qual-a-sua-importancia> > acesso em: 26/05/2023.
- BORSCHIVER, S.; SILVA, A.L.R. Technology Roadmap – Planejamento Estratégico para alinhar Mercado-Produto-Tecnologia. 2016. Ed. Interciência. ISBN: 9788571933866 1.a Edição.
- BURNS., B. F. Method for producing paint brush bristles. Estdos Unidos de América: ez paintr Corporation, 1992.
- CARVALHO, A. R. S et al., ROADMAPPING E ROADMAP TECNOLÓGICO: UMA PROPOSTA PRÁTICA PARA INSTITUIÇÕES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS; 2017.
- CASSONI, A. C. et al. Novel Eco-Friendly Method to Extract Keratin from Hair. **ACS Sustainable Chemistry and Engineering**, v. 6, n. 9, p. 12268–12274, 4 set. 2018.
- CHOIŃSKA-PULIT, A.; ŁABA, W.; RODZIEWICZ, A. Enhancement of pig bristles waste bioconversion by inoculum of keratinolytic bacteria during composting. **Waste Management**, v. 84, p. 269–276, 2019.
- CHUKWUNEKE, J. L. et al. Pyrolysis of pig-hair in a fixed bed reactor: Physico-chemical parameters of bio-oil. **South African Journal of Chemical Engineering**, v. 38, p. 115–120, 1 out. 2021.

COELHO, G. M. C. D. M. D. S. Prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais. n. November 2021, 2003.

DAN, L. Production method of hepatitis medicine L-2-amino-mercaptopropanoic acid hydrochloride. China: chengdu plain technology co.,LTD, 2018.

DAY, M. G. (1966). Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of stoats and weasels. *Zool.* 148, 201-217.

DE PARIS JÚNIOR, O. et al. Removal of chromium from wastewater by swine hair residues applied as a putative biofilter. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 32, p. 33014–33022, 1 nov. 2019.

DU DONG-XIA, KONG LI-HUA, L. H. Study of microflora composition of highly efficient bacterial strains capable of degrading pig hair keratin and the effects of degradation. v. 37, n. 6, p. 14, 2020.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Central de Inteligência de Aves e Suínos. disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>> acesso em: 01/06/2023.

ENGLAND. Ministry of Defence. MOD Roadmapping Guidance, 2006

ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L.; MOREIRA, A. C. da S.; PEREIRA, V. L. D. V. Evidenciação do estado da arte da avaliação da segurança do trabalho em empreendimentos da construção civil. *Interciencia*, v.39, n. 1, p. 16-23, 2014a.

ESTEBAN, M. B. et al. Kinetics of amino acid production from hog hair by hydrolysis in sub-critical water. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 46, n. 2, p. 137–141, set. 2008.

FELIX, G. A. et al. Adaptação da Metodologia: análise de microestruturas de pelos para identificação de Mamíferos – *Tricologia*. 2014.

FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Fiesp resíduos sólidos disponível em: <https://www.fiesp.com.br/temas-ambientais/residuos-solidos/> acesso em: 09/06/2023.

FRANK E SUSTENTABILIDADE. Vários assuntos ligados a sustentabilidade, reciclagem, educação ambiental, coleta seletiva, cidadania, engenharia, cultura, 2022. Disponível em < <https://www.frankesustentabilidade.com.br/2022/01/o-que-e-gestao-dos-residuos.html>> acesso em: 28/05/2023.

FREDERIC, B. S. METHOD AND DEVICE FOR GENERATING ENERGY FROM PIG HAIR. organização mundial da propriedade intelectual, 2020.

GARTNER, L.P., HIATT, J. L. Tratado de Histologia. 1 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. S.A.1999, 426p.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social/Antonio Carlos Gil. - 6. ed.- São

Paulo: Atlas, 2008.

HUIMING, F. Multifunctional gun barrel wiping structure. CHINA: quanzhou jinxia mechanical partsco., LTD, 2018.

IINSTITUTE FOR MANUFACTURING. Technology road mapping: facilitating collaborative strategy development. IfM briefing. Cambridge. v.2, n. 1, 2010.

INGBERMA, B.; FILHO, E. L. A. M. IDENTIFICAÇÃO MICROSCÓPICA DOS PÊLOS. v. 1799, p. 61–71, 2006

JANG, C. S. METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING POWDER FOR UTILIZING SWINE BRISTLES. república da Coreia: hamjipak, 2015.

JIANMING, S. Biological organic special complex fertilizer and preparation method thereof. CHINA: shanghai helyu biological organic fertilizer co., LTD, 2017.

JUAREZ MOLINA JESUS, F. M. PROCESS FOR KERATIN CONVERSION. Instituto Europeia de Patentes: simborg s l, 2021.

JUNG, Y. H. METHOD FOR PRODUCING PIG FUR POWDER AS SOURCE OF PROTEIN AND AMINO ACID. República da Coreia, 2013.

JUNSHENG, Z. J. Method for extracting protein peptides from pig hair. China: yurun biotechnology donghai co., LTD, 2017.

KAEWSALUD, T. et al. Hydrothermal–enzymatic process for the bio-valorization of keratin wastes by thermostable keratinase from *Thermoactinomyces vulgaris* TK1-21. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, 2023.

KITCHENHAM, B., PRETORIUS, R., BUDGEN, D., BRERETON, O.P., TURNER, M., NIAZI, M., LINKMAN, S., Systematic Literature Reviews in Software Engineering – A Tertiary Study, *Information and Software Technology*, vol. 52, 2010, pp. 792–805.

KITCHENHAM, B.A., BRERETON, O.P., BUDGEN, D., Using Mapping Studies as the Basis for Further Research – A Participant-Observer Case Study. *Information and Software Technology*, vol. 53, 2011, pp 638-651.

KITCHENHAM, B.A., CHARTERS, S., Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Tech. Rep. EBSE-2007-01, Keele University, 2007.

KOSTOFF, Ronald N.; SCHALLER, Robert R. Science and Technology Roadmaps. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 48, n. 2, May 2001

ŁABA, W. et al. Enzymatic Degradation of Pretreated Pig Bristles with Crude Keratinase of *Bacillus cereus* PCM 2849. **Waste and Biomass Valorization**, v. 8, n. 2, p. 527–537, 1 mar. 2017.

Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2012. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, DF, D.O.U n 147, 3 ago 2010.

LEI, H. Method for producing oligopeptide for feed from pig hairs. China: dalian haoxiang biolocal enzyme engineering co., LTD, 2016.

LEJANO, B. A. et al. Compressed earth blocks with powdered green mussel shell as partial binder and pig hair as fiber reinforcement. **International Journal of GEOMATE**, v. 16, n. 57, p. 137–143, 2019.

LIANG, H. Preparation method of pig hair fermented fertilizer. CHINA: jieshou mingliang planting professional cooperative, 2017.

LIANG, X. et al. Resource utilization of pig hair to prepare low-cost adsorbents with high density of sulfhydryl for enhanced and trace level removal of aqueous Hg(II). **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 220, p. 79–89, 1 nov. 2022.

LIANG, X. et al. **Resource utilization of pig hair to prepare low-cost adsorbents with high density of sulfhydryl for enhanced and trace level removal of aqueous Hg(II)**. [s.l.] Elsevier, 2022.

LIU, B.; YIN, H.; LIU, H. Isolation and identification of pig hair keratin-degrading strain and its degradation characteristic. **Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 35, n. 7, p. 311–316, 1 abr. 2019.

LUMING, X., & LI, C. Cleaning and impurity removing device for raw material pig hair in bristle brush production. CHINA: anhui province qianshan county qianyuan bristle brush co., LTD, 2022.

MAYERHOFF, Z. D. V. L. Uma Análise Sobre os Estudos de Prospecção Tecnológica. *Cadernos de Prospecção*, v. 1, n. 1, p. 7–9, 2008.

OLIVEIRA, Allan Luís Augusto Redes de. Avaliação do ciclo de vida aplicada na gestão dos resíduos sólidos urbanos: estudo de caso do Distrito Federal. 2019. 96 f., il. Dissertação.

ORUGBA, H. O. et al. Multi-parametric optimization of the catalytic pyrolysis of pig hair into bio-oil. **Clean Energy**, v. 5, n. 3, p. 527–535, 1 set. 2021.

PETERSEN K., VAKKALANKA, S., KUZNIARZ, L., Guidelines for Conducting Systematic Mapping Studies in Software Engineering: An Update. *Information and Software Technology*, vol. 64, 2015, pp. 1–18.

PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT - Technological forecasting and social, 2004.

PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. T-Plan: fast start to technology roadmapping- planning your route to success. UK: Cambridge University – Institute of Manufacturing, 2001.

PRECZESKI, K. P. et al. Fusarium oxysporum and Aspergillus sp. as Keratinase Producers Using Swine Hair From Agroindustrial Residues. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 8, 11 fev. 2020.

SEO, S. M. HAIR ROLL BRUSH HAVING SWINE BRISTLES WOUND AROUND CENTRAL AXIS. República da coreia, 2020.

TASAKI, K. A novel thermal hydrolysis process for extraction of keratin from hog hair for commercial applications. **Waste Management**, v. 104, p. 33–41, 1 mar. 2020.

TEIXEIRA, L. P. Prospecção Tecnológica: importância, métodos e experiências da Embrapa Cerrados. Embrapa Cerrados - Documentos 317 (INFOTECA-E), p. 34, 2013.

USDA Foreign Agricultural Service FAS USDA. Estados Unidos.

<<https://apps.fas.usda.gov/>> Link de acesso 10 de 2022:

<[https://www.pig333.com/latest\\_swine\\_news/ranking-of-pork-producing-countries-and-international-trade\\_18388/http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007\\_2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.pig333.com/latest_swine_news/ranking-of-pork-producing-countries-and-international-trade_18388/http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007_2010/2010/lei/l12305.htm)>

VAM GROENESTIJ N, J. W. NOVEL METHOD FOR PROCESSING LIGNOCELLULOSE CONTAINING MATERIAL. organização mundial da propriedade intelectual: nederland se organisatie voor toegepast natuurwet enschappel, 2010.

VÁZQUEZ, I. R. et al. Producción Fúngica de Proteasas Inducidas con Pelo de Cerdo. **Información tecnológica**, v. 19, n. 2, p. 33–40, 2008.

WOHLIN, C., RUNESON, P., SILVEIRA NETO, P.A.M., ENGSTRÖM, E., MACHADO, I.C., ALMEIDA, E.A., On the Reliability of Mapping Studies in Software Engineering, *Journal of Systems and Software*, vol. 86, n. 10, 2013, pp 2594 - 2610.

YUE, C. pig hair residue cleaning device. china: jinhua sineike technology co.,LTD, 2018.

YUHAI, Y. Pig bristle cleaning device for bristle brush production. China 2020.