

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

RHODRIGO DA VENDA SANTANA

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA PARA OTIMIZAÇÃO DAS BUSCAS DE
DESENHOS INDUSTRIAIS NO EXAME DE MÉRITO**

Rio de Janeiro

2025

Rhodriago da Venda Santana

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA PARA OTIMIZAÇÃO DAS BUSCAS DE
DESENHOS INDUSTRIAIS NO EXAME DE MÉRITO**

Tese apresentada, como requisito parcial para
obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-
Graduação em Propriedade Intelectual e Inovação, do
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Orientadora: Profa. Dra. Patricia Pereira Peralta

Coorientadora: Profa. Dra. Cássia Mota de La Houssaye

Coorientador: Prof. Dr. Marcos de Oliveira Lage Ferreira

Rio de Janeiro

2025

S232 Santana, Rhodrigo da Venda.

Desenvolvimento de ferramenta para otimização das buscas de desenhos industriais no exame de mérito. -- 2025.

104 f. ; figs.; gráfs.; tabs.

Tese (Doutorado em Propriedade Intelectual e Inovação) - Academia de Propriedade Intelectual Inovação e Desenvolvimento, Divisão de Programas de Pós-Graduação e Pesquisa, Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, Rio de Janeiro, 2025.

Orientadora: Profa. Dra. Patricia Pereira Peralta.

Coorientadores: Profa. Dra. Cássia Mota de La Houssaye e Prof. Dr. Marcos de Oliveira Lage Ferreira.

1. Propriedade industrial – Brasil. 2. Propriedade industrial – Desenho industrial.
3. Desenho industrial – Exame de mérito. 4. Desenho industrial – Base de dados – Busca. 5. Desenho industrial – Base de dados – Recuperação de imagens.
- I. Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Brasil).

CDU: 347.773(81)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Rhodriago da Venda Santana

**Desenvolvimento de Ferramenta para Otimização das Buscas de Desenhos Industriais no
Exame de Mérito**

Tese apresentada, como requisito parcial para
obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-
Graduação em Propriedade Intelectual e Inovação, do
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Aprovada em 21 de janeiro de 2025.

Orientador (a): Profa. Dra. Patricia Pereira Peralta
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

Coorientador (es): Profa. Dra. Cássia Mota de La Houssaye
Université Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (França)
Prof. Dr. Marcos de Oliveira Lage Ferreira
Universidade Federal Fluminense

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Adelaide Maria de Souza Antunes
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

Prof. Dr. Alexandre Gomes Ciancio
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

Profa. Dra. Cristina d'Urso de Souza Mendes Santos
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

Profa. Dra. Elizabeth Ferreira da Silva
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

Profa. Dra. Rita de Cassia Pinheiro Machado
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

Rio de Janeiro

2025

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por seu amor incondicional e pelo fôlego de vida concedido diariamente.

Agradeço a minha esposa Vívian, que nos momentos difíceis, me deu forças para não desistir, e aos meus filhos Vítor e Vitória, as maiores alegrias da minha vida.

Agradeço aos meus orientadores Patricia Peralta, Cássia Mota e Marcos Lage, pela orientação e apoio disponibilizados durante todo o decorrer da pesquisa.

RESUMO

SANTANA, Rhodrigo da Venda. **Desenvolvimento de Ferramenta para Otimização das Buscas de Desenhos Industriais no Exame de Mérito**. 2025. 104 f. Tese (Doutorado em Propriedade Intelectual e Inovação) – Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, 2025.

O desenho industrial (DI) é um dos institutos jurídicos da Propriedade Industrial, sendo regulamentado no Brasil pela Lei n. 9.279/1996. O art. 95 desta lei determina que o objeto ou conjunto ornamental de linhas e cores deve necessariamente atender aos requisitos de novidade, originalidade, ornamentalidade e aplicação industrial. Para que o desenho industrial seja considerado novo e original é necessário que o INPI realize o exame de mérito para comparar as características visuais do desenho industrial em relação às características visuais de produtos no estado da técnica. Durante esta etapa o examinador do INPI faz buscas na base de dados do Instituto por meio do sistema Busca Web, que atualmente só permite buscas textuais. O presente estudo verifica a aplicabilidade da técnica denominada *autoencoder* convolucional para a extração das características dos desenhos industriais e apresenta uma solução para buscas de imagens que possa ser utilizada pelos examinadores de desenhos industriais do INPI brasileiro na execução do exame de mérito. A arquitetura do *autoencoder* convolucional proposto foi baseada em experimentos realizados com desenhos da classe de Locarno com mais depósitos no INPI no período de 2012-2022. A partir da definição da arquitetura da solução, foram carregados pedidos das cinco classes com mais depósitos no INPI durante os anos de 2012 e 2022 e foram realizados testes simulando buscas de desenhos industriais em casos reais de exames de mérito já publicados por examinadores do INPI. Durante os testes foi observado que a ferramenta desenvolvida foi capaz de identificar para todos os casos selecionados, além da imagem pesquisada, imagens com muita similaridade com a mesma, podendo ser utilizada como ferramenta auxiliar no processo de exame de mérito.

Palavras-chave: Desenho industrial. Recuperação de imagens baseada em conteúdo.

Autoencoder convolucional. Buscas de imagens. Requisito de novidade.

Requisito de originalidade. INPI.

ABSTRACT

SANTANA, Rhodrigo da Venda. **Desenvolvimento de Ferramenta para Otimização das Buscas de Desenhos Industriais no Exame de Mérito**. 2025. 104 f. Tese (Doutorado em Propriedade Intelectual e Inovação) – Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, 2025.

Industrial design (ID) is one of the legal institutes of Industrial Property, being regulated in Brazil by Law no. 9,279/1996. The article 95 of this law determines that the object or ornamental set of lines and colors must necessarily meet the requirements of novelty, originality, ornamentality and industrial application. For the industrial design to be considered new and original, the INPI must to execute a merit examination to compare the visual characteristics of the industrial design in relation to the visual characteristics of state-of-the-art products. During this stage, the INPI examiner searches the Institute's database using the Web Search system, which currently only allows textual searches. This study verifies the applicability of the convolutional autoencoder technique for feature extraction of industrial design images and presents a solution for image searches that can be used by industrial design examiners of INPI when execute the merit examination. The proposed architecture for the convolutional autoencoder was based on experiments with Locarno class designs with the most filings at INPI in the period 2012-2022. Based on the definition of the solution architecture, designs from the five classes with the most filings at INPI during the years 2012 and 2022 were loaded and tests were performed simulating searches for industrial designs in real cases of merit examinations already published by INPI examiners. During the tests, it was observed that the developed tool was able to identify, for all selected cases, in addition to the searched image, images with great similarity to it, and can be used as an auxiliary tool in the merit examination process.

Keywords: Industrial design. Content-based image retrieval. Convolutional autoencoder. Image searches. Novelty requirement. Originality requirement. INPI.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Imagens disponibilizadas pelo sistema de busca após consulta textual.....	17
Figura 2 –	Ranking mundial de premiações em design.....	24
Figura 3 –	Número de depósitos de DI nos 20 principais escritórios de PI do mundo...	24
Figura 4 –	Formulário de pedido de registro de desenho industrial.....	26
Figura 5 –	Fluxo do processo de exame de mérito – depositante.....	29
Figura 6 –	Tela de pesquisa avançada do sistema Busca Web.....	30
Figura 7 –	Tela de resultados da pesquisa avançada do sistema Busca Web.....	30
Figura 8 –	Fluxo do processo de exame de mérito – área técnica.....	31
Figura 9 –	Exemplo de representação contextual com linha tracejada.....	32
Figura 10 –	Exemplo de renderização - BR302019000647.....	33
Figura 11 –	Exemplo de representação fotográfica - BR302019000552.....	33
Figura 12 –	Exemplo de apresentação de todas as vistas do objeto tridimensional - BR302014001426.....	34
Figura 13 –	Vista frontal de interface gráfica aplicada a objeto tridimensional.....	35
Figura 14 –	Resultado da pesquisa de desenhos do sistema Busca Web.....	36
Figura 15 –	Arquitetura de um sistema de recuperação de imagens por conteúdo.....	40
Figura 16 –	Modelo RGB.....	42
Figura 17 –	Modelo HSV.....	42
Figura 18 –	Representação de formas baseada em fronteira (i) e região (ii).....	43
Figura 19 –	Estrutura de um neurônio biológico.....	45
Figura 20 –	Esquema simplificado de uma rede neural.....	46
Figura 21 –	Camada convolucional utilizando um filtro 3 x 3.....	49
Figura 22 –	Exemplos de operação de pooling.....	49
Figura 23 –	Esquema simplificado de uma rede neural convolucional.....	50
Figura 24 –	Descrição de <i>Autoencoder</i>	50
Figura 25 –	Arquitetura do <i>Autoencoder</i> Convolucional.....	51
Figura 26 –	Diferença entre distância Euclidiana (linha verde) e distância de Manhattan (demais cores).....	52
Figura 27 –	Arquitetura proposta para o sistema de Buscas por Similaridade de	

Imagens.....	55
Figura 28 – Modelagem da base de dados de vetores de característica.....	56
Figura 29 – Imagens reconstruídas - três camadas convolucionais com filtros 16, 32 e 64.....	60
Figura 30 – Imagens reconstruídas - três camadas convolucionais com filtros 32, 64 e 128.....	61
Figura 31 – Imagens reconstruídas - quatro camadas convolucionais com filtros 16, 32, 64 e 128.....	62
Figura 32 – Imagens reconstruídas - quatro camadas convolucionais com filtros 32, 64, 128 e 256.....	63
Figura 33 – Imagens reconstruídas - cinco camadas convolucionais com filtros 16, 32, 64, 128 e 256.....	64
Figura 34 – Imagens reconstruídas - cinco camadas convolucionais com filtros 32, 64, 128, 256 e 512 filtros.....	65
Figura 35 – Imagens reconstruídas - três camadas convolucionais com filtros 32, 64 e 32 filtros.....	66
Figura 36 – Imagens reconstruídas - três camadas convolucionais com filtros 64, 64 e 32 filtros.....	67
Figura 37 – Arquitetura do <i>Autoencoder</i> Convolucional proposto.....	68
Figura 38 – Tela de login do sistema de Buscas por Similaridade de Imagens.....	69
Figura 39 – Tela principal de Buscas por Similaridade de Imagens.....	70
Figura 40 – Tela de resultados com a exibição dos desenhos similares.....	70
Figura 41 – Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302019002676-7.....	74
Figura 42 – Parecer de Mérito do pedido BR302019002676-7.....	75
Figura 43 – Nulidade Administrativa do pedido BR302019002676-7.....	75
Figura 44 – Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302019002676-7.....	76
Figura 45 – Tela de resultados das buscas para o pedido BR302019002676-7.....	76
Figura 46 – Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302017004129-9.....	77
Figura 47 – Sandálias do modelo Melissa Aranha Possession.....	77
Figura 48 – Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido	

	BR302017004129-9.....	78
Figura 49 –	Tela de resultados das buscas para o pedido BR302017004129-9.....	78
Figura 50 –	Desenhos depositados nos pedidos BR302017004129-9 e BR302021003703-3.....	79
Figura 51 –	Tela de resultados das buscas para o pedido BR302021003703-3.....	79
Figura 52 –	Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302017003225-7.....	80
Figura 53 –	Parecer de Exame de Mérito do pedido BR302017003225-7.....	80
Figura 54 –	Nulidade Administrativa do pedido BR302017003225-7.....	81
Figura 55 –	Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302017003225-7.....	81
Figura 56 –	Tela de resultados das buscas para o pedido BR302017003225-7.....	82
Figura 57 –	Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302018001459-6.....	83
Figura 58 –	Nulidade Administrativa do pedido BR302018001459-6.....	83
Figura 59 –	Publicações do pedido BR302017003241-9.....	84
Figura 60 –	Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302018001459-6.....	85
Figura 61–	Tela de resultados das buscas para o pedido BR302018001459-6.....	85
Figura 62–	Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302018003496-1.....	86
Figura 63–	Parecer de Exame de Mérito do pedido BR302018003496-1.....	86
Figura 64–	Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302018003496-1.....	87
Figura 65–	Tela de resultados das buscas para o pedido BR302018003496-1.....	87
Figura 66–	Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302018003208-0.....	88
Figura 67–	Nulidade Administrativa do pedido BR302018003208-0.....	88
Figura 68–	Publicações do pedido BR302016003604-7.....	89
Figura 69–	Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302018003208-0.....	89
Figura 70–	Tela de resultados das buscas para o pedido BR302018003208-0.....	90
Figura 71–	Desenhos depositados nos pedidos BR302018003208-0 e	

	BR302016003604-7.....	90
Figura 72–	Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302017005453-6.....	91
Figura 73–	Nulidade Administrativa do pedido BR302017005453-6.....	91
Figura 74–	Publicações do pedido BR302015005794-7.....	92
Figura 75–	Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302017005453-6.....	92
Figura 76–	Tela de resultados das buscas para o pedido BR302017005453-6.....	93
Figura 77–	Desenhos depositados nos pedidos BR302017005453-6 e BR302015005794-7.....	93
Figura 78–	Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302016004356-6.....	94
Figura 79–	Relatório de busca do pedido BR302016004356-6.....	94
Figura 80–	Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302016004356-6.....	95
Figura 81–	Tela de resultados das buscas para o pedido BR302016004356-6.....	95
Figura 82–	Desenhos depositados nos pedidos BR302016004356-6 e BR302014005273-0.....	96

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Depósitos de DI por classe de Locarno no período de 2012-2022.....	57
Gráfico 2 – MSE da Reconstrução por fold – 3 camadas convolucionais 16, 32 e 64 filtros.....	59
Gráfico 3 – MSE da Reconstrução por fold – 3 camadas convolucionais 32, 64 e 128 filtros.....	60
Gráfico 4 – MSE da Reconstrução por fold – 4 camadas convolucionais 16, 32, 64 e 128 filtros.....	61
Gráfico 5 – MSE da Reconstrução por fold – 4 camadas convolucionais 32, 64, 128 e 256 filtros.....	62
Gráfico 6 – MSE da Reconstrução por fold – 5 camadas convolucionais 16, 32, 64, 128 e 256 filtros.....	63
Gráfico 7 – MSE da Reconstrução por fold – 5 camadas convolucionais 32, 64, 128, 256 e 512 filtros.....	64
Gráfico 8 – MSE da Reconstrução por fold – 3 camadas convolucionais 32, 64 e 32 filtros.....	66
Gráfico 9 – MSE da Reconstrução por fold – 3 camadas convolucionais 64, 64 e 32 filtros.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Erros na reconstrução das imagens por experimento.....	65
Tabela 2 –	Pedidos e imagens exportados para a base de vetores.....	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEC	<i>Autoencoder Convolutacional</i>
CBIR	<i>Content-Based Image Retrieval</i>
CNN	<i>Convolutional Neural Network</i>
DI	Desenho Industrial
EUIPO	<i>European Union Intellectual Property Office</i>
GRU	Guia de Recolhimento da União
HSV	<i>Hue, Saturation and Value</i>
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IPAS	<i>Industrial Property Administration System</i>
LPI	Lei da Propriedade Industrial
MLP	<i>Multilayer Perceptron</i>
OMPI	Organização Mundial da Propriedade Intelectual
PAN	Processo Administrativo de Nulidade
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PI	Propriedade Industrial
RELU	<i>Rectified Linear Unit</i>
RGB	<i>Red, Green and Blue</i>
RPI	Revista da Propriedade Industrial
TBIR	<i>Text-Based Image Retrieval</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
OBJETIVOS	18
Geral..	18
Específicos	18
JUSTIFICATIVA	19
METODOLOGIA.....	20
ESTRUTURA DO TRABALHO	21
1 OS DESENHOS INDUSTRIAIS.....	22
1.1 DESIGN E DESENHO INDUSTRIAL	22
1.2 A PROTEÇÃO POR DESENHOS INDUSTRIAIS NO BRASIL	25
1.2.1 Requisitos de Novidade e Originalidade.....	27
1.2.2 Exame de Mérito.....	28
1.2.3 Tipos de Representação do Objeto	31
1.3 A IMPORTÂNCIA DA REPRESENTAÇÃO VISUAL DO DESENHO INDUSTRIAL	33
1.4 DIFICULDADES ENCONTRADAS DURANTE A BUSCA NO EXAME DE MÉRITO	36
2 RECUPERAÇÃO DE IMAGENS	38
2.1 TRABALHOS RELACIONADOS	38
2.2 TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE IMAGENS	39
2.2.1 Extração de Características de imagens em um sistema CBIR.....	41
2.2.1.1 Descritores de cor	41
2.2.1.2 Descritores de forma	43
2.2.1.3 Descritores de textura	44
2.2.2 Seleção dos descritores para a extração de características da imagem.....	44

2.2.3	Redes Neurais Convolucionais.....	45
2.2.3.1	Camadas Convolucionais.....	48
2.2.3.2	Camadas de <i>Pooling</i>	49
2.2.3.3	Camadas Totalmente Conectadas.....	50
2.2.4	<i>Autoencoder</i> Convolucional.....	50
2.2.5	Medidas de Similaridade.....	52
3	ARQUITETURA E MODELO DO SISTEMA DE BUSCAS POR SIMILARIDADE DE IMAGENS	54
3.1	O EXTRATOR DE IMAGENS E PEDIDOS	54
3.2	O <i>AUTOENCODER</i> CONVOLUCIONAL	56
3.2.1	Experimentos para a Definição da Arquitetura do <i>Autoencoder</i> Convolucional.....	57
3.2.2	Arquitetura do <i>Autoencoder</i> Convolucional.....	67
3.3	A BUSCA DE IMAGENS	69
3.4	A ORDENAÇÃO E O CÁLCULO DE SIMILARIDADE	71
4	RESULTADOS OBTIDOS.....	73
4.1	CASO DE TESTE 1 – PEDIDO BR302019002676-7	74
4.2	CASO DE TESTE 2 – PEDIDO BR302017004129-9	77
4.3	CASO DE TESTE 3 – PEDIDO BR302017003225-7	79
4.4	CASO DE TESTE 4 – PEDIDO BR302018001459-6	82
4.5	CASO DE TESTE 5 – PEDIDO BR302018003496-1	86
4.6	CASO DE TESTE 6 – PEDIDO BR302018003208-0	88
4.7	CASO DE TESTE 7 – PEDIDO BR302017005453-6	91
4.8	CASO DE TESTE 8 – PEDIDO BR302016004356-6	93
	CONCLUSÕES.....	97
	REFERÊNCIAS	99

INTRODUÇÃO

O desenho industrial (DI) é um dos institutos jurídicos da Propriedade Industrial, sendo regulamentado no Brasil pela Lei n. 9.279/1996. O art. 95 da Lei da Propriedade Industrial (LPI) conceitua o desenho industrial da seguinte forma:

Considera-se desenho industrial a forma plástica de um objeto ou o conjunto ornamental de linhas e cores que possa ser aplicado a um produto, proporcionando resultado visual novo e original na sua configuração externa e que possa servir de tipo de fabricação industrial (Brasil, 1996).

Segundo Gusmão (2015), o registro de desenho industrial recai sobre um objeto estético, uma criação de forma que se apresenta em duas ou três dimensões, que tenha um caráter essencialmente ornamental como estipula a lei.

O art. 95 da LPI determina que o objeto ou conjunto ornamental de linhas e cores deve necessariamente atender aos requisitos de novidade, originalidade, ornamentalidade e aplicação industrial. Por novidade, o art. 96 entende que:

[o] desenho industrial é considerado novo quando não está compreendido no estado da técnica. § 1º O estado da técnica é constituído por tudo aquilo tornado acessível ao público antes da data do depósito do pedido, no Brasil ou no exterior, por uso ou qualquer outro meio, ressalvado o disposto no § 3º deste artigo e no art. 99 (Brasil, 1996).

No Brasil, o requisito de novidade aplicado é absoluto, pois não há limitações temporais ou geográficas para a apreciação desse requisito explícitas na legislação. Barbosa (2013) afirma que a novidade aplicada aos desenhos industriais (DI) na legislação brasileira é absoluta quanto ao espaço geográfico (todos os países do mundo), quanto ao tempo (a qualquer tempo na história), e quanto ao meio de divulgação (escrita ou não escrita, oral ou por uso).

O segundo requisito a ser observado é o de originalidade. O art. 97 da LPI dispõe que o desenho industrial é considerado original quando dele resulte uma configuração visual distintiva, em relação a outros objetos anteriores (Brasil, 1996). Para a verificação deste

requisito é imprescindível a apreciação visual do registro de desenho industrial, pois a correta visualização do objeto protegido impacta diretamente na análise realizada pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) durante a etapa de exame de mérito.

Oquendo (2014) defende que a originalidade exige a distinguibilidade, o caráter próprio e individual do desenho, que não pode se confundir com outros, embora possa estar presente numa configuração formada por elementos já conhecidos.

Quanto à ornamentalidade, o Manual de Desenhos Industriais (INPI, 2023a) aponta ser esse um requisito que define a finalidade da proteção oferecida pelo registro de desenho industrial, descartando-se os aspectos técnicos e funcionais. Por fim, a aplicação industrial, segundo Moro (2009), refere-se àquilo que pode ser usado ou produzido na indústria, ou seja, que tenha possibilidade de industrialização.

Em relação à vigência do registro de DI, o art. 108 da LPI define que o registro vigorará pelo prazo de dez anos contados a partir da data do depósito, podendo ser prorrogado por três períodos sucessivos de cinco anos cada.

Após o depósito do pedido, o primeiro exame realizado pelo corpo técnico do INPI verifica a conformidade do pedido em relação às condições formais de apresentação do depósito, afastando da proteção o que a lei estipula como não passível de proteção por desenhos industriais, de acordo com o artigo 100 da LPI, bem como os artigos 101 e 104 da LPI. Atendendo ao disposto nos citados artigos, o desenho industrial é publicado e simultaneamente concedido.

Após a concessão, o titular do desenho industrial poderá requerer o exame de mérito quanto aos aspectos de novidade e de originalidade, conforme disposto no artigo 111 da referida lei. Nesta etapa, as dificuldades encontradas durante as diferentes buscas realizadas pelos examinadores do INPI são particularmente interessantes para o presente projeto de pesquisa. Estas buscas são realizadas tanto nas bases de dados do Brasil, como no exterior.

Como exemplos de base de dados consultadas pelos examinadores do INPI pode-se listar: a base de dados da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI¹), a base do Escritório de Propriedade Intelectual da União Europeia (EUIPO²) e a base do INPI, por meio do sistema Busca Web³, além de pesquisas na internet. A base de dados do EUIPO permite buscas por imagens, já as bases de dados do INPI e da OMPI permitem somente buscas textuais.

¹ OMPI (Organização Mundial da Propriedade Intelectual) – <https://www.wipo.int/designdb/en/index.jsp>.

² EUIPO (*European Union Intellectual Property Office*) – <https://euipo.europa.eu/eSearch>.

³ Busca Web é o sistema de buscas do INPI que possui um módulo criado para disponibilizar as informações sobre os processos de DI depositados no Instituto – <https://gru.inpi.gov.br/pePI/jsp/desenhos/DesenhoSearchBasico.jsp>.

No processo atual de buscas de desenhos industriais, a base de dados do sistema Busca Web é acessada internamente pelos servidores da instituição e externamente pelo público em geral, com diferenças de acessos para os usuários cadastrados. As buscas internas no sistema podem ser efetuadas por data de depósito, número do pedido, título do pedido, titular, depositante, autor, classificação internacional de Locarno⁴ e número da publicação na Revista da Propriedade Industrial (RPI). Esses filtros podem ser combinados para uma busca mais efetiva, porém a inexistência de uma consulta por imagens dificulta o trabalho do(a) examinador(a) de desenhos industriais.

A Figura 1 ilustra o resultado de uma busca realizada por um(a) examinador(a) de desenhos industriais do INPI durante o exame de mérito, utilizando o sistema Busca Web. Como parâmetro de busca, foi utilizado o campo classificação de Locarno “12.16 - Partes, equipamentos e acessórios para veículos”⁵. É possível observar a grande variação de desenhos apresentados como resultado da busca.

A busca apresentada na Figura 1 revela alguns dos problemas recorrentes para o(a) examinador(a) de desenhos industriais do INPI, como a distorção de imagens e mesmo a falta destas. Além de trazer uma infinidade de objetos, enquadrados em dadas classes de Locarno, que não necessariamente têm identidade morfológica com o objeto pesquisado.

As dificuldades encontradas pelos examinadores são comuns a todas as áreas onde a realização de buscas por imagens se faz necessária. Para otimizar o tempo e a qualidade das

⁴ A Classificação de Locarno é o sistema de classificação internacional para desenhos industriais administrado pela OMPI. É utilizado no Brasil para fins de depósitos de DI, apesar do país não ser signatário do acordo. Disponível em https://www.wipo.int/wipolex/en/treaties/ShowResults?search_what=C&treaty_id=14. Acesso em 23/09/2023.

⁵ A classe 12-16 na versão 12 da classificação de Locarno contempla as seguintes indicações: Acessórios decorativos para veículos, Acessórios para capôs de veículo, Acessórios para espelhos retrovisores, Aerofólios para automóveis, Alavancas de câmbio, Alavancas de freio de mão, Amortecedores de suspensão para veículos rodoviários, Âncoras, Aros de roda de veículo, Asas de veículo, Atrélagens de reboque para veículos, Bagageiros para teto de veículos, Bagageiros para veículos [exceto para ciclos e motocicletas], Bandas de descarga eletrostática para veículos, Barras de reboque para veículos, Cabines para trator, Cabines para veículos, Calços [para impedir veículos de mover], Calotas, Capas para roda de veículo [para transporte], Capas para veículos, Capôs de veículo, Coberturas de radiador para veículos, Consoles centrais para veículos, Cubos de hélice [para veículos], Cubos para rodas de veículo, Defensas para barco, Defletores de corrente de ar [para veículos], Desembaçadores para veículos, Dispositivos antiofuscamento para veículos, Engates de veículo, Escotilhas para veículos, Esguichos para limpadores de para brisas, Espelhos retrovisores, Estribos para veículos rodoviários, Freios para veículos, Ganchos de atrelagem para veículos, Ganchos de reboque para veículos, Grades de entrada de ar para veículos, Grades de radiador para veículos, Habitáculos de veículo, Lagartas para veículos, Lâminas de limpador de para-brisa, Manivelas de arranque, Manoplas de alavanca de câmbio, Molas de suspensão para veículos rodoviários, Molduras decorativas para veículos, Ornamentos de tampa de radiador, Painéis de comando para veículos, Painéis de instrumentos para veículos, Palhetas de limpador de para-brisa, Para-brisas antirreflexo, Para-brisas para veículos, Para-choques para veículos, Para-lamas para automóveis, Para-lamas para veículos, Pastilhas de freio para veículos, Pedais de acelerador para veículos, Pesos de balanceamento para rodas de veículo, Porta-esquis para veículos, Portas de veículo, Protetores de para-choque, Protetores para porta de veículos, Quebra-sóis para veículos, Radiadores para veículos, Raios para rodas de veículo, Reservatórios de limpadores de para brisas, Revestimentos internos para veículos [forros], Rodas para veículos [exceto para veículos sobre trilho], Sapatas de freio para veículos, Suspensões para veículos rodoviários, Tampas de radiador para veículos, Tubos de escapamento, Vigias, Volantes. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/desenhos-industriais/arquivos/guia-basico/loc-12-_2019_versao-final.pdf. Acesso em 22/09/2023.

buscas, é comum a utilização de técnicas que permitam a recuperação de imagens com base em uma imagem fornecida como referência de busca.

Figura 1 – Imagens disponibilizadas pelo sistema de busca após consulta textual



Fonte: INPI, 2023b.

A Recuperação de Imagem baseada em Conteúdo (*CBIR - Content-Based Image Retrieval*) é uma das abordagens utilizadas em buscas de imagens digitais. Um sistema *CBIR*, baseado no conteúdo visual da imagem, extrai características da imagem, indexa e processa consultas efetuadas pelo usuário. O princípio básico do *CBIR* requer que as propriedades visuais da imagem sejam utilizadas para a realização de buscas em uma base de dados (Torres; Falcão, 2006). Assim, uma imagem pode ser comparada com bases de imagens, verificando o grau de similaridade entre as mesmas.

A análise de similaridade revela-se como uma etapa oportuna e mesmo fundamental para se encontrar imagens de uma mesma categoria ou similares às requisitadas pelo usuário com uma maior chance de serem relevantes, permitindo mais agilidade, segurança e precisão.

Dentre as técnicas utilizadas para a extração de características das imagens em um sistema *CBIR*, destaca-se o *autoencoder* convolucional (Minarno; Soesanti; Nugroho, 2024).

Neste cenário, este trabalho visa desenvolver uma nova solução de buscas para as

imagens de desenhos industriais armazenadas na base de dados do INPI, utilizando a técnica denominada *autoencoder* convolucional para a extração das características das imagens, permitindo a recuperação dos desenhos industriais, e possibilitando ao(à) examinador(a) do INPI a pesquisa combinada por imagens, classificação de Locarno e data de depósito, o que poderá facilitar o processo e minimizar o tempo gasto no exame de mérito.

O *autoencoder* convolucional é uma técnica amplamente conhecida para a extração das características de imagens, porém o diferencial deste trabalho é a simulação de casos reais de buscas de desenhos já realizadas durante exames de mérito no INPI, com o auxílio da ferramenta desenvolvida.

Para uma melhor compreensão da técnica de extração das características de imagens utilizada neste trabalho, e sua aplicação em um sistema *CBIR*, são apresentados alguns conceitos técnicos relacionados a estudos da área de aprendizagem profunda, conforme descrito no capítulo 2 e no glossário.

OBJETIVOS

Geral

Verificar a aplicabilidade da técnica denominada *autoencoder* convolucional para a extração das características dos desenhos industriais depositados no INPI e desenvolver uma solução para buscas de imagens, para otimizar o processo realizado pelos examinadores do Instituto durante a etapa de exame de mérito, na análise da originalidade e novidade de um pedido de registro de desenho industrial.

Específicos

- a) Analisar e compreender as especificidades dos desenhos industriais depositados no INPI;
- b) Levantar e analisar o processo de buscas de desenhos industriais realizado durante o exame de mérito de DI;
- c) Avaliar trabalhos relacionados à recuperação de imagens por similaridade, bem como aspectos técnicos do *autoencoder* convolucional, para uma melhor compreensão e aplicabilidade das tecnologias de recuperação de imagens, considerando as características dos desenhos industriais e o processo de exame de mérito de DI;

- d) Desenvolver uma nova solução de buscas de imagens que possa ser utilizada pelos examinadores de desenhos industriais do INPI brasileiro na execução do exame de mérito.

JUSTIFICATIVA

Durante a realização do exame de mérito, o(a) examinador(a) do INPI deve verificar se o objeto ou conjunto ornamental de linhas e cores atende aos requisitos de novidade e originalidade, análise esta que é feita visualmente por meio de buscas em base de dados internacionais e do Brasil.

O sistema de buscas de desenhos industriais utilizado atualmente no Instituto possui a limitação de pesquisas somente por texto, fazendo com que o(a) examinador(a) analise uma grande quantidade de imagens, muitas vezes de baixa qualidade, o que dificulta muito o processo e traz imprecisões na verificação.

Conforme ilustrado na Figura 1 desta tese, é possível observar que o retorno da busca é muito variado, apresentando, no caso da classificação “12-16 - Partes, equipamentos e acessórios para veículos”, desde retrovisores até para-choques de veículos, totalizando 219 páginas como resultado da busca, o que dificulta bastante o trabalho do(a) examinador(a), que precisa restringir as imagens relevantes para o exame, diante de uma grande variedade de objetos visualizados.

O INPI aderiu ao Acordo de Haia⁶ (INPI, 2023c) e com isso há a necessidade de adequação das bases de dados e melhorias dos processos de exame de pedidos de desenhos industriais. Uma das etapas deste processo de melhorias no ambiente computacional de desenhos industriais foi a implantação do sistema *Industrial Property Administration System – IPAS*⁷, além da implementação de avanços no sistema de Peticionamento Eletrônico do INPI, projetos que contam com a participação direta deste pesquisador na análise e desenvolvimento das novas soluções.

A implantação da nova arquitetura computacional para a área de desenhos industriais possibilitou dentre outras melhorias, que fossem disponibilizadas todas as imagens dos

⁶ A O Acordo de Haia é um sistema de registro internacional que oferece a possibilidade de proteger desenhos ou modelos industriais num certo número de Estados ou organizações intergovernamentais (ambos chamados Partes Contratantes) mediante um único pedido internacional depositado junto da Secretaria Internacional da Organização Mundial da Propriedade Intelectual. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/designs/911/wipo_pub_911.pdf. Acesso em 31/05/2023.

⁷ IPAS é um software desenvolvido e de propriedade da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI). Foi implementado na área de Marcas do INPI no ano de 2013. Disponível em: <https://www3.wipo.int/confluence/display/wipoimd/WIPO++IPAS>. Acesso em 31/05/2023.

desenhos depositados e não somente uma imagem como era feito anteriormente. Com isso, a implementação de uma ferramenta específica para buscas de imagens nas bases do Instituto poderá gerar um ganho de tempo e qualidade no processo de realização do exame de mérito de desenhos industriais.

Ademais, o número de pedidos de desenhos industriais depositados internacionalmente nos termos do Acordo de Haia vem apresentando um crescimento anual desde 2007 (WIPO, 2018), e com isso houve um aumento do volume de dados a serem examinados nas bases internacionais pela área técnica de desenhos industriais do INPI, o que gerou uma elevação do tempo de realização do exame de mérito.

METODOLOGIA

O presente trabalho se enquadra como pesquisa de cunho exploratório (Gil, 2008) e qualitativo (Flick, 2004), sendo utilizados os procedimentos como análises de documentos sobre o tema proposto e métodos próprios da área de desenvolvimento de sistemas.

Sendo assim, a pesquisa foi dividida em algumas etapas conforme descrito abaixo:

- a) Realização de coleta de desenhos industriais, por amostragens, considerando as classes de Locarno com mais depósitos de DI no INPI no período de 2012-2022 (02-04, 12-16, 09-01, 06-01 e 32-00)⁸ ;
- b) Mapeamento do processo atual de buscas de imagens realizado pelos examinadores de desenhos industriais do INPI durante a realização do exame de mérito;
- c) Realização de experimentos com os desenhos da classe de Locarno 02-04, considerando as características das imagens coletadas no ambiente do INPI. A classe 02-04 foi selecionada e carregada na base de dados de vetores de características, por ter sido a classe com mais depósitos de DI no período de 2012-2022;
- d) Desenvolvimento da arquitetura da solução de buscas por imagens mais adequada à realidade do INPI;

⁸ A classe 02-04 está associada a “Calçados, Meias e Meias-Calças, 09-01 é referente a “Garrafas, frascos, potes, garrações, garrações empalhados e recipientes com dispensadores dinâmicos”, 06-01 a “Assentos” e 32-00 a “Símbolos gráficos e logotipos, padrões de superfície, ornamentações. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/desenhos-industriais/arquivos/guia-basico/loc-12-_2019_versao-final.pdf. Acesso em: 01/08/2024.

- e) Carga na base de vetores de características das imagens das demais classes (12-16, 09-01, 06-01 e 32-00) com mais depósitos de DI no INPI no período de 2012-2022;
- f) Implementação de protótipo funcional da solução para a realização de buscas de desenhos industriais de acordo com a arquitetura definida;
- g) Realização de testes na ferramenta, por meio de simulações de exames de mérito já realizados pelo INPI, selecionados dentre os pedidos carregados na base de vetores de características;
- h) Avaliação dos resultados obtidos a partir dos testes do protótipo da solução desenvolvida.

ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta o conceito de design, a importância da estratégia de design no processo de inovação, e algumas características da proteção por DI no Brasil, bem como o procedimento de buscas de desenhos realizado durante o exame de mérito, além das formas de representação do objeto e a importância da representação visual do DI para a aferição dos requisitos necessários para a proteção. Neste capítulo também são apontadas algumas dificuldades encontradas pelos examinadores durante as buscas de desenhos industriais.

O capítulo 2 apresenta alguns trabalhos relacionados ao tema de recuperação de imagens e a fundamentação teórica, descrevendo conceitos, técnicas e medidas de similaridade utilizados em sistemas de recuperação baseados em conteúdo. Este capítulo também descreve a técnica denominada *autoencoder* convolucional, utilizada para a extração das características dos desenhos industriais depositados no INPI.

No capítulo 3 são apresentados os experimentos realizados para a definição da arquitetura do *autoencoder* convolucional, e o modelo proposto para o Sistema de Buscas por Similaridade de Imagem, com o detalhamento dos módulos da ferramenta e suas integrações.

O capítulo 4 apresenta a estrutura do ambiente criado para a realização dos testes da ferramenta, bem como os cenários de testes selecionados a partir de exames já realizados no INPI, e os resultados obtidos durante a avaliação do protótipo da solução.

Por fim, conclusões, lições aprendidas e pontos de melhoria identificados durante a pesquisa são descritos na última seção do trabalho.

1 OS DESENHOS INDUSTRIAIS

Teece (1986) define três blocos básicos para a obtenção de lucros com a inovação, são eles: regime de apropriabilidade, ativos complementares e paradigmas de projeto dominante. Um regime de apropriabilidade refere-se a fatores do meio ambiente, excluindo a empresa e a estrutura de mercado, que determinam a capacidade de um inovador capturar os lucros gerados por uma inovação, como a natureza da tecnologia (produtos, processos, conhecimento tácito e codificado) e a eficácia de mecanismos legais de proteção (patentes, marcas, registro de DI, direitos autorais, segredo comercial etc.).

Os ativos complementares são os artefatos necessários para a comercialização da inovação. Eles podem ser divididos em ativos genéricos, que são os que não precisam ser adaptados à inovação e ativos especializados, que possuem uma dependência unilateral com a inovação. O paradigma dominante sinaliza a maturidade científica e a aceitação de padrões acordados para prosseguimento da pesquisa científica (Teece, 1986).

Leopardi (2009) ressalta a relevância econômica dos direitos de propriedade intelectual, ao constituir um direito de propriedade e dotar o seu objeto dos atributos da apropriabilidade e da transferibilidade.

Em relação aos mecanismos legais de apropriabilidade, no Brasil, o registro de DI é uma das formas de proteção ao design. O registro de DI confere ao titular um monopólio da forma, da aparência exterior de um produto, mas não um monopólio de produto.

Barbosa (2003) enfatiza que pode ser suscetível de proteção por meio do registro de desenho industrial, apenas o que não é determinado pelas características funcionais do objeto, ou seja, o que pode ser considerado como ornamental.

1.1 DESIGN E DESENHO INDUSTRIAL

O conceito de design é bem amplo e abrangente, e pode ser utilizado em várias áreas de conhecimento. De acordo com Löbach (2001), o design pode ser conceituado como a concretização de uma ideia em forma de projetos ou modelos, mediante a construção e configuração, resultando em um produto industrial passível de produção em série.

Segundo Lima (2011), o design possui quatro características que em conjunto contribuem para a sua identidade e natureza singular: (i) resolve problemas geralmente complexos e mal definidos; (ii) utiliza estratégias de pensamento focadas na solução; (iii)

utiliza linguagem não verbal (contendo códigos espaciais e gráficos); e (iv) usa raciocínio abduutivo.

O processo de design é altamente criativo, exigindo do profissional que atua nessa criação, o designer, o desenvolvimento de ideias originais e novas para a geração de produto inovador. Löbach (2001) aponta que esse processo criativo pode ser dividido em quatro fases: análise do problema; geração de alternativas; avaliação das alternativas e realização da solução.

O design está relacionado à qualidade e diferenciação dos produtos e, portanto, para atender às necessidades dos clientes, é necessário também que o designer conheça a preferência do seu público, suas limitações físicas e financeiras, além do clima e do local em que o produto será utilizado.

Em um estudo sobre os desafios da proteção do desenho industrial na economia global, Monseau (2012) aponta que o design está se tornando cada vez mais importante para a competitividade global, e a sua proteção torna-se necessária tendo em vista o crescente problema de falsificação, que prejudica os designers e os consumidores.

No processo de design, a inovação é primordial para que se produzam produtos diferenciados e com qualidade para atender as expectativas dos clientes. Para isso, é necessário que sejam efetuados altos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), e a apropriação do retorno desses investimentos é um desafio para qualquer empresa.

No Brasil, em 2017, os gastos federais em P&D foram de R\$ 25,7 bilhões de reais, representando 0,39% do PIB do ano, deduzindo-se os gastos com a pós-graduação, o orçamento executado foi de R\$13,7 bilhões. Em 2020, o valor do orçamento federal ligado às funções de ciência e tecnologia foi de R\$ 7,2 bilhões de reais. Esse valor está bem abaixo de países desenvolvidos como Alemanha, Estados Unidos, Canadá e Reino Unido (De Negri et al., 2020). Em 2023, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT⁹) investiu R\$ 9,96 bilhões e a previsão para o ano de 2024 é de R\$ 12,72 bilhões (Agência Brasil, 2024).

Apesar do investimento em P&D ser inferior ao disponibilizado por países desenvolvidos, o Brasil ocupa uma posição de evidência na classificação de premiações em design, conforme apresentado na Figura 2.

⁹ O Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT foi criado em 1969, e é um fundo de natureza contábil e financeira que tem como objetivo financiar a inovação e o desenvolvimento científico e tecnológico, com vistas a promover o desenvolvimento econômico e social do País. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct>. Acesso em 14/10/2024.

Figura 2 – Ranking mundial de premiações em design

Rank	Country/Area	Awards	Score					
1	 China	5140	17916	141	673	1770	1513	1043
2	 United States of America	1592	5495	79	239	432	414	428
3	 Japan	877	3206	56	140	281	246	154
4	 Italy	655	2347	40	102	207	157	149
5	 Hong Kong (China)	1022	3516	28	140	321	298	235
6	 Great Britain	417	1502	21	65	145	99	87
7	 Taiwan (China)	2788	8435	20	137	641	1086	904
8	 Turkey	702	2293	17	94	172	195	224
9	 Germany	377	1362	16	62	141	76	82
10	 Portugal	193	728	13	44	59	40	37
11	 Australia	176	618	13	26	43	50	44
12	 Brazil	401	1427	11	60	140	121	69
13	 Spain	221	800	11	39	74	49	48
14	 Netherlands	124	451	10	17	42	28	27
15	 Poland	181	613	8	22	50	53	48
16	 Switzerland	102	359	8	13	30	24	27
17	 Republic of Korea	344	1125	7	40	100	89	108

Fonte: World Design Rankings, 2024.

Porém, o número de depósitos de DI no INPI não acompanha esse destaque e segue abaixo dos pedidos solicitados em países desenvolvidos, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Número de depósitos de DI nos 20 principais escritórios de PI do mundo

	Type	Office ↕	Origin ↕	2013 ↕	2014 ↕	2015 ↕	2016 ↕	2017 ↕	2018 ↕	2019 ↕	2020 ↕	2021 ↕	2022 ↕
1	Industrial design (design count)	Australia	Total	6,912	6,597	7,024	7,278	7,708	8,029	8,857	7,359	8,120	7,860
2	Industrial design (design count)	Brazil	Total	6,847	6,590	6,039	6,027	6,000	6,111	6,432	6,263	6,711	7,196
3	Industrial design (design count)	Canada	Total	5,346	5,767	5,846	6,170	6,533	6,869	7,548	7,530	9,494	8,854
4	Industrial design (design count)	China	Total	659,563	564,555	569,059	650,344	628,658	708,799	711,617	770,362	805,710	798,114
5	Industrial design (design count)	European Union Intellectual Property Office	Total	96,422	98,957	99,658	105,729	111,234	108,553	113,337	113,195	117,052	109,150
6	Industrial design (design count)	France	Total	66,857	64,248	64,913	53,461	45,746	42,523	37,405	31,199	31,344	31,676
7	Industrial design (design count)	Germany	Total	57,197	61,154	56,631	56,133	45,815	44,476	44,097	40,641	36,997	34,240
8	Industrial design (design count)	India	Total	8,497	9,309	10,290	10,673	11,117	12,632	13,723	12,793	21,446	22,557
9	Industrial design (design count)	Iran (Islamic Republic of)	Total	4,825	8,864	11,856	15,979	17,978	14,774	17,622	14,984	14,016	8,212
10	Industrial design (design count)	Italy	Total	31,539	30,937		27,092	30,883	36,024	31,112	25,364	26,694	29,611
11	Industrial design (design count)	Japan	Total	31,125	29,738	30,702	31,219	32,686	31,571	32,180	31,650	32,750	32,420

Fonte: WIPO, 2024.

A média de depósitos de DI no INPI no período de 2013-2022 foi de aproximadamente 6500 por ano, enquanto países como por exemplo Itália, Alemanha e França receberam um número muito superior de pedidos¹⁰, com uma média de aproximadamente 40000 pedidos por ano no mesmo período.

Na seção 1.2 são apresentados alguns fatores que podem influenciar essa baixa procura pelo registro de DI, e um breve resumo da proteção por este instituto jurídico no Brasil, além dos requisitos previstos na LPI que devem ser observados durante a realização do exame de mérito e os tipos de representação considerados no depósito.

1.2 A PROTEÇÃO POR DESENHOS INDUSTRIAIS NO BRASIL

A proteção dos desenhos industriais teve início no Brasil em 1934, com o Decreto n. 24.507. Inicialmente, os modelos e desenhos industriais eram protegidos por meio do instituto de patentes, fato este que permaneceu até o ano de 1996, quando a LPI criou um instituto específico para essa proteção, o registro de desenhos industriais.

O registro no INPI é realizado atualmente por meio do sistema Peticionamento Eletrônico, que foi implantado em 2015 e regulamentado pela Resolução INPI n° 146/2015, revogada e substituída pela Portaria INPI n° 07/2022, que consolidou os atos normativos editados pelo Instituto relativos à recepção e ao processamento de pedidos e petições de desenhos industriais.

Os formulários são disponibilizados em ambiente web, e foram desenvolvidos na linguagem Java utilizando banco de dados Oracle. De acordo com o Manual de Desenhos Industriais (2023a), o primeiro passo para a solicitação de um pedido de registro ou uma petição de desenho industrial é o cadastro no sistema e-INPI. Após o cadastro no sistema, o requerente deve necessariamente emitir e pagar a Guia de Recolhimento da União (GRU) referente ao serviço solicitado.

De posse do código da GRU, o requerente acessa o sistema e-DI (Peticionamento Eletrônico) informando o código, e o formulário do serviço solicitado é apresentado na tela, conforme ilustrado na Figura 4.

Durante o preenchimento do formulário de depósito de um pedido de DI, o requerente informa os dados básicos como: título, autor, prioridade do depósito, classificação de

¹⁰ Segundo estatísticas disponibilizadas na base de dados da OMPI. Disponível em: <https://www3.wipo.int/ipstats/key-search/search-result?type=KEY&key=251>. Acesso em: 14/10/2024.

Locarno, além dos desenhos que são objeto do pedido de registro. As informações são armazenadas nas bases de dados de pedido e de imagens, e os arquivos contendo os desenhos são copiados para o *file system* de imagens.

O registro de DI ganha relevância na medida em que o acesso a produtos de outros países e localidades está cada vez mais viável, tornando a diferenciação do produto necessária para a sobrevivência das empresas. Em busca desse diferencial, empresas de vários segmentos passaram a investir cada vez mais em inovação na produção de seus produtos, e o design tem se destacado como uma estratégia utilizada para a conquista de mercado e geração de valor aos clientes (Vatras, 2010).

Figura 4 – Formulário de pedido de registro de desenho industrial

PETICIONAMENTO ELETRÔNICO

Seja bem-vindo | Sair do Sistema

Objeto do Pedido: Pedido de registro de desenho industrial
Nosso Número: 0000211702431395

Tipo do pedido de registro de desenho industrial

Depósito de pedido de registro: é a apresentação inicial do pedido em território nacional.

[Alterar](#)

Sigilo do pedido de registro de desenho industrial

Serviço opcional. A seleção deste campo implica no prévio pagamento da retribuição "Requerimento de sigilo de desenho industrial (código de serviço 102).

☐ De acordo com o § 1º do artigo 106 da LPI, o pedido poderá ser mantido em sigilo pelo prazo de 180 (cento e oitenta) dias contados da data do depósito. Neste período, realiza-se a publicação de exigência formal, se for o caso, e de notificação de depósito de pedido em sigilo. Na notificação de depósito de pedido em sigilo apenas são tornados públicos dados bibliográficos e informações sobre a admissibilidade do pedido, não havendo qualquer menção à matéria depositada. O pedido depositado em sigilo ficará indisponível para exame técnico até o fim do período de 180 dias e, após o vencimento do prazo, será examinado.

Dados do depositante

Nome ou Razão Social: TESTE
CPF/CNPJ: 32107013000150
Cidade: Rio de Janeiro

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica
Endereço: teste
CEP: 20081-240

[Editar](#)

Fonte: INPI, 2023d.

Apesar da importância da proteção por desenhos industriais, o número de pedidos de DI depositados no Brasil não teve uma taxa de crescimento significativa nos últimos anos, indicando uma estagnação nos depósitos no INPI. Conforme apresentado anteriormente na Figura 3, a média de pedidos de DI no período entre 2013 e 2022 foi de 6500 depósitos, com um leve aumento em 2021 e 2022, ano em que os depósitos ultrapassaram o número de 7000 pedidos.

De La Houssaye e Peralta (2019) apontam que a baixa procura pela proteção por desenhos industriais no Brasil decorre da falta de compreensão da relevância mercadológica da proteção, e até desconhecimento de sua existência e seus mecanismos de acesso, por parte dos possíveis usuários do Sistema de Propriedade Industrial (PI).

Para suprir esta carência de informação da sociedade, o INPI tem realizado ações de disseminação que buscam conscientizar e mostrar a importância dos ativos de PI no fomento à inovação, são exemplos o PI nas Escolas¹¹ e o INPI Negócios¹², implementados nos últimos anos pelo Instituto.

A seguir, serão apresentados aspectos sobre novidade e originalidade dos desenhos industriais, bem como o exame de mérito realizado pelo INPI, e os tipos de representação do objeto tipificado como DI.

1.2.1 Requisitos de Novidade e Originalidade

A LPI determina que o desenho industrial deve obrigatoriamente apresentar um resultado visual novo e original em relação aos produtos já disponíveis ao público. Os conceitos de novidade e originalidade têm sido objeto de estudo no campo teórico de PI, conceitos que precisam ser analisados de forma particular para cada direito de PI em questão. Moro (2009) faz uma comparação entre a originalidade exigida pelo direito de autor e a prevista para o registro de desenho industrial, apontando que, para o DI, o impacto do aspecto visual externo do objeto e a diferença que este provoca em relação aos objetos já conhecidos são mais importantes do que a manifestação da personalidade do artista apreciada no direito de autor.

De La Houssaye e Peralta (2019) observam que a terminologia “distintiva” presente no art. 97 da LPI na conceituação do requisito de originalidade pode gerar uma associação com o termo “distintivo” vinculado ao sinal marcário. Porém é importante ressaltar que no caso do desenho industrial a distintividade está relacionada a todos os objetos anteriores, enquanto no sistema de Marca, o sinal requerido só será protegido no segmento ao qual a Marca está enquadrada.

Cunha (2003) considera que o conceito de forma nova está relacionado àquela nunca vista antes, e forma original a que apresenta características próprias. Na visão deste autor as duas palavras, novo e original, presentes no art. 95 da LPI, apontam para a necessidade de se atribuir apenas um requisito, denominado “fator novidade”.

¹¹ O Programa PI nas Escolas é organizado pelo INPI com o apoio de ampla rede de voluntários na condição de mentores, apoiadores e parceiros institucionais e representa os esforços assertivos do INPI direcionados a levar a propriedade intelectual ao público infanto-juvenil. O programa figura no 1º Plano de Ação da Estratégia Nacional de Propriedade Intelectual. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/a-academia/projetos/programa-pi-nas-escolas>. Acesso em 03/08/2023.

¹² O Programa INPI Negócios vem implantar uma nova dinâmica de atuação na busca pelo aumento de registros de ativos de propriedade industrial (PI) por residentes no Brasil, como empresas, centros de inovação e universidades. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/projetos-estrategicos/inpi-negocios>. Acesso em 03/08/2023.

De La Houssaye (2019) aponta que o critério da originalidade possui uma certa correspondência em relação à novidade, porém com significado bastante divergente. Enquanto a novidade se refere ao conteúdo idêntico publicado anteriormente, a originalidade diz respeito à diferença visual entre os conteúdos comparados.

1.2.2 Exame de Mérito

A concessão inicial deferida pelo INPI a uma solicitação de registro de desenho industrial não garante por si só a proteção contra ações oportunistas de imitadores. Para isso, é essencial a análise dos requisitos de novidade e originalidade do objeto pelo Instituto, por meio da realização do exame de mérito.

O Manual de Desenhos Industriais (INPI, 2023a) define o exame de novidade e originalidade como o exame comparativo das características visuais do desenho industrial pleiteado para fins de proteção em relação às características visuais de outras formas aplicadas a objetos que estejam no estado da técnica. O exame é realizado por meio da comparação entre a(s) figura(s) do desenho industrial em questão com, no mínimo, uma figura do produto no estado da técnica, como por exemplo a vista em perspectiva.

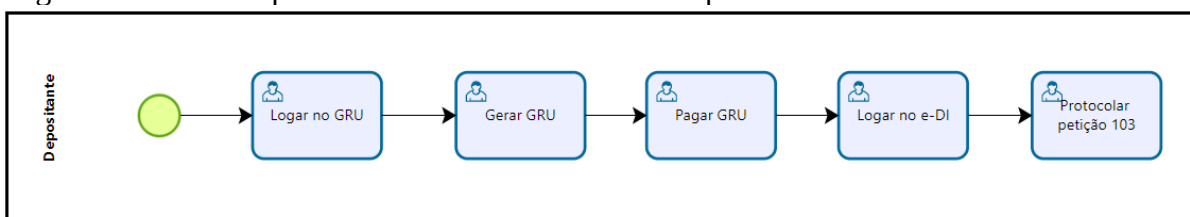
Para que o exame seja realizado de forma adequada, a(s) figura(s) deve(m) apresentar algumas características, quais sejam: qualidade gráfica e comprovação de data de publicação. Em relação à novidade, o exame avalia se o desenho industrial é idêntico a alguma configuração presente no estado da técnica, já a análise de originalidade verifica se o desenho industrial possui configuração visual distintiva em relação aos objetos anteriores.

“O resultado visual original pode ser alcançado pela combinação de elementos conhecidos, compondo um desenho industrial cuja configuração seja suficientemente distintiva em relação a objetos ou produtos anteriores. A diferença ou combinação de cores não constitui elemento diferenciador suficiente para garantir a originalidade de um desenho industrial, assim como a diferença de texturas, o tratamento de superfície e outros aspectos visuais de materiais” (INPI, 2023a).

É importante ressaltar que a solução proposta neste trabalho não seria impactada em casos de futuras mudanças na legislação brasileira em relação a aceitabilidade de combinação de cores ou diferenças de textura como elemento diferenciador, tendo em vista que as imagens dos desenhos similares ao que está sendo comparado no exame de mérito serão apresentadas em tela, cabendo ao examinador analisar e definir quais desenhos são realmente similares ao objeto em questão.

O procedimento de solicitação do exame de mérito junto ao INPI é iniciado com a emissão e pagamento da GRU relativa ao serviço “103 - Pedido de exame do registro concedido quanto à novidade e originalidade”. Após o pagamento da guia, o depositante deve realizar o protocolo da petição por meio do sistema e-DI, conforme fluxo ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Fluxo do processo de exame de mérito – depositante



Fonte: INPI, 2022.

Após o protocolo do serviço 103 inicia-se o fluxo das áreas internas do INPI, por meio da verificação do pagamento do serviço peticionado, culminando com a publicação da notificação do requerimento de Exame de Mérito na RPI.

As petições notificadas são encaminhadas para a análise da área técnica do Instituto que recebe as notificações por data de entrada, agrupando-as, quando possível, de acordo com a classificação de Locarno, e distribuindo-as para os examinadores de desenhos industriais do Instituto.

Após a distribuição, a etapa de busca por anterioridades para verificação dos requisitos de novidade e originalidade é iniciada por cada examinador(a), tanto na base de dados do INPI, como também em bases internacionais de desenhos industriais, além de buscas em sites de vendas, blogs, materiais publicitários etc. (INPI, 2023a).

As buscas na base de desenhos industriais do INPI são realizadas por meio do sistema Busca Web sem considerar limite temporal, e na classe atribuída ao produto no momento do registro, podendo o examinador incluir outras classes relacionadas à configuração do produto em questão (INPI, 2023a).

A busca por anterioridade no sistema Busca Web é realizada por meio da funcionalidade de “Pesquisa Avançada”, utilizando a Classificação de Locarno atribuída ao desenho industrial do registro como filtro de busca, além do parâmetro de data final que é preenchido com a data anterior ao dia do depósito ou prioridade, para que o desenho em questão ou depositados posteriormente a este não apareçam no retorno da pesquisa. O parâmetro de formato de saída também é utilizado, permitindo a exibição das figuras dos desenhos industriais como resultado da pesquisa, conforme Figura 6.

Figura 6 – Tela de pesquisa avançada do sistema Busca Web

 BRASIL	Acesso à Informação	Participe	Serviços	Legislação	Canais
--	---------------------	-----------	----------	------------	--------

Instituto Nacional da

Propriedade Industrial

Ministério da Economia

Consulta à Base de Dados do INPI

[\[Início \]](#)
[\[Ajuda? \]](#)
[\[Login: rdvsantana \]](#)

> Consultar por: **Base Desenhos** | Pesquisa Básica | Meus Pedidos | Meus Pedidos da Semana | Finalizar Sessão

Forneca abaixo as chaves de pesquisa desejadas. Evite o uso de frases ou palavras genéricas.

PESQUISA AVANÇADA

Números

Datas

Classificação

Palavra Chave

Depositante/Titular/Autor

Revista da Propriedade Industrial

Formato de saída

(22) Data Depósito : 01/01/1970 a 14/10/2015

(32) Data de Prioridade : a

(52) Classificação : 04-01

Palavra Chave

Depositante/Titular/Autor

Revista da Propriedade Industrial

Formato de saída

Nº de Processos por Página: 20

pesquisar >>

limpar

Rua Mayrink Veiga, 9 - Centro - RJ - CEP: 20090-910

Fale Conosco

Fonte: INPI, 2023b.

Após a apresentação dos desenhos em tela, conforme ilustrado na Figura 7, é realizada a comparação visual com o desenho objeto do pedido.

Figura 7 – Tela de resultados da pesquisa avançada do sistema Busca Web

	BRASIL	Acesso à informação	Participar	Serviços	Legislação	Canais
--	--------	---------------------	------------	----------	------------	--------

Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Ministério da Economia

Consulta à Base de Dados do INPI

[Início](#) | [Ajuda?](#)

» Consultar por: Base Desenhos | Finalizar Sessão

RESULTADO DA PESQUISA (10/08/2023 às 15:11:52)

Pesquisa por:

Classificação (OI): 04-01\Data de depósito: '01/01/1970' a '14/10/2015'\ Foram encontrados **191** processos que satisfazem à pesquisa. Mostrando página **1** de **10**.

Pedido					
 BR 30 2015 003843 8	 BR 30 2015 002500 0	 BR 30 2015 002385 6	 BR 30 2015 002078 4	 BR 30 2015 001992 1	
 BR 30 2015 001955 5	 BR 30 2015 001056 8	 BR 30 2015 000963 2	 BR 30 2015 000466 5	 BR 30 2014 005936 0	
 BR 30 2014 005934 3	 BR 30 2014 005731 4	 BR 30 2014 005186 5	 BR 30 2014 005188 1	 BR 30 2014 003995 4	
 BR 30 2014 003686 6	 BR 30 2014 002642 9	 BR 30 2014 002437 0	 BR 30 2014 001025 5	 BR 30 2014 000850 1	

Página(s) de Resultados:
1 | [2](#) | [3](#) | [4](#) | [5](#) | [6](#) | [7](#) | [8](#) | [9](#) | [10](#)-Próxima»

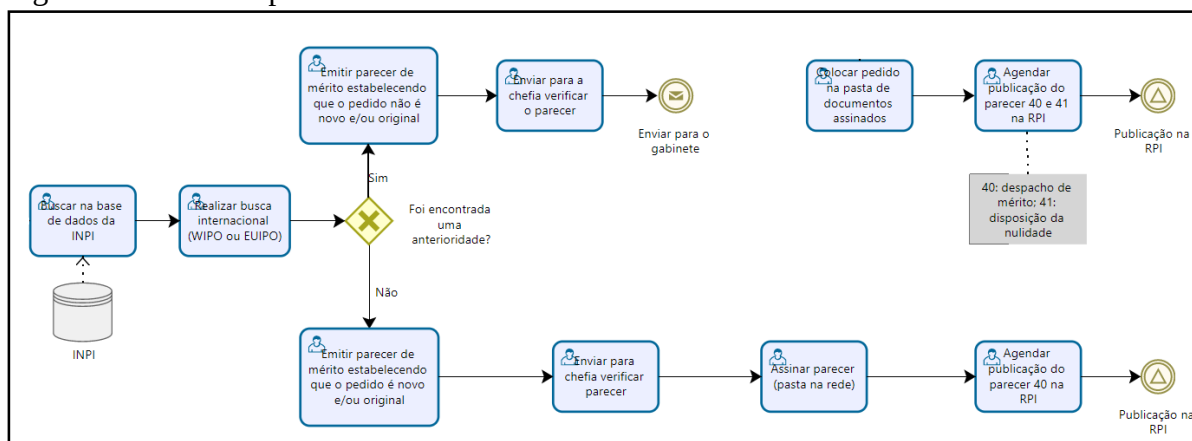
Fonte: INPI, 2023b.

Para pesquisas em bases internacionais utiliza-se a ferramenta da OMPI, *Global Design Database*, sem recorte temporal ou territorial. Após as buscas nas bases de dados

nacional e internacional, caso ainda não tenha sido encontrada nenhuma anterioridade, são realizadas consultas na internet com base em levantamento dos dados do titular e do objeto ou produto do registro de desenho industrial, com o objetivo de ampliar o alcance das buscas. “Este levantamento ajuda a conhecer a área de atuação do titular, seu portfólio de produtos e seus canais de divulgação e venda on-line, permitindo que o examinador tome conhecimento das terminologias usuais relacionadas ao objeto do registro no mercado e, se possível, o nome comercial (ou modelo) do mesmo” (INPI, 2023a).

“A busca por anterioridades será considerada concluída caso uma única anterioridade válida comprove a ausência de novidade do desenho industrial em exame” (INPI, 2023a). Após a finalização das buscas, o(a) examinador(a) emite o parecer de mérito e encaminha o resultado para a publicação na RPI, conforme fluxo descrito na Figura 8.

Figura 8 – Fluxo do processo de exame de mérito – área técnica



Fonte: INPI, 2022.

Encontrando anterioridades impeditivas ao registro concedido, o INPI deve instaurar um Processo Administrativo de Nulidade de ofício (PAN de ofício), abrindo prazo de 60 dias, após a publicação do resultado do exame de mérito, para que o titular do registro ou o procurador contestem o pedido de nulidade do registro. Após este prazo, mesmo que não sejam apresentadas as manifestações, o processo será decidido pelo Presidente do INPI para finalmente considerar o registro nulo (ou não), encerrando-se a instância administrativa (Brasil, 1996).

1.2.3 Tipos de Representação do Objeto

A representação do desenho industrial pode ser feita por meio de desenhos (em linha ou renderizados) ou fotografias, sendo de suma importância que a apresentação do desenho

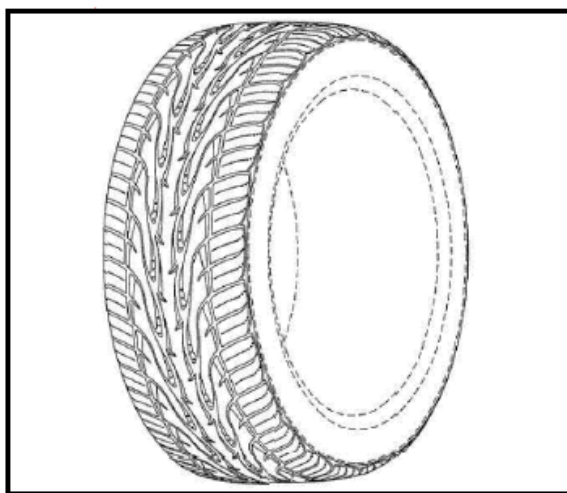
seja clara e nítida, de maneira a permitir a suficiência descritiva da reivindicação (INPI, 2023a).

Diferentes tipos de representação podem ser utilizados em um mesmo pedido, porém em variações diferentes do desenho. Figuras de uma mesma variação que utilizem tipos de representação diferentes precisarão ser corrigidas por meio de exigência exarada pelo(a) examinador(a) do INPI e publicada na RPI (INPI, 2023a).

O tipo de representação de desenhos em linha consiste na utilização de linhas contínuas, que indicam a configuração reivindicada, sendo permitida a utilização de linhas tracejadas que representam os elementos contextuais da representação, mas que não são parte do objeto, conforme Figura 9.

Na representação em linhas podem ser utilizadas hachuras e pontilhamento que permitam a representação esquemática de características visuais como tratamento de superfície, transparência, textura e sombreamento resultante da volumetria da configuração. Outros recursos também permitidos são as linhas de interrupção, que informam que a forma plástica representada pode apresentar variação de dimensão sem que haja alteração das características ornamentais das figuras, e linhas de construção que são recursos auxiliares à melhor compreensão do desenho industrial gerados por programas de computador (INPI, 2023a).

Figura 9 – Exemplo de representação contextual com linha tracejada



Fonte: INPI, 2023a.

A renderização é outro tipo de representação do desenho industrial e consiste no processo de ilustração de objetos tridimensionais, geralmente com o auxílio de software, incluindo a representação realista da iluminação, volumetria e tratamentos de superfície e textura, conforme Figura 10.

Figura 10 – Exemplo de renderização - BR302019000647-2



Fonte: INPI, 2023a.

A fotografia é o método de representação do desenho industrial por meio da captura de imagem por processo fotográfico, conforme Figura 11 (INPI, 2023a).

Figura 11 – Exemplo de representação fotográfica - BR302019000552-2



Fonte: INPI, 2023a.

Dispostos estes apontamentos sobre as formas de reivindicação de um pedido de desenho industrial, na próxima seção, são apresentadas algumas notas introdutórias sobre a importância da representação visual para garantir o adequado escopo de proteção ao objeto pleiteado.

1.3 A IMPORTÂNCIA DA REPRESENTAÇÃO VISUAL DO DESENHO INDUSTRIAL

As figuras são os elementos mais importantes do pedido, sendo assim a qualidade da representação do objeto reivindicado é fator essencial para a aferição dos requisitos necessários para a proteção do desenho industrial.

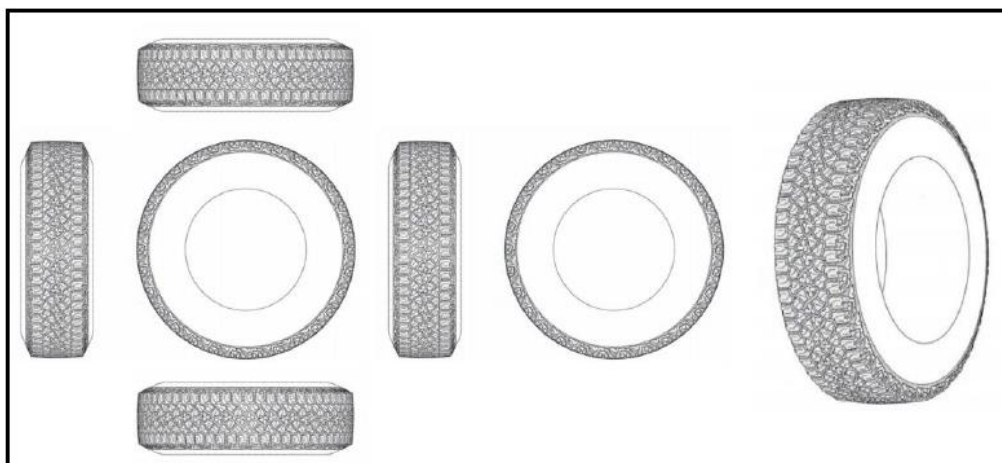
As características visuais do desenho industrial devem ser claras e suficientes para garantir que um técnico no assunto possa reproduzir a forma do desenho reivindicado. As figuras devem possuir contraste, nitidez e resolução suficientes para a plena compreensão do objeto. A configuração não pode apresentar sombras ou reflexos que comprometam a visualização de suas características ornamentais, e o fundo dos desenhos ou fotografias deverá ser neutro, sem qualquer padrão ou textura (INPI, 2023a).

Para análise da suficiência descritiva do desenho industrial são exigidas determinadas vistas das figuras de acordo com as características e a complexidade do desenho reivindicado. A representação de um desenho industrial bidimensional deve ser apresentada em uma única vista do produto bidimensional no qual o conjunto de linhas e cores é aplicado (INPI, 2023a).

Em um objeto tridimensional é recomendada a apresentação de seis vistas ortogonais que mostrem o desenho a partir de seis ângulos específicos: frontal, posterior, lateral esquerda, lateral direita, superior e inferior, além da apresentação de uma perspectiva. Outras vistas ou perspectivas adicionais podem ser apresentadas, de maneira a melhorar a identificação das características visuais do desenho industrial tridimensional, conforme Figura 12 (INPI, 2023a).

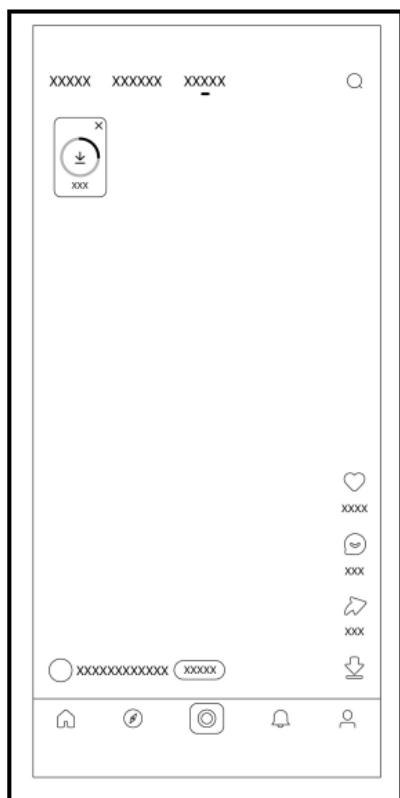
Uma representação do desenho bidimensional também pode ser aplicada a objeto tridimensional, por exemplo, no caso de uma interface gráfica aplicada à tela de um dispositivo móvel, basta apresentar a vista frontal do dispositivo para garantir a suficiência descritiva do desenho industrial bidimensional reivindicado, conforme Figura 13 (INPI, 2023a).

Figura 12 – Exemplo de apresentação de todas as vistas do objeto tridimensional – BR302014001426-9



Fonte: INPI, 2023a.

Figura 13 – Vista frontal de interface gráfica aplicada a objeto tridimensional



Fonte: INPI, 2023b.

Os desenhos em linha deverão apresentar boa qualidade, linhas escuras (de preferência pretas), de maneira a apresentar contraste suficiente para permitir sua reprodução. O desenho industrial representado por meio de renderização deve apresentar contraste e definição adequados, de maneira a permitir a perfeita visualização do objeto pleiteado (INPI, 2023a).

A representação por meio de fotografias deve apresentar nitidez, contraste e resolução apropriados e não deve incluir elementos estranhos ao desenho industrial reivindicado, possibilitando que todas as características ornamentais reivindicadas sejam claramente visíveis (INPI, 2023a).

Para a aferição da suficiência descritiva do desenho industrial, considerando todos os padrões de qualidade das imagens exigidos e necessários para a realização do exame de mérito, é razoável que o(a) examinador(a) tenha a sua disposição ferramentas que permitam tal análise de forma completa e ágil. Neste sentido, a utilização de um sistema que possibilite a busca de similaridade por imagens e que ofereça uma interface amigável para a visualização de todas as vistas do desenho possui considerável relevância para a realização do exame, visto que o sistema de busca utilizado pelos examinadores do INPI apresenta uma série de

obstáculos para que o exame de mérito seja realizado com a segurança necessária. A seguir serão indicadas as dificuldades encontradas durante as buscas de anterioridade.

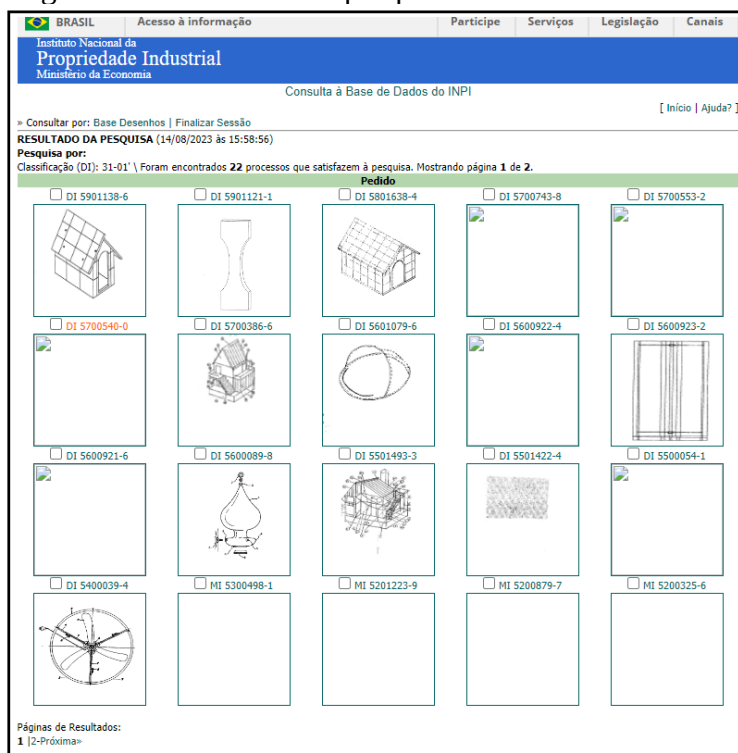
1.4 DIFICULDADES ENCONTRADAS DURANTE A BUSCA NO EXAME DE MÉRITO

Conforme descrito na subseção 1.2.2, uma das ferramentas utilizadas durante o exame de mérito é o sistema Busca Web do INPI. O sistema apresenta alguns pontos que trazem dificuldades ao(à) examinador(a) durante a busca por anterioridades, e se ajustados poderiam agilizar e trazer benefícios ao resultado do exame.

A exibição de somente uma figura por pedido traz dificuldades para a realização do exame, pois a imagem exibida pelo sistema pode não ser similar ao objeto do pedido analisado. Por seu turno, as variações dos desenhos não apresentadas no resultado da busca podem indicar uma anterioridade. Se a ferramenta exibisse todas as figuras do pedido, o exame seria mais efetivo.

Outro ponto de melhoria observado está relacionado à exibição das imagens que geralmente ficam distorcidas para serem enquadradas na tela, o que prejudica a comparação com os desenhos do objeto reivindicado, além de imagens que não são carregadas corretamente, conforme ilustrado na Figura 14.

Figura 14 – Resultado da pesquisa de desenhos do sistema Busca Web



Fonte: INPI, 2023b.

Como o sistema Busca Web não permite buscas por imagens, as consultas são realizadas pela classe do objeto reivindicado, sendo que para algumas classes, o sistema pode apresentar resultados muito variados, como por exemplo a consulta utilizando como parâmetro a classe “12.16 - Partes, equipamentos e acessórios para veículos”. Os resultados apresentados, conforme Figura 1, variam desde retrovisores até para-choques de veículos, fazendo com que o(a) examinador(a) tenha que descartar boa parte das figuras apresentadas durante a análise.

O tempo de retorno das consultas e a disponibilidade da ferramenta também são pontos observados e que se otimizados podem trazer benefícios ao resultado do exame de mérito.

Este capítulo teve por objetivo apresentar o conceito de design, a importância da estratégia de design, e o registro de desenhos industriais no Brasil, destacando algumas peculiaridades referentes à solicitação de um desenho perante o INPI, além das dificuldades existentes em relação à busca de imagem durante a realização do exame de mérito. No próximo capítulo serão apresentados trabalhos relacionados à recuperação de imagens por similaridade, bem como a fundamentação teórica sobre este tema, e a técnica de extração de características de imagens denominada *autoencoder* convolucional.

2 RECUPERAÇÃO DE IMAGENS

A recuperação de imagens tem sido alvo de estudos em diversas áreas do conhecimento, desde pesquisas relacionadas à medicina, como diagnóstico de doenças utilizando imagens de exames (Silva, 2009), até trabalhos nas áreas de segurança pública, como identificação de criminosos por meio de reconhecimento de tatuagens presentes no corpo (Musci, 2011).

Neste capítulo serão apresentados alguns trabalhos relacionados ao tema de recuperação de imagens e conceitos, técnicas e medidas de similaridade utilizados em sistemas de recuperação baseados em conteúdo. Também será apresentada a técnica utilizada para a extração das características dos desenhos industriais depositados no INPI.

2.1 TRABALHOS RELACIONADOS

Dhara et al. (2017) apresentam um sistema CBIR para avaliação de nódulos observados em imagens de tomografia computadorizada de pulmão, onde os nódulos são segmentados e as características de forma e textura presentes nos mesmos são utilizadas para a classificação de malignidade ou benignidade. Qayyum et al. (2017) propõem um *framework* de aprendizagem profunda¹³ para a recuperação de imagens médicas usando redes neurais convolucionais¹⁴ treinadas para a classificação das imagens.

Patil e Kumar (2017) apresentam um sistema de recuperação de imagens para identificar doenças em folhas de soja, utilizando técnicas de extração de características de cor, forma e textura da folha. Ruiz et al. (2018) fazem uma análise de diferentes sistemas CBIR e apresentam um sistema de recuperação de imagens de peças e máquinas agrícolas com o objetivo de reduzir o tempo de atendimento ao cliente durante o processo de vendas.

Daoud et al. (2019) propõem um sistema CBIR para apoiar no diagnóstico de câncer de mama por meio de imagens de ultrassom, utilizando um *autoencoder* convolucional¹⁵ para extrair as características das imagens. Allegretti et al. (2020) descrevem um CBIR baseado em

¹³ Aprendizagem Profunda (Deep Learning) é o termo usado para denotar o problema de treinar redes neurais artificiais que realizam o aprendizado de características de forma hierárquica, de tal maneira que características nos níveis mais altos da hierarquia sejam formadas pela combinação de características de mais baixo nível (Bezerra, 2016).

¹⁴ Redes neurais convolucionais são redes artificiais que possuem em uma de suas camadas a operação de convolução (Xavier, 2018).

¹⁵ *Autoencoder* convolucional é um tipo de *autoencoder* que utiliza redes neurais convolucionais para a extração das características da representação de entrada (Masci et al., 2011).

redes neurais convolucionais para extrair as características das imagens de peles de pacientes e apoiar no diagnóstico de lesões cutâneas.

Shakarami et al. (2021) propõem um sistema CBIR para apoiar o diagnóstico de COVID-19 utilizando a rede neural convolucionar AlexNet¹⁶ modificada para extrair as características das imagens de radiografias de tórax. Arora et al. (2022) apresentam uma abordagem para recuperação baseada em conteúdo usando aprendizagem profunda em imagens de raios X de tórax para auxiliar no diagnóstico de pacientes com sintomas de COVID-19 e pneumonia.

Reena e Ammer (2022) descrevem um sistema de recuperação de imagens baseado em conteúdo para o diagnóstico de linfoma utilizando micrografias sanguíneas. Para a extração das características das imagens são utilizados algoritmos de aprendizagem profunda e medidas de similaridade para a recuperação das imagens na base de dados.

2.2 TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE IMAGENS

Karthikeyan et al. (2014) apontam a existência de basicamente duas formas de recuperação de imagens: (i) recuperação baseada em anotações textuais, também denominada *Text-Based Image Retrieval* (TBIR) e (ii) recuperação por conteúdo, mais conhecida como *Content-Based Image Retrieval* (CBIR).

Uma terceira abordagem denominada recuperação híbrida é utilizada por Roa-Martínez et al. (2017), e é composta por um sistema de recuperação de imagens por conteúdo integrado a um sistema de recuperação baseado em texto.

A recuperação de imagens por meio de anotações textuais requer uma intervenção manual para identificar as características visuais da imagem e associá-las, permitindo assim uma futura consulta por meio dessas anotações. Essa técnica, apesar de menos complexa, possui algumas limitações, tendo em vista que a percepção das características da imagem pode mudar de acordo com o observador, o que pode gerar uma falta de padronização no armazenamento dessas informações e com isso inconsistências no momento da recuperação das imagens (Karthikeyan et al., 2014).

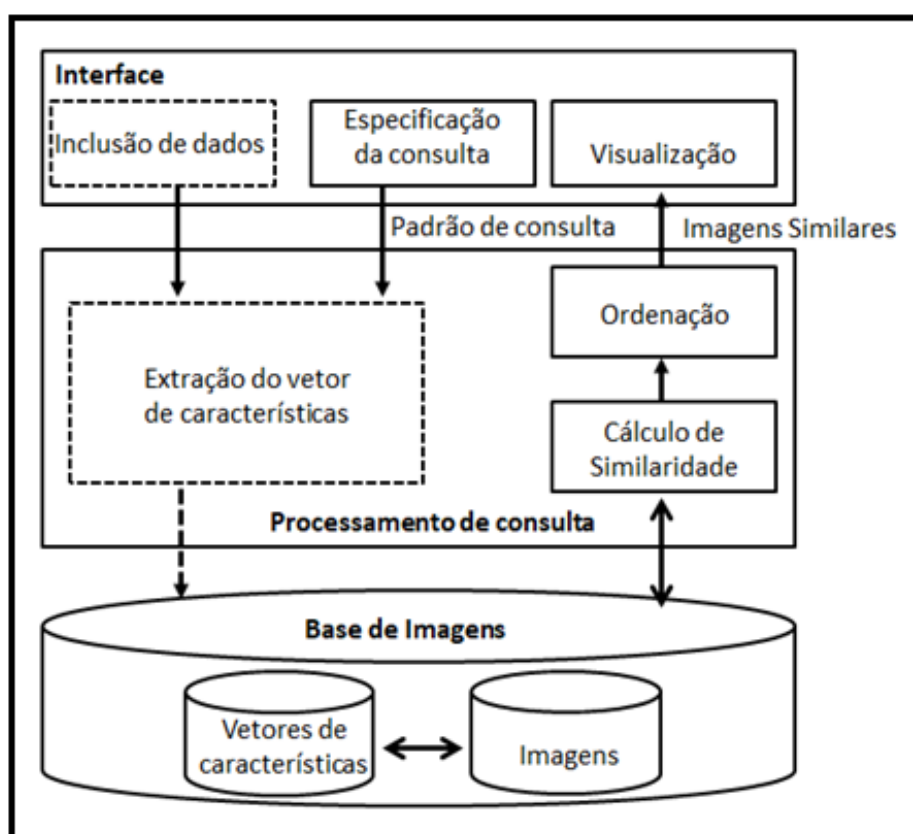
Na recuperação baseada em conteúdo, a identificação das características das imagens, como cor, textura e forma, é realizada de forma automática, por meio de técnicas para a

¹⁶ AlexNet é o nome de uma arquitetura de rede neural convolucionar, projetada por Alex Krizhevsky em colaboração com Ilya Sutskever e Geoffrey Hinton (Krizhevsky et al., 2012).

extração e agrupamento dessas informações. Os sistemas baseados em CBIR possuem tipicamente uma arquitetura dividida em três módulos: Interface, Processamento das consultas e Base de Imagens (Torres; Falcão, 2006), conforme Figura 15.

O primeiro módulo, é composto pela interface disponibilizada para inserção dos dados, especificação de consultas e visualização das imagens. O módulo de processamento de consultas é responsável pela extração das características das imagens, bem como cálculo de similaridade e ordenação das imagens para a apresentação pela interface. Por fim, a base de imagens, criada para armazenar as imagens e as características associadas a cada uma delas.

Figura 15 – Arquitetura de um sistema de recuperação de imagens por conteúdo



Fonte: Torres e Falcão, 2006, pp. 168.

A terceira forma de recuperação de imagens é denominada recuperação híbrida, e é composta por um sistema de recuperação de imagens por conteúdo integrado com um sistema de recuperação baseado em texto. Roa-Martínez et al. (2017) propõem um mecanismo de busca híbrido que integra a recuperação de imagens médicas baseada no conteúdo visual com um sistema de Recomendação, com o objetivo de enriquecer o resultado da busca por imagens com informações textuais.

Os desenhos industriais depositados no INPI não possuem nenhuma anotação textual associada às imagens, além do título e da classificação de Locarno ao qual o desenho está associado, com isso a abordagem que parece ser a melhor opção a ser implementada no Instituto é a recuperação baseada em conteúdo, CBIR.

2.2.1 Extração de Características de imagens em um sistema CBIR

A etapa inicial é uma das principais em um sistema CBIR consiste na extração das características das imagens. Cada imagem possui características próprias, e que podem ser representadas por meio de descritores. Os descritores de cor, textura e forma são bastante utilizados no processo de identificação da imagem em sistemas de recuperação baseados em conteúdo (Karthikeyan et al., 2014).

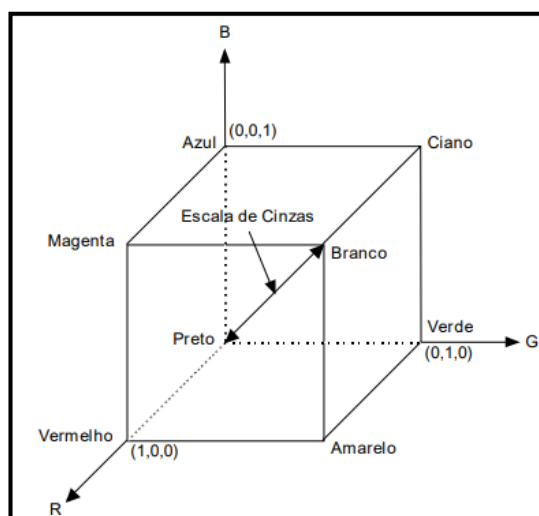
As técnicas de extração de características são aplicadas no módulo de Processamento de consultas. Essas técnicas possuem especificidades que precisam ser consideradas de acordo com o contexto e qualidade das imagens disponíveis para análise.

2.2.1.1 Descritores de cor

A cor é um atributo observado imediatamente quando nos deparamos com uma imagem, sendo, portanto, uma característica de fácil identificação e muito utilizada nos sistemas CBIR, principalmente quando a imagem contém apenas o objeto a ser analisado (Karthikeyan et al., 2014).

As imagens coloridas podem ser representadas por meio do sistema de espaço de cor, sendo o RGB (*Red, Green and Blue*) e o HSV (*Hue, Saturation and Value*), os modelos mais conhecidos na literatura. O espaço RGB é um modelo baseado em um sistema de coordenadas cartesianas representado por um cubo, no qual três de seus vértices são as cores primárias, os outros três são as cores secundárias, o vértice mais próximo à origem representa a cor preta e o outro vértice a cor branca. A escala de cinza é representada por meio da diagonal do cubo traçada entre os vértices da cor preta e branca, e geralmente os valores máximos para cada cor estão normalizados entre 0 e 1 (Marques Filho; Vieira Neto, 1999), conforme ilustrado na Figura 16.

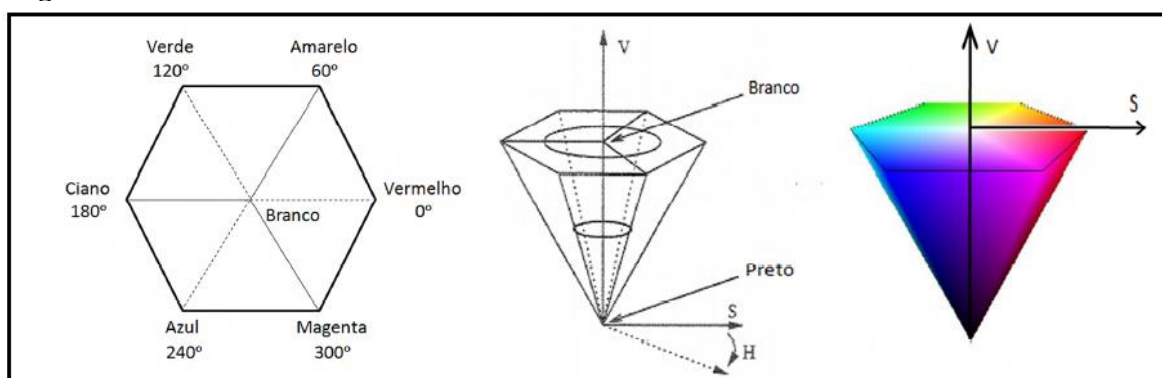
Figura 16 – Modelo RGB



Fonte: Marques Filho; Vieira Neto, 1999, pp. 121.

No espaço de cor HSV, a cor é definida por meio de três atributos: matiz ou tonalidade (*Hue*), saturação (*Saturation*) e intensidade ou brilho da imagem (*value*). A representação do modelo é realizada por um hexacone contendo um eixo vertical V, que define a variação do brilho ou intensidade da cor, um ângulo em torno do eixo vertical definindo a tonalidade (H), e a saturação (S) medida pela distância em relação ao eixo principal. Os valores referentes à tonalidade variam entre 0 e 360 graus, sendo 0° ou 360° a cor vermelha, 60° amarela, 120° verde, 180° ciano, 240° azul e 300° magenta (Dos Santos, 2012), conforme Figura 17.

Figura 17 – Modelo HSV



Fonte: Dos Santos, 2012, pp. 22.

Para a extração das características de cor de uma imagem pode ser adotada uma das três abordagens classificadas para descritores de cor: (i) abordagem global, (ii) abordagem baseada em partições e (iii) abordagem baseada em regiões (Dos Santos, 2012). A primeira abordagem considera a informação de cor presente em toda a imagem, e por meio de

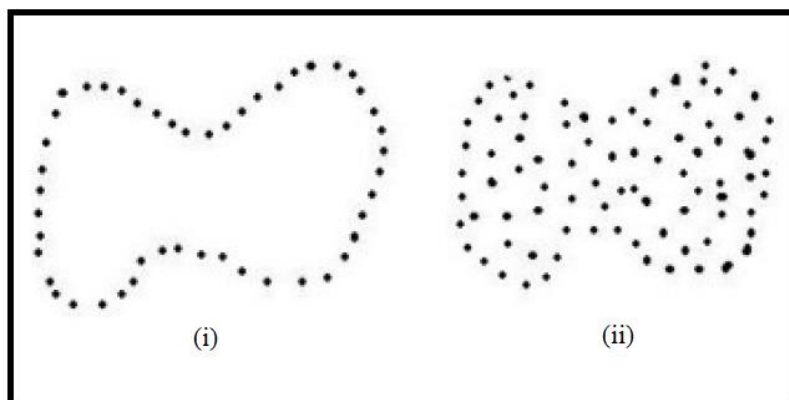
histogramas globais é realizada a contabilização das cores de cada pixel da imagem como um todo, sem considerar a distribuição das cores por áreas. Na segunda abordagem, a imagem é dividida em partes iguais e para cada partição é realizada um histograma local de cores. Por fim, na abordagem por regiões, a imagem é dividida em uma quantidade de regiões que podem variar conforme o seu conteúdo. Essa divisão é realizada por meio de algoritmos específicos para essa finalidade.

2.2.1.2 Descritores de forma

A forma é um atributo importante no processo de reconhecimento de imagens. Por meio da verificação da forma é possível diferenciar dois objetos independente da variação de cor apresentada na imagem.

De acordo com Oliveira (2012), geralmente são utilizados dois tipos de descritores para a extração de características baseadas na forma de uma imagem: (i) descritores baseados em contorno ou fronteira e (ii) descritores baseados em região. Na primeira abordagem, é considerada somente a borda da imagem a ser analisada, excluindo-se a parte interna. Já na segunda, tanto a borda quanto os detalhes internos da imagem são considerados, conforme ilustrado na Figura 18.

Figura 18 – Representação de formas baseada em fronteira (i) e região (ii)



Fonte: Faceli et al., 2011.

Como exemplos de descritores de forma baseados em regiões podemos citar os descritores simples de região escalar, momentos, *convex hull*, eixos de simetria e decomposição morfológica. Em relação aos descritores baseados em contorno, a aproximação poligonal, o código de cadeia, as primitivas geométricas, os descritores de Fourier e a transformada de Hough podem ser utilizados nessa abordagem (Castñón, 2003).

As técnicas que utilizam descritores de forma baseados em contorno, por não considerarem a área interna da imagem, podem apresentar resultados não tão eficientes na

comparação das imagens, uma vez que muitos detalhes estão presentes no conteúdo da imagem e não só nas fronteiras da mesma.

2.2.1.3 Descritores de textura

A textura pode ser definida como um conjunto de alterações na intensidade da imagem que formam padrões repetitivos (Oliveira, 2012). Ela pode ser observada em praticamente todas as superfícies ao nosso redor.

A análise de textura se baseia em algumas propriedades da imagem, como rugosidade, suavidade e regularidade. Em algumas áreas como a da saúde, essa característica da imagem se torna ainda mais importante, visto que para o diagnóstico de doenças é necessário que sejam analisados detalhes contidos dentro da estrutura da imagem.

Existem três abordagens básicas para a descrição de textura: (i) estrutural – considera que as texturas são compostas por primitivas dispostas de forma regular, de acordo com regras bem definidas; (ii) estocástica – a análise da textura é definida através de um processo estocástico com parâmetros estimados; e (iii) estatística – as propriedades da textura são descritas por medidas estatísticas como correlação, entropia e frequência (De Almeida, 2007).

Como exemplos de descritores para a extração de características de textura podemos citar as transformadas Wavelets (Paris, 2008), filtros de Gabor (Castñón, 2003) e características de Haralick (Aksoy e Haralick, 2003).

2.2.2 Seleção dos descritores para a extração de características da imagem

No processo de construção de um sistema de recuperação de imagens baseado em conteúdo, a escolha de qual descritor ou conjunto de descritores será utilizado, é fundamental para o sucesso da implementação.

Dependendo das características predominantes nas imagens a serem analisadas e a finalidade dessa análise, deve ser escolhido o melhor caminho para a extração dos vetores de característica baseado nos descritores de cor, forma e textura. Esses descritores também podem ser combinados para a obtenção de melhores resultados.

A seleção dos descritores também pode ser realizada de forma automática, por meio de técnicas de aprendizado não supervisionado. O aprendizado não supervisionado é um ramo do aprendizado de máquina¹⁷, onde o algoritmo de aprendizado, ou indutor, analisa os exemplos fornecidos e tenta determinar se alguns deles podem ser agrupados de alguma maneira,

¹⁷ Aprendizado de Máquina é uma área da Inteligência Artificial cujo objetivo é o desenvolvimento de técnicas computacionais sobre o aprendizado bem como a construção de sistemas capazes de adquirir conhecimento de forma automática. (Monard e Baranauskas, 2003).

formando agrupamentos ou clusters (Monard e Baranauskas, 2003). Uma destas técnicas, o *autoencoder* tem sido utilizado para a extração de características de imagens, permitindo que os descritores de cor, forma e textura sejam capturados e utilizados no processo de recuperação de imagens por conteúdo.

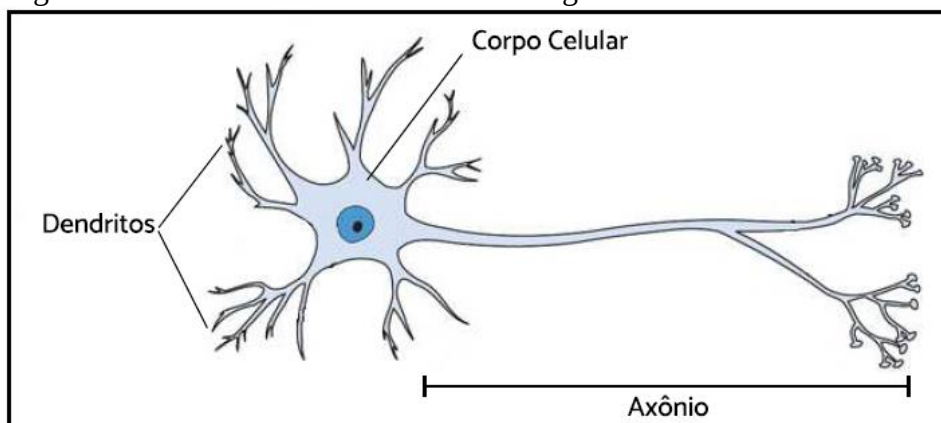
O *autoencoder* é um tipo de rede neural artificial utilizado para resolver problemas relacionados à recuperação de imagens em aplicações de visão computacional. O *autoencoder* convolucional é especialmente importante para este trabalho e será detalhado na subseção 2.2.4.

2.2.3 Redes Neurais Convolucionais

As redes neurais artificiais surgiram a partir do interesse de cientistas em compreender como funciona o armazenamento das funções neurais biológicas no cérebro humano. O processo de aprendizagem humano se dá com a geração de novas conexões entre os neurônios e as conexões já existentes (Oliveira; Câmara, 2019).

Os neurônios são formados por corpo celular, responsável pela produção de proteínas, membranas e respiração celular, axônios, que são linhas de transmissão e os dendritos, as zonas receptivas (Xavier, 2018), conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 19 – Estrutura de um neurônio biológico

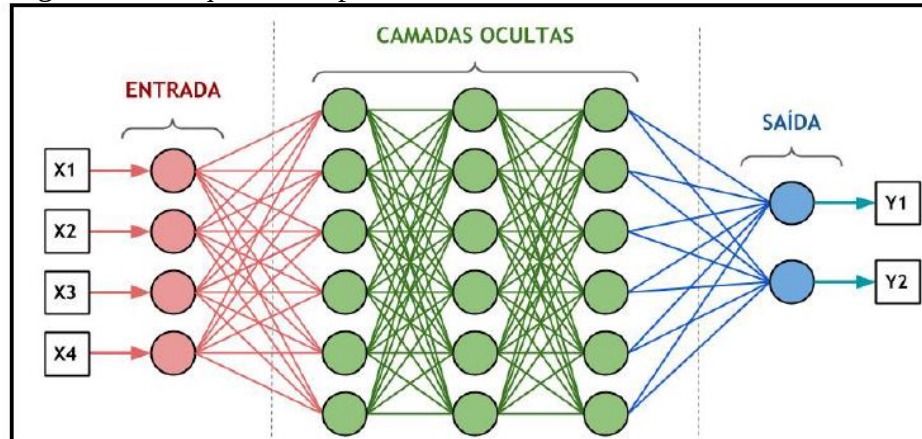


Fonte: Xavier, 2018, pp. 18.

A partir do conceito de aprendizagem do cérebro humano, foram desenvolvidos modelos computacionais compostos por nós interconectados que transmitem informações de forma semelhante ao cérebro humano, esses modelos são denominados de redes neurais artificiais.

A estrutura de uma rede neural consiste em 3 tipos principais de camadas: (i) camada de entrada, (ii) camadas intermediárias responsáveis pelo processamento das informações (camadas ocultas) e (iii) camada final (Camolesi, 2020), conforme Figura 20.

Figura 20 – Esquema simplificado de uma rede neural



Fonte: Camolesi, 2020, pp. 6.

O neurônio artificial, representado pelos círculos na Figura 20, é a unidade básica de uma rede neural, ele recebe os valores de entrada multiplicados por pesos w e somados com um bias b , conforme Equação (1). A partir do somatório é utilizada uma função de ativação, descrita na Equação (2).

$$u_k = b_k + \sum_{j=1}^m w_{kj} \times x_j \quad (1)$$

$$y_k = \varphi(u_k) \quad (2)$$

As funções de ativação permitem a obtenção de representações não lineares dos dados de entradas nas redes neurais artificiais. A opção de qual função de ativação pode ser utilizada em cada camada da rede deve considerar a natureza da aplicação e o tipo de comportamento esperado (Aggarwal, 2018). Algumas das principais funções de ativação são descritas a seguir.

A função degrau é utilizada principalmente em classificadores binários, produzindo resultados unitários positivos quando o potencial de ativação do neurônio for maior ou igual a zero, e valores nulos nas demais situações, conforme Equação (3).

$$f(x) \begin{cases} 1, x \geq 0 \\ 0, x < 0 \end{cases} \quad (3)$$

A função linear é definida na Equação (4) e possui derivada constante, ou seja, não depende do valor de entrada de x . Geralmente é utilizada em redes neurais com o objetivo de mapear o comportamento entre variáveis de entrada e saída de processos.

$$f(x) = ax \quad (4)$$

A função sigmoide é utilizada em problemas de classificação de duas classes, podendo assumir valores entre 0 e 1, tendo sua definição descrita na Equação (5). Esta função se torna muito plana e insensível a pequenas mudanças em sua entrada (GoodFellow et al., 2016).

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp^{-x}} \quad (5)$$

Outra função utilizada nas redes neurais é a tangente hiperbólica, que é similar à função sigmoide, mas com valores variando de -1 a 1, e tem a sua definição conforme Equação (6).

$$f(x) = \tanh(x) \quad (6)$$

As funções sigmoide e tangente hiperbólica possuem um problema quando os valores do potencial se aproximam de 0 ou 1 e 1 ou -1, respectivamente. Para solucionar esse problema existe a função ReLU (*Rectified Linear Unit*), que é a mais utilizada nas redes neurais. Esta é a função de ativação padrão recomendada para uso na maioria das redes neurais, no contexto de aprendizagem profunda, conforme Equação (7) (Lima, 2021).

$$f(x) = \max(0, x) \quad (7)$$

A função softmax é uma alternativa para problemas de classificação de mais de duas classes. Ela é um tipo de sigmoide que transforma as saídas de cada classe em valores entre 0 e 1 e divide pela soma das saídas. Isso basicamente é o cálculo da probabilidade de a entrada pertencer a uma determinada classe j dentre um conjunto de k classes. A função softmax geralmente é usada na camada de saída da rede neural, onde são geradas as probabilidades para definir a classe de cada entrada, e é descrita pela Equação (8) (Lima, 2021).

$$\sigma(z)_j = \frac{\exp^{z_j}}{\sum_{k=1}^k \exp^{z_k}} \quad \text{para } j = 1, 2, 3, \dots, k \quad (8)$$

Faceli et al. (2011) apontam que as conexões entre os neurônios podem apresentar diferentes padrões, formando redes multicamadas classificadas como: (i) Completamente conectadas – todos os neurônios estão conectados às camadas anteriores e subsequentes; (ii) Parcialmente conectadas – alguns neurônios estão conectados às camadas anteriores e subsequentes; e (iii) Localmente conectadas – redes parcialmente conectadas em uma região bem definida.

As redes neurais convolucionais são redes artificiais que possuem em uma de suas camadas a operação de convolução¹⁸. Elas surgiram devido ao fato de que ao se utilizar o tipo convencional de redes neurais em imagens, a quantidade de neurônios será muito grande, mesmo para arquiteturas de baixa profundidade, gerando um alto custo computacional (Xavier, 2018).

Existem vários tipos de camadas em uma rede neural convolucional, as camadas mais básicas são: camadas de convolução, camadas de agrupamento (*pooling*) e camadas totalmente conectadas (Massucato, 2018).

2.2.3.1 Camadas Convolucionais

As camadas convolucionais são responsáveis por extrair atributos dos dados de entrada. A operação de convolução y entre o vetor de entrada da camada convolucional x e o vetor w representando o filtro de características é denotada por meio do símbolo $(*)$ conforme a Equação (9).

$$y = x * w \quad (9)$$

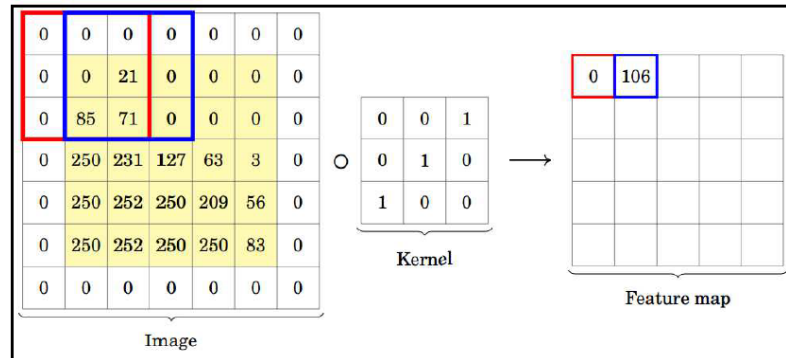
As camadas convolucionais são compostas por um número “ n ” de filtros com pesos previamente inicializados e ajustados por meio do método *backpropagation*¹⁹, conforme a rede aprende a identificar regiões significantes (Massucato, 2018).

Os filtros são geralmente pequenas matrizes compostas por valores reais que serão convoluídos com os dados de entrada para obter um mapa de características. O filtro percorre toda a imagem de entrada por meio de um valor pré-determinado no parâmetro “passo”, conforme ilustrado na Figura 21.

¹⁸ A convolução, consiste em um processo de atenuação (ou acentuação) de intensidade de uma imagem, ou de detecção de padrões, ou ainda de remoção de ruídos espúrios da imagem (Cavalheiro et al., 1992).

¹⁹ O *Backpropagation* é um algoritmo de aprendizado supervisionado para realizar o treinamento de redes Perceptron Multicamadas. As Redes Perceptron Multicamadas (Multilayer Perceptron - MLP), são redes do tipo *feedforward* caracterizadas por conter mais de uma camada intermediária, ou também chamadas de camadas escondidas (*hidden layers*), situadas entre a camada de entrada e a respectiva camada neural de saída (Nunes et al., 2010).

Figura 21 – Camada convolucional utilizando um filtro de tamanho 3 x 3



Fonte: Massucato, 2018, pp. 35.

2.2.3.2 Camadas de *Pooling*

As camadas de *pooling* são responsáveis por reduzir a dimensionalidade dos dados resultantes da camada convolucional, diminuindo com isso a quantidade de parâmetros a serem aprendidos pela rede e criando um mapa de características mais compacto.

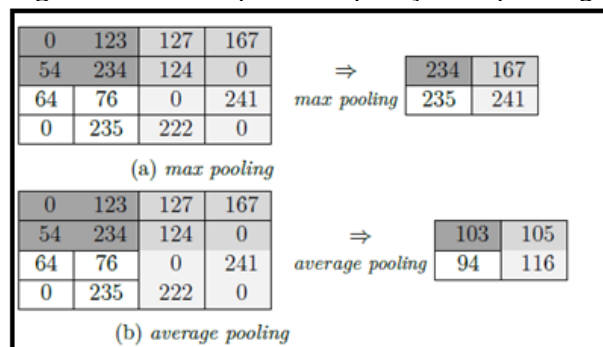
A operação de *pooling* não requer passagem de parâmetro e tem como saída um tensor de ordem 3 de tamanho $H^{l+1} \times W^{l+1} \times D^{l+1}$, onde H^l é a altura da matriz da camada atual, W^l é a largura da matriz da camada atual e D^l é a profundidade da camada atual, conforme Equação 10

$$H^{l+1} = \frac{H^l}{H'} \quad W^{l+1} = \frac{W^l}{W'} \quad D^{l+1} = D^l \quad (10)$$

sendo H' a altura da janela de *pooling* e W' a largura da janela de *pooling*

Basicamente dois métodos de *pooling* são utilizados: (a) *max pooling* e (b) *average pooling*. O primeiro consiste na análise do maior valor de uma região, enquanto o segundo computa o valor médio de uma determinada região limitada pelo filtro. Conforme ilustrado na Figura 22.

Figura 22 – Exemplos de operação de *pooling*



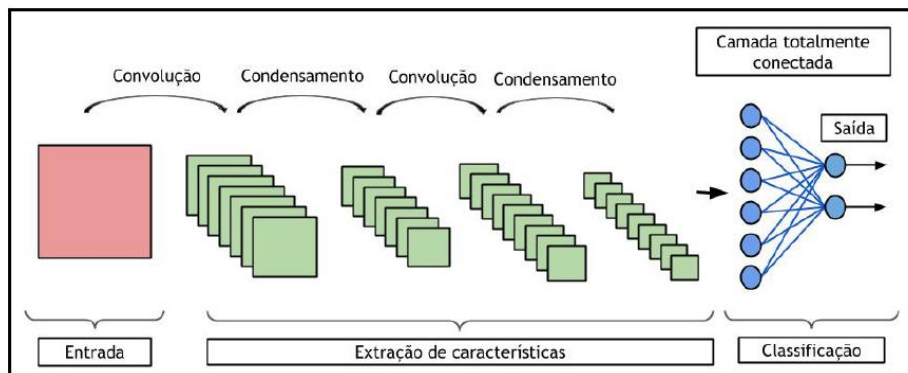
Fonte: Ferreira, 2020, pp. 52.

2.2.3.3 Camadas Totalmente Conectadas

A camada totalmente conectada é responsável pela classificação, ela atribui probabilidades ($p_1, p_2, \dots, p_n$) a cada uma das classes existentes no modelo, com a soma de todas as probabilidades igual a 1, ou seja $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ (Ferreira, 2020).

O resultado da análise da rede neural convolucional será a probabilidade de a imagem pertencer a uma determinada classe para qual ela foi treinada. A Figura 23 apresenta um esquema simplificado de uma rede neural convolucional.

Figura 23 – Esquema simplificado de uma rede neural convolucional.



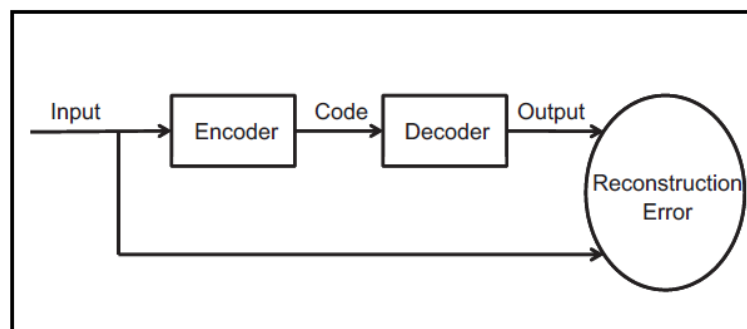
Fonte: Camolesi, 2020, pp. 6.

2.2.4 Autoencoder Convolucional

Os *autoencoders* usam redes neurais artificiais para reduzir a dimensionalidade da representação de dados e reconstruí-la de forma não supervisionada (Maggipinto et al., 2018).

O *autoencoder* possui uma estrutura simétrica composta por dois principais blocos: *Encoder* – compacta a entrada em uma representação de baixa dimensão com o conteúdo informativo dos dados; e *Decoder* – reconstrói a entrada a partir dos recursos extraídos pelo *encoder*, conforme Figura 24 (Wang et al., 2015).

Figura 24 – Descrição de Autoencoder



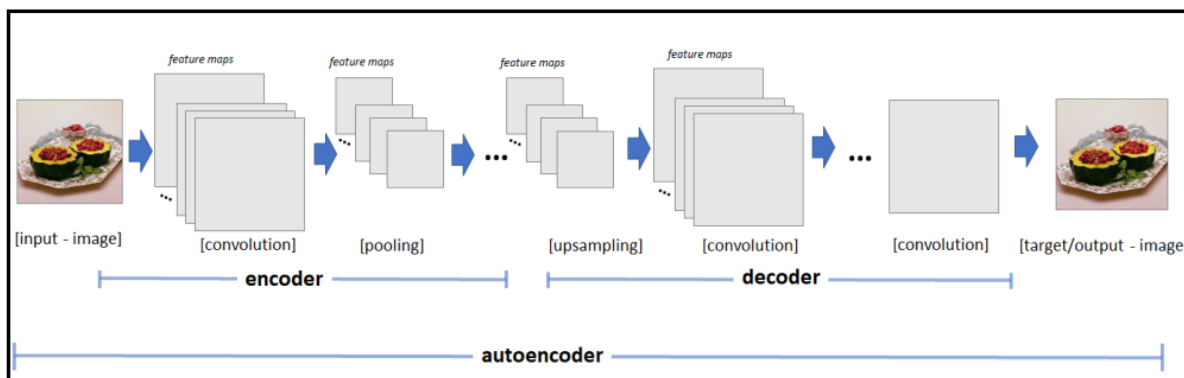
Fonte: Wang et al., 2015, pp. 233.

Nesse processo de codificação e reconstrução, o *autoencoder* aprende as principais características da entrada, possibilitando a resolução de problemas associados à recuperação de imagens visualmente semelhantes.

O *autoencoder* Convolucional (AEC) é um tipo de *autoencoder* que utiliza redes neurais convolucionais para a extração das características da representação de entrada. A maior vantagem do AEC é a sua capacidade de preservar a localidade espacial da imagem (Maschi et al., 2011).

No *autoencoder* Convolucional, a imagem de entrada ou os mapas de características das camadas anteriores são convoluídos utilizando um determinado filtro, conforme ilustrado na Figura 25.

Figura 25 – Arquitetura *Autoencoder* Convolucional



Fonte: Siradjuddinm et al., 2019, pp. 2.

Esses filtros são atualizados durante o processo de treinamento ou aprendizagem. E as camadas de *pooling* reduzem os mapas de características por meio da média ou do maior valor encontrado nas regiões dos mapas.

Na etapa de reconstrução é realizada a operação de *upsampling* para que os mapas de características sejam retornados ao tamanho inicial de acordo com os dados de entrada.

O *autoencoder* convolucional codifica as principais características da imagem e gera vetores de características que propiciam a identificação de imagens semelhantes, sendo ideal para buscas por conteúdos. Os vetores gerados para imagens similares também são semelhantes, permitindo, portanto, a comparação e utilização em um processo de busca.

Estes vetores contendo as principais características de uma imagem podem ser armazenados em um banco de dados para que sejam possíveis a comparação e a identificação da similaridade entre a imagem de referência utilizada na consulta e as imagens preexistentes na base de dados.

2.2.5 Medidas de Similaridade

A partir da extração e armazenamento das características das imagens é realizado o cálculo de similaridade, necessário para a comparação e recuperação das imagens. Esse cálculo faz parte do módulo de processamento de consultas presente na arquitetura CBIR.

Algumas medidas de similaridade são descritas na literatura. Dentre as mais utilizadas podemos citar a distância Euclidiana, a distância de Manhattan e a métrica do Cosseno (Varma e Marthur, 2020).

A distância Euclidiana d_e é calculada por meio do comprimento de um segmento de reta entre dois pontos, conforme Equação (11).

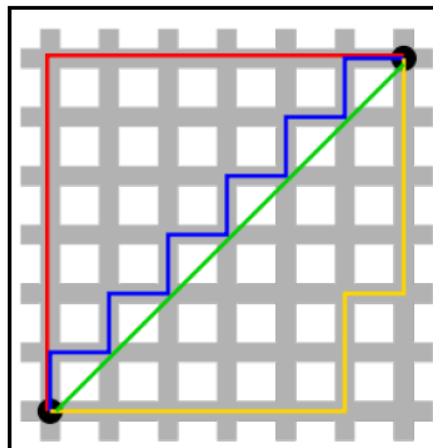
$$d_e(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + (x_3 - y_3)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} \quad (11)$$

A distância de Manhattan d_m , também conhecida como geometria de táxi, calcula a distância entre dois pontos por meio da soma das diferenças absolutas das suas coordenadas, conforme Equação (12).

$$d_m(x, y) = |x_1 - y_1| + |x_2 - y_2| + |x_3 - y_3| + \dots + |x_n - y_n| \quad (12)$$

Diferente da distância Euclidiana, a diferença de Manhattan apresenta uma aproximação do valor real da distância. As diferenças entre as duas medidas podem ser observadas por meio da Figura 26.

Figura 26 – Diferença entre distância Euclidiana (linha verde) e distância de Manhattan (demais cores)



Fonte: Macena Júnior, 2016, pp. 32.

A métrica do cosseno é uma medida de similaridade entre dois vetores definida como o cosseno do ângulo entre os mesmos. Na similaridade de cossenos dois vetores com a mesma orientação têm uma semelhança de cosseno de 1, dois vetores a 90° têm uma similaridade de 0, e dois vetores diametralmente opostos têm uma similaridade de -1, independentemente da sua magnitude (García, 2016). Considerando dois vetores x e y , o cálculo do cosseno é o resultado do produto escalar de x com y dividido pelo produto das normas de x e y , conforme definido na Equação (13).

$$\cos(x, y) = \frac{x \cdot y}{|x| \times |y|} \quad (13)$$

Para efeitos de comparação de imagens em sistemas CBIR, são considerados valores entre 0 e 1, sendo que as imagens com mais similaridades possuem vetores formando ângulos próximos de 0° e cosseno se aproximando de 1.

Há basicamente duas maneiras de se medir a similaridade global entre duas imagens: comparação um-para-um (ou um-para-muitos) e muitos-para-muitos. Na comparação um-para-um cada região da imagem é comparada com a região de melhor escolha de uma outra imagem, sendo a similaridade global calculada por meio da soma ponderada das distâncias de cada região, e o peso relacionado com o tamanho da região. Na comparação muitos-para-muitos todas as regiões são comparadas com todas as regiões das imagens a serem comparadas (Ribeiro, 2009).

Neste trabalho será adotada a comparação muitos-para-muitos, já que o vetor de características gerado a partir do *autoencoder* convolucional considera todas as regiões da imagem.

A partir dos trabalhos relacionados e fundamentação teórica apresentados neste capítulo, foi proposta no capítulo 3 a seguir, a solução de buscas por similaridade de imagens adequada à realidade do INPI, considerando as características dos desenhos industriais depositados e o ambiente computacional do Instituto.

3 ARQUITETURA E MODELO DO SISTEMA DE BUSCAS POR SIMILARIDADE DE IMAGENS

A solução proposta pelo presente autor para o sistema de buscas por similaridade de imagens a ser testada pelo INPI Brasil é composta por quatro componentes principais: um extrator de imagens e pedidos, um *autoencoder* convolucional, uma busca de imagens, e um componente de ordenação e cálculo de similaridade, detalhados a seguir.

O extrator de imagens e pedidos é o módulo responsável por coletar as informações referentes aos novos pedidos e as imagens associadas a eles.

O *autoencoder* convolucional atua como o responsável pela extração dos *feature vectors*, vetores contendo as características associadas a cada uma das imagens.

A busca de imagens é a interface web que permite a pesquisa de imagens similares baseada em uma imagem de referência, além de filtros adicionais como data de depósito e classificação de Locarno.

O componente de ordenação e cálculo de similaridade corresponde ao módulo responsável por comparar o vetor de característica da imagem de referência com os vetores de imagens já armazenados na base de dados, identificar os vetores semelhantes e realizar a ordenação para apresentação na interface web. Estes componentes se comunicam entre si de acordo com o fluxo ilustrado na Figura 27, e detalhado nas seções a seguir.

3.1 O EXTRATOR DE IMAGENS E PEDIDOS

A partir do armazenamento das informações de imagens e pedidos, a proposta desta pesquisa é criar um extrator que alimentará a base de vetores de imagens.

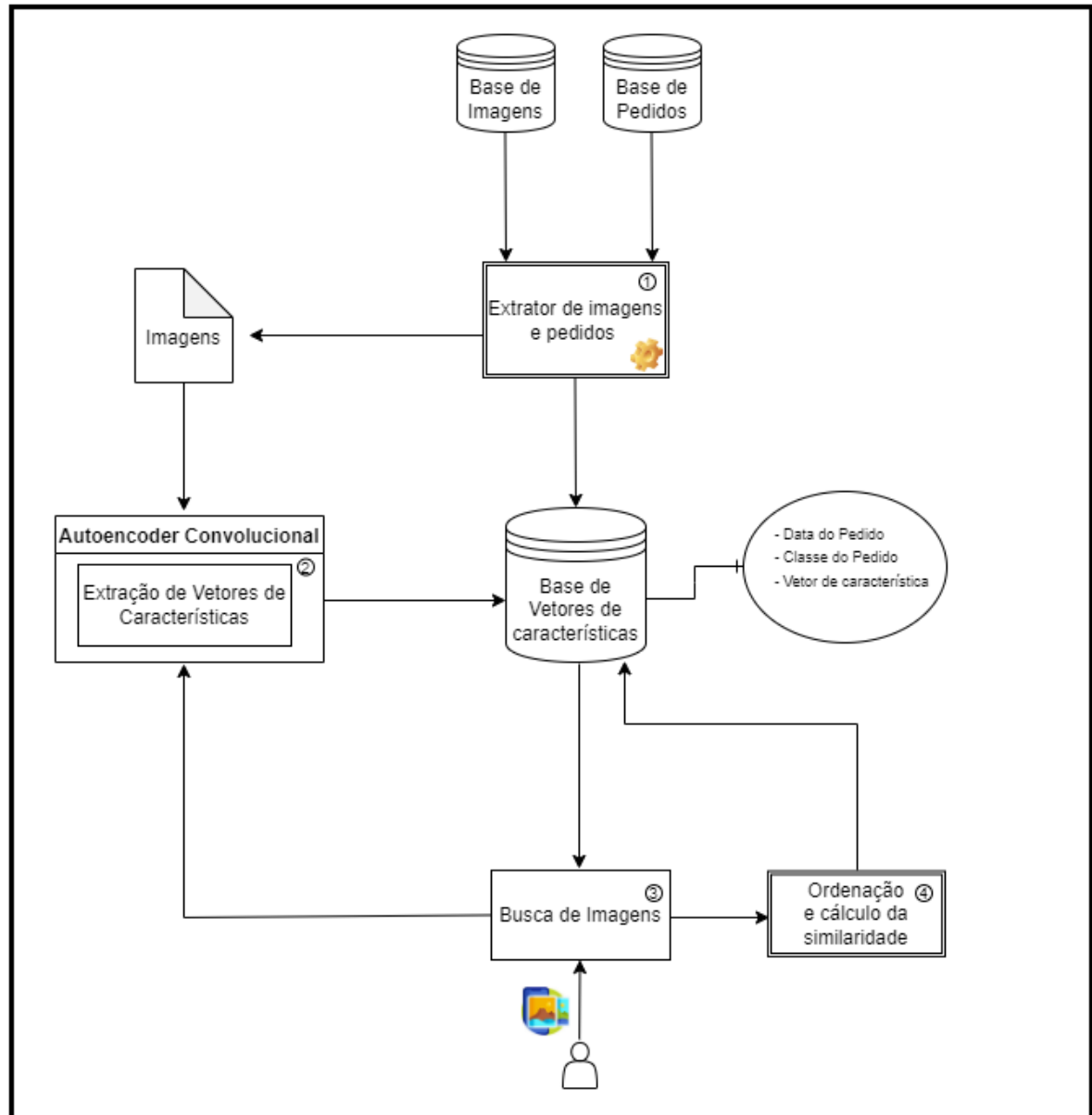
O extrator consiste em uma aplicação *batch*²⁰ configurada para a execução diária, de preferência em horário noturno, para que não haja impacto no ambiente produtivo dos sistemas do INPI.

O processo de extração é realizado em duas etapas. Na primeira etapa é executada a carga das seguintes informações de pedidos depositados em um determinado período: número, título, data e classificação de Locarno. Estas informações são armazenadas na base de dados PostgreSQL. Na segunda etapa, as imagens relativas aos pedidos carregados na

²⁰ Aplicações batches são caracterizadas pela manipulação de um grande volume de dados ou longo processamento computacional, que geralmente são executadas em segundo plano e não necessitam de interação com usuários (Vignola, 2013).

etapa 1 são copiadas para um diretório específico, e serão utilizadas pelo *autoencoder* convolucional na geração dos vetores de características.

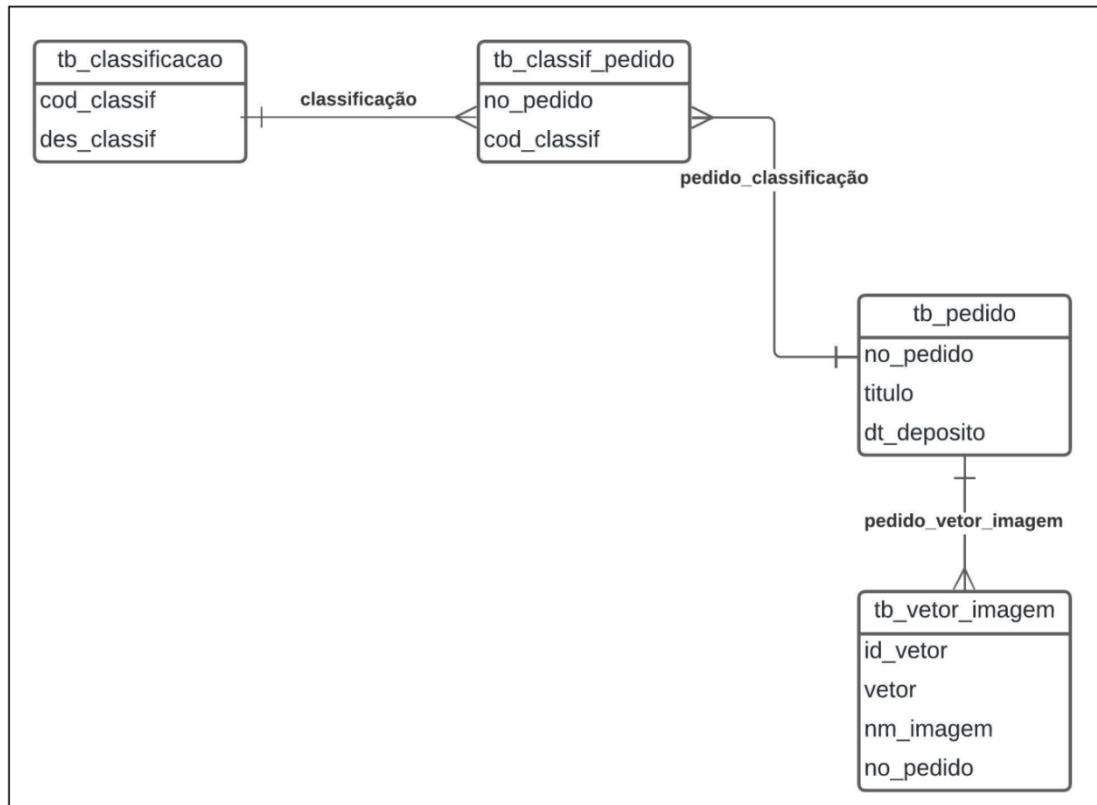
Figura 27 – Arquitetura proposta para o sistema de Buscas por Similaridade de Imagens



Fonte: O autor, 2024.

Cada pedido pode conter mais de uma imagem e cada imagem contém apenas um vetor de característica, conforme modelagem apresentada na Figura 28.

Figura 28 – Modelagem da base de dados de vetores de característica



Fonte: O autor, 2024.

Durante a carga das informações descritas anteriormente na etapa 1 são preenchidas as tabelas “tb_classificação”, “tb_classif_pedido” e “tb_pedido” com os dados de pedidos disponibilizados no sistema Busca Web.

Em seguida na etapa 2, as imagens desses pedidos são gravadas em um diretório, com uma formatação de nome de imagem específica, para serem processadas pelo *autoencoder* convolucional. A padronização do nome da imagem considera o número do pedido com dígito verificador, a RPI de publicação da figura e o termo “figura” ao final do nome, todos concatenados com a *string* “_” (*underline*), formando um nome conforme exemplo: “BR302012000959-6_RPI2461_figura.jpg”.

3.2 O AUTOENCODER CONVOLUCIONAL

O *autoencoder* convolucional é o responsável pela extração das características das imagens e geração dos *feature vectors* (Maggipinto et al., 2018). Conforme descrito na subseção 2.2.4, o *autoencoder* possui uma estrutura simétrica composta por um encoder, que

compacta a entrada e um *decoder* que realiza a reconstrução da representação a partir das características extraídas no processo de encoder.

A definição da estrutura do *autoencoder* deve levar em consideração a complexidade e a qualidade das imagens disponíveis e que serão utilizadas no sistema de recuperação de imagens, portanto para a avaliação da melhor arquitetura do *autoencoder* proposto neste trabalho, foram realizados alguns experimentos com imagens de desenhos industriais depositados no INPI.

3.2.1 Experimentos para a Definição da Arquitetura do *Autoencoder* Convolutacional

A classe 02-04 referente a “Calçados, Meias e Meias-Calças”²¹ foi a classe selecionada para fazer os experimentos para a definição da arquitetura do *autoencoder* convolutacional, pois foi a que recebeu mais depósitos de DI no INPI no período de 2012-2022, conforme Gráfico 1.

Gráfico 1 – Depósitos de DI por classe de Locarno no período de 2012-2022



Fonte: O autor utilizando dados do sistema Busca Web com filtros de data e classificação, 2024.

Foram utilizadas 3274 imagens relacionadas a 2877 pedidos com figuras disponibilizadas no sistema Busca Web no período de 2012-2022. O treinamento foi realizado com as imagens da classe 02-04 sem considerar os tipos de representação de objeto elencados na subseção 1.2.3, pois esta informação não está disponível na base de dados do sistema

²¹ O setor de calçados tem considerável representatividade na indústria brasileira, segundo o relatório da Abicalçados (2023), o Brasil é o quinto maior produtor de calçados do mundo, o maior fora da Ásia, com previsão de produção de 884 milhões de pares para 2024.

Busca Web, e seria muito difícil identificar visualmente em todas as imagens a que tipo de representação cada uma delas está relacionada.

O *autoencoder* foi desenvolvido na versão 3.9.19 do Python utilizando a biblioteca *Keras*²² e versão 2.16.1 do *Tensorflow* para a construção e treinamento da rede. Antes do início do treinamento, as imagens foram normalizadas para o tamanho de 128 *versus* 128, tamanho este que foi definido de acordo com o dimensionamento da imagem que será apresentada na tela de busca do sistema, conforme descrito na seção 3.3.

Nas camadas de convolução do *encoder* e *decoder* foram aplicados os métodos *max pooling* e *upsampling*, respectivamente. Também foram utilizados filtros de tamanho três por três e a função de ativação ReLU nessas camadas.

Para realizar a avaliação do modelo foi utilizada a métrica *Mean Squared Error (MSE)*, que calcula a diferença média ao quadrado entre a imagem de entrada original e a imagem reconstruída pelo modelo, conforme Equação 14 (Siddalingappa; Kanagaraj, 2021).

$$MSE = \frac{1}{B} \sum_{i=1}^B (X_i - X'_i)^2 \quad (14)$$

sendo B o número de lotes, X_i a entrada original e X'_i a imagem reconstruída

Para tentar minimizar o fenômeno conhecido como *overfitting*²³, a técnica de validação cruzada *k-fold* foi aplicada. Esta técnica consiste em dividir o conjunto de treinamento em K subconjuntos de tamanhos iguais, e em seguida realizar o treinamento em todos os subconjuntos, menos em um (k-1) dos conjuntos de dados. A avaliação do modelo é realizada no conjunto de dados que não foi usado para treinamento. Nos experimentos desta pesquisa foram utilizados *folds* de tamanho igual a cinco.

Os experimentos foram realizados com variações de quantidade de camadas convolucionais e quantidade de filtros aplicados em cada camada. Foram utilizadas arquiteturas com três, quatro e cinco camadas convolucionais e execução do treinamento em 50 épocas, com lotes de tamanho 32. Em cada experimento foram avaliados os resultados apresentados pelo gráfico de erro *MSE*, a nitidez do conjunto de imagens reconstruídas pelo *autoencoder* e o tamanho do vetor *flatten* gerado.

²² Keras é uma biblioteca de aprendizagem profunda escrita em Python, executada na plataforma de aprendizado de máquina TensorFlow. Disponível em: <https://keras.io/about/>.

²³ No campo do aprendizado de máquina, o *overfitting* se manifesta quando um algoritmo se adapta excessivamente aos dados de treinamento, levando a um modelo que não consegue fazer previsões ou conclusões precisas com outros dados que não sejam os de treinamento. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/overfitting>.

O tamanho do vetor *flatten* é calculado considerando as dimensões da saída da última camada convolucional, antes do *max pooling* (Venkataraman, 2022). Podendo ser representado de acordo com a Equação 15, descrita abaixo.

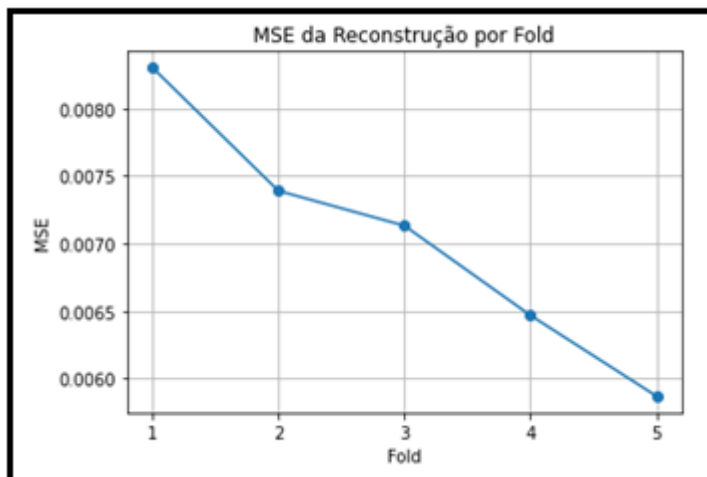
$$\text{tam}(v) = h \cdot m \cdot n \quad (15)$$

sendo *h* a altura, *m* a largura e *n* o nº de filtros

Os experimentos foram executados localmente em uma máquina Intel Core i-5-7200U com 8,0GHz de memória RAM, em um tempo de aproximadamente quatro horas cada um.

O primeiro experimento na classe 02-04 foi realizado com uma arquitetura no *encoder* de três camadas convolucionais com filtros 16, 32 e 64 respectivamente e três camadas de *pooling*, reduzindo a imagem pela metade em cada camada. No *decoder* foram implementadas três camadas convolucionais com filtros 64, 32 e 16 na última camada, e três camadas de *upsampling*, duplicando o tamanho da imagem em cada camada. Após a execução do *autoencoder* foi um gráfico de *MSE* da reconstrução por *fold* conforme Gráfico 2.

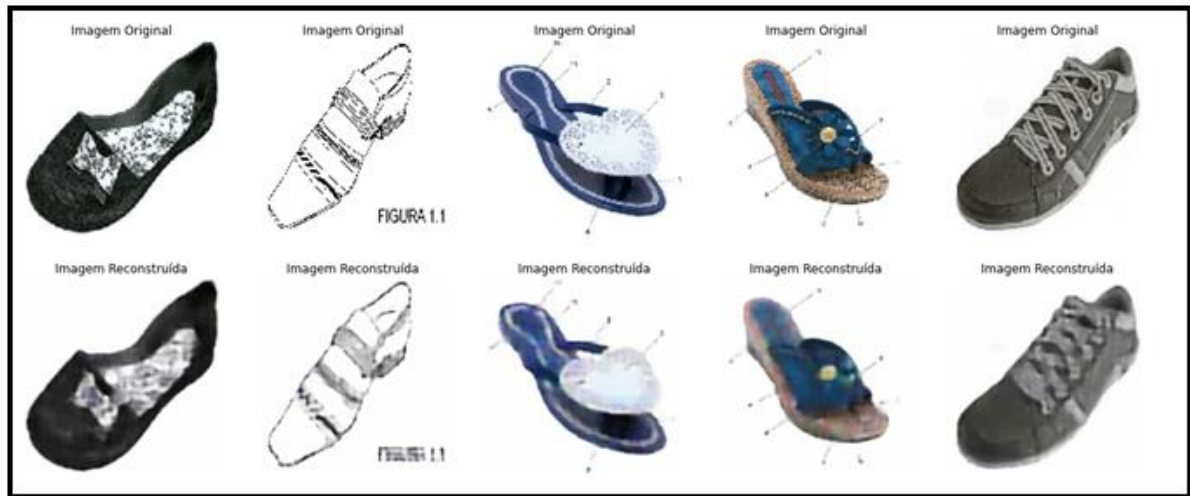
Gráfico 2 - MSE da Reconstrução por fold – três camadas convolucionais 16, 32 e 64 filtros



Fonte: O autor, 2024.

É possível observar uma diminuição no valor do erro da reconstrução na medida em que os *folds* são treinados. Além da geração do gráfico de *MSE* foi realizada uma avaliação visual nas imagens reconstruídas, para verificar a nitidez das imagens após a reconstrução. Neste experimento, o vetor foi gerado na camada *flatten* com o tamanho de 16384 dimensões. A Figura 29 apresenta cinco desenhos antes e depois da reconstrução.

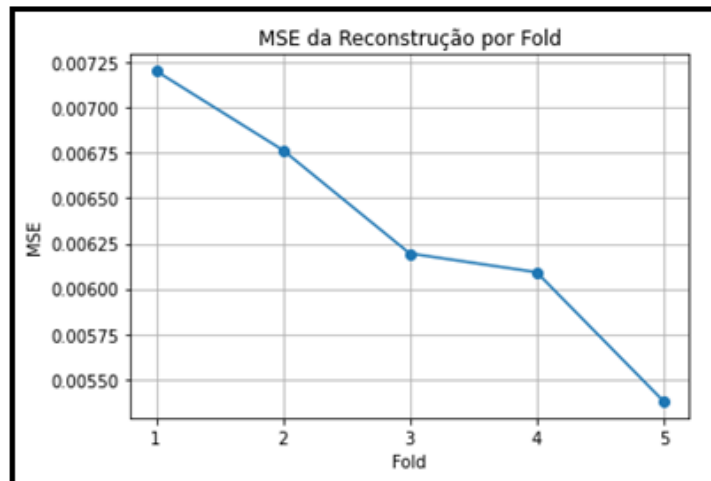
Figura 29 – Imagens reconstruídas - três camadas convolucionais com filtros 16, 32 e 64



Fonte: O autor, 2024.

O segundo experimento foi realizado com o mesmo número de camadas convolucionais, *pooling* e *upsampling* do experimento 1, com uma variação de filtros nas camadas convolucionais do *encoder* e *decoder* para 32, 64, 128 e 128, 64 e 32 respectivamente. O Gráfico 3 apresentado abaixo foi gerado ao final da execução de 50 épocas.

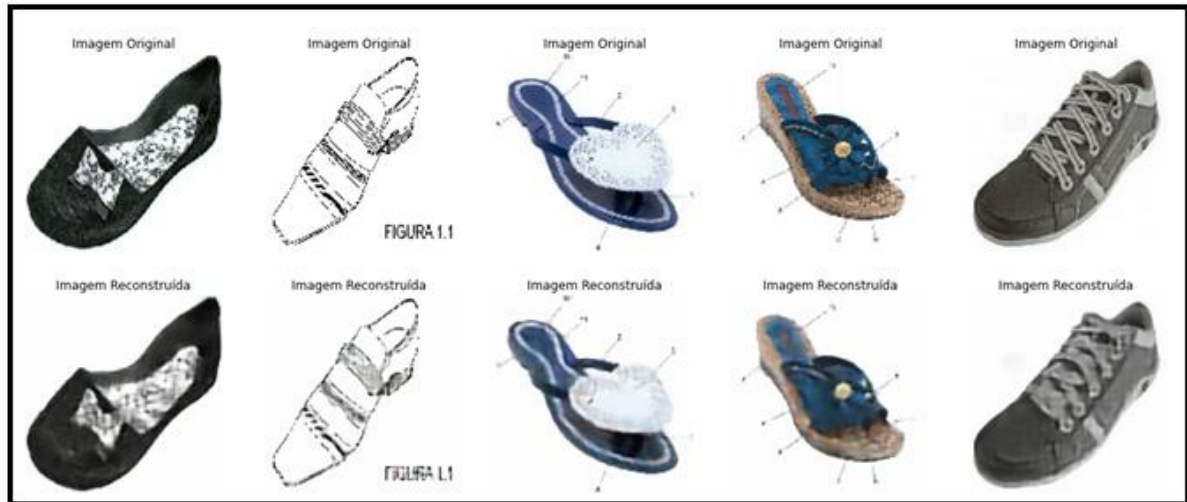
Gráfico 3 - MSE da Reconstrução por fold – três camadas convolucionais 32, 64 e 128 filtros



Fonte: O autor, 2024.

O gráfico apresentou uma diminuição na taxa de erro da reconstrução em relação ao experimento 1 e as imagens reconstruídas também apresentaram uma melhor nitidez, conforme ilustrado na Figura 30.

Figura 30 – Imagens reconstruídas - três camadas convolucionais com filtros 32, 64 e 128



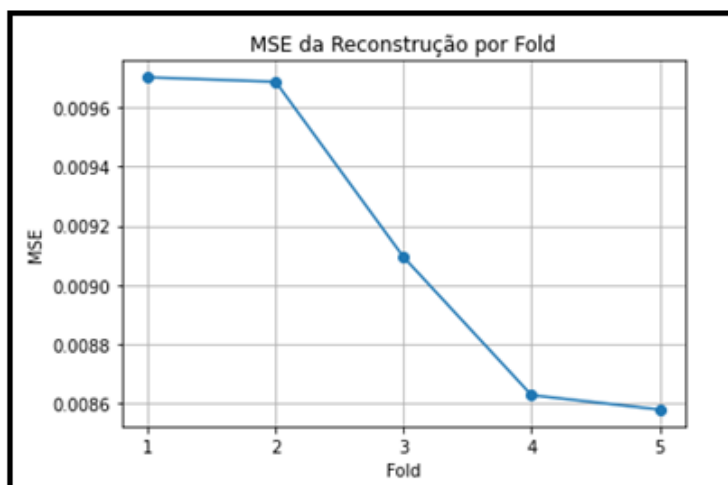
Fonte: O autor, 2024

Porém, o vetor teve um aumento considerável na sua dimensão, passando para 32768.

No terceiro experimento foram adicionadas uma camada covolucional e uma de *pooling* no encoder, e uma camada covolucional e uma camada de *upsampling* no *decoder*. Foram aplicados os filtros 16, 32, 64 e 128 nas camadas convolucionais do *encoder* e 128, 64, 32 e 16 nas camadas do *decoder*. O Gráfico 4 e a Figura 31 apresentam os resultados obtidos.

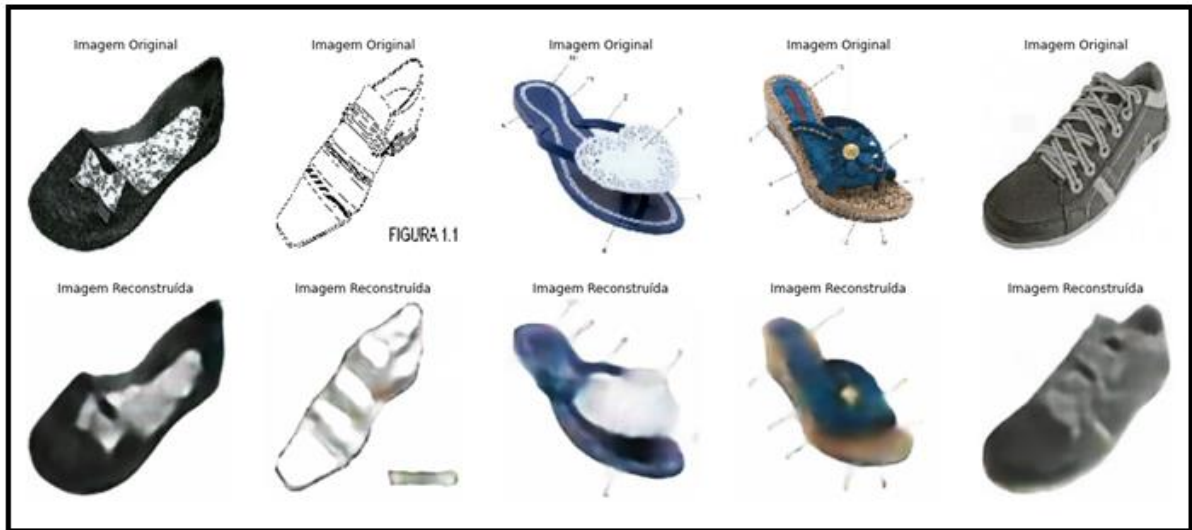
O resultado apresentou um aumento na taxa de erro e uma redução na nitidez das imagens em relação aos experimentos 1 e 2. O vetor de saída apresentou o tamanho de 8192 dimensões.

Gráfico 4 - MSE da Reconstrução por *fold* – quatro camadas convolucionais com 16, 32, 64 e 128 filtros



Fonte: O autor, 2024.

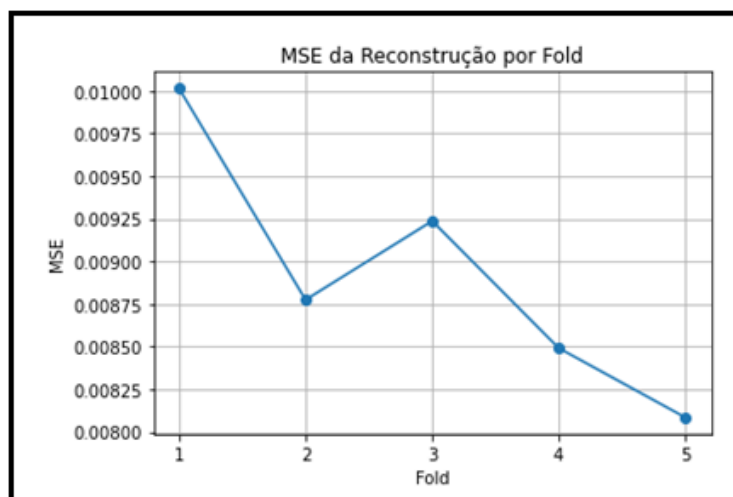
Figura 31 – Imagens reconstruídas - quatro camadas convolucionais com filtros 16, 32, 64 e 128



Fonte: O autor, 2024.

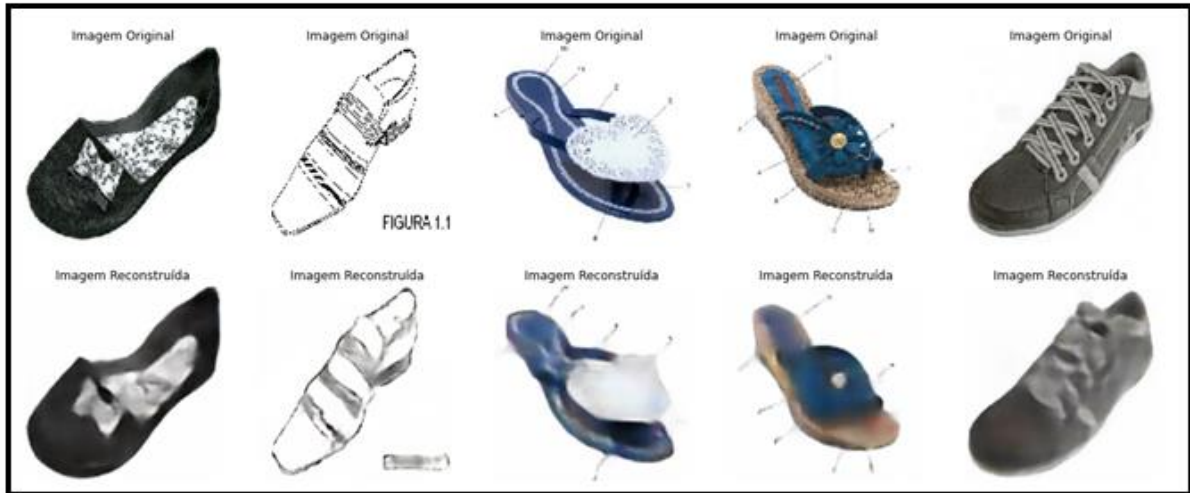
No quarto experimento foram utilizados mais filtros em relação ao experimento 3 nas camadas de convolução, com isso o *encoder* apresentou uma estrutura 32, 64, 128 e 256 nas camadas de convolução e 256, 128, 64 e 32 nas camadas do *decoder*, com resultados ilustrados no Gráfico 5 e Figura 32.

Gráfico 5 - MSE da Reconstrução por *fold* – quatro camadas convolucionais com 32, 64, 128 e 256 filtros



Fonte: O autor, 2024.

Figura 32 – Imagens reconstruídas - quatro camadas convolucionais com filtros 32, 64, 128 e 256

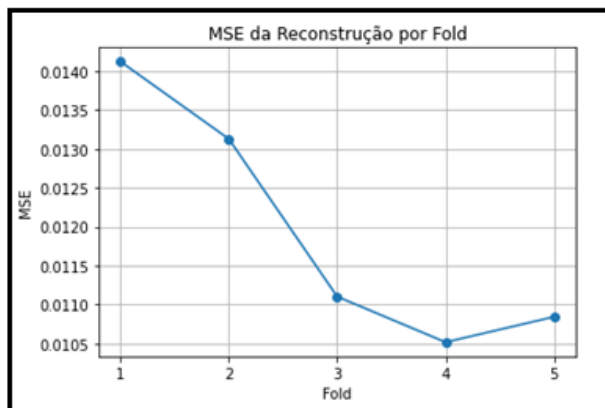


Fonte: O autor, 2024.

Os resultados foram quase os mesmos obtidos no experimento 4 em relação à nitidez das imagens, porém com pequenas variações nas taxas de erro ao longo dos *folds*. Os vetores de características gerados apresentaram 16384 dimensões.

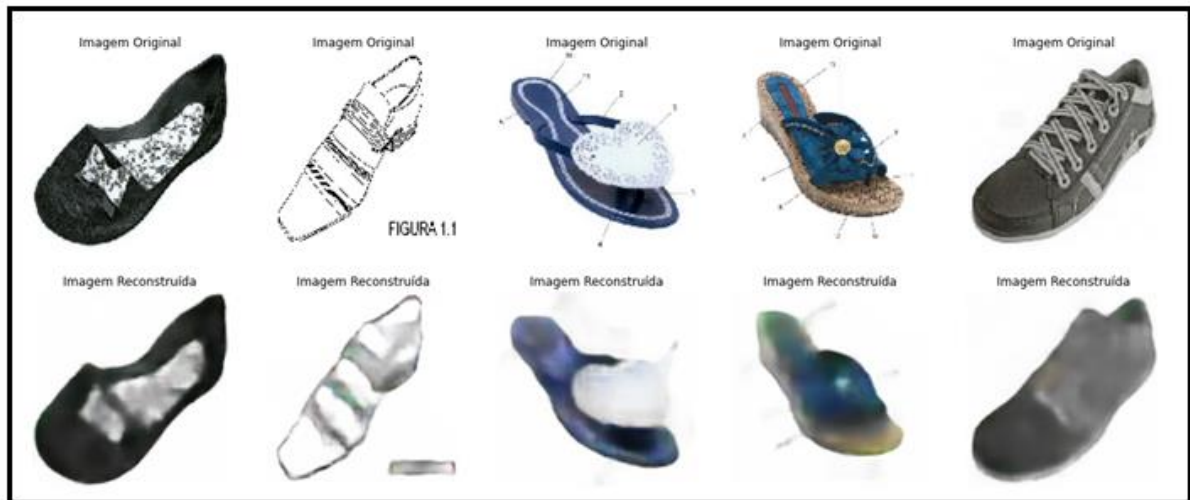
No quinto experimento foi utilizada uma arquitetura de cinco camadas convolucionais no *encoder* com filtros 16, 32, 64, 128 e 256, e cinco camadas de *pooling*. No *decoder* foram configuradas cinco camadas convolucionais com filtros de 256, 128, 64, 32 e 16 e cinco camadas de *upsampling*. Conforme pode ser observado no Gráfico 6 e na Figura 33, houve um aumento na taxa de erro e uma redução na nitidez das imagens reconstruídas. Foram gerados vetores com 4096 dimensões.

Gráfico 6 - MSE da Reconstrução por fold – cinco camadas convolucionais com 16, 32, 64, 128 e 256 filtros



Fonte: O autor, 2024.

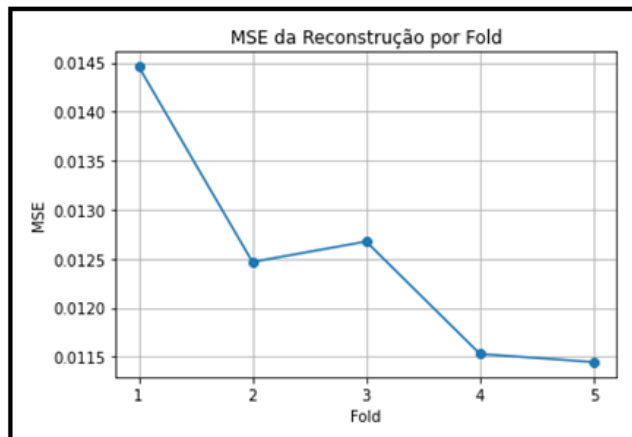
Figura 33 – Imagens reconstruídas - cinco camadas convolucionais com filtros 16, 32, 64, 128 e 256



Fonte: O autor, 2024.

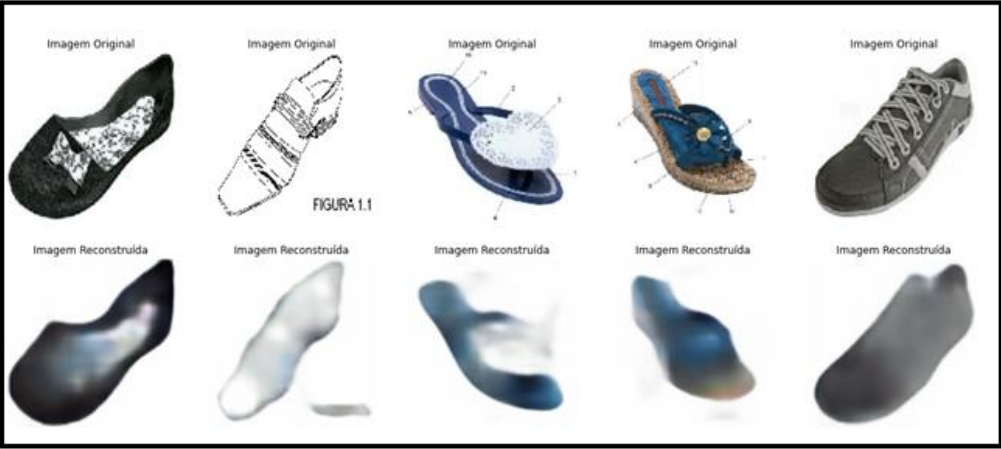
No sexto experimento foram utilizados os filtros 32, 64, 128, 256 e 512 nas cinco camadas convolucionais do *encoder*, e 512, 256, 128, 64 e 32 nas camadas do *decoder*, obtendo os resultados apresentados no Gráfico 7 e Figura 34. Os vetores de características foram gerados com 8192 dimensões.

Gráfico 7 - MSE da Reconstrução por fold – cinco camadas convolucionais com 32, 64, 128, 256 e 512 filtros



Fonte: O autor, 2024.

Figura 34 – Imagens reconstruídas - cinco camadas convolucionais com filtros 32, 64, 128, 256 e 512



Fonte: O autor, 2024.

Neste experimento, houve uma perda na nitidez da reconstrução das imagens em relação ao experimento 5, e a taxa de erro também aumentou.

A partir dos resultados obtidos, e sumarizados na tabela 1, a arquitetura de três camadas, representadas pelos experimentos um e dois, se mostrou mais eficiente e adequada para o processamento das imagens de desenhos industriais, porém os vetores gerados com as características das imagens apresentaram uma dimensão relativamente alta para o armazenamento na base de dados.

Tabela 1 – Erros na reconstrução das imagens por experimento

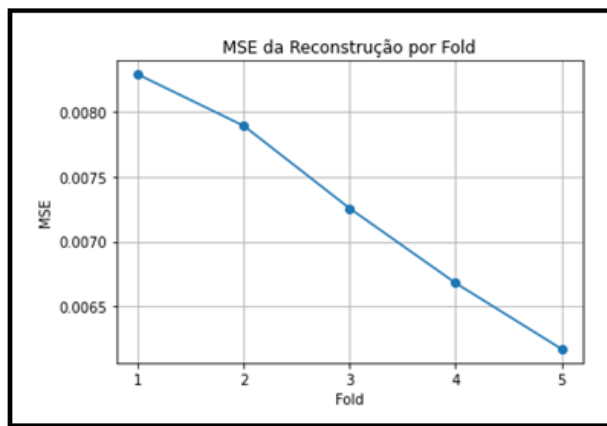
Número do Experimento	Tamanho do Vetor	MSE Fold1	MSE Fold2	MSE Fold3	MSE Fold4	MSE Fold5
1	16384	0,0084	0,0074	0,0071	0,0065	0,0058
2	32768	0,0072	0,0067	0,0062	0,0061	0,0053
3	8192	0,0096	0,0091	0,0086	0,0086	0,0085
4	16384	0,0100	0,0087	0,0092	0,0085	0,0081
5	4096	0,0140	0,0131	0,0110	0,0105	0,0109
6	8192	0,0145	0,0125	0,0126	0,0115	0,0114

Fonte: O autor, 2024.

Para tentar diminuir o tamanho do vetor, sem que houvesse perdas na nitidez das imagens, foram realizados mais dois experimentos com três camadas convolucionais, com variações nas quantidades de filtros.

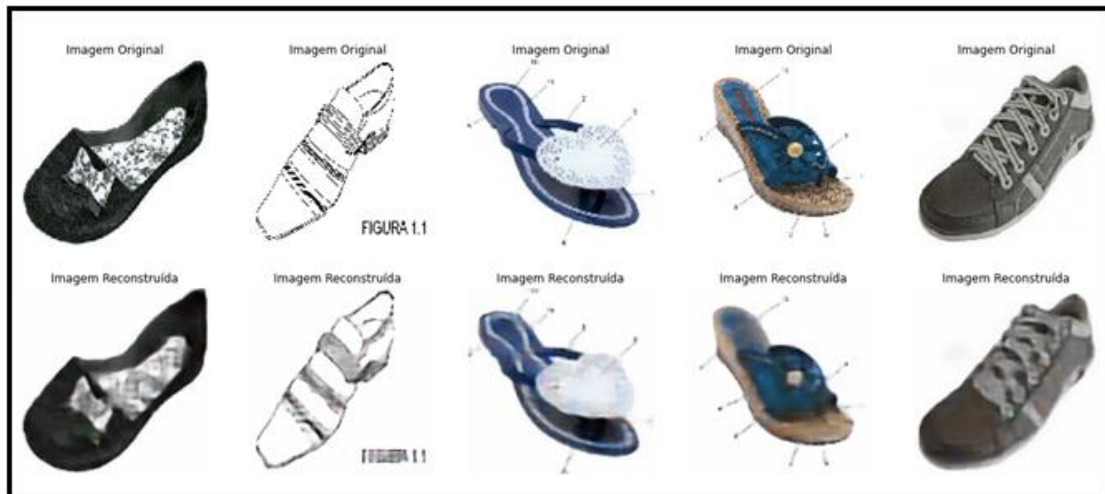
O sétimo experimento foi realizado com três camadas convolucionais, com a configuração de filtros 32, 64 e 32. Obtendo-se um vetor *flatten* com tamanho de 8192, e resultados apresentados no Gráfico 8 e Figura 35, abaixo.

Gráfico 8 - MSE da Reconstrução por *fold* – três camadas convolucionais com 32,64 e 32 filtros



Fonte: O autor, 2024.

Figura 35 – Imagens reconstruídas - três camadas convolucionais com filtros 32, 64 e 32



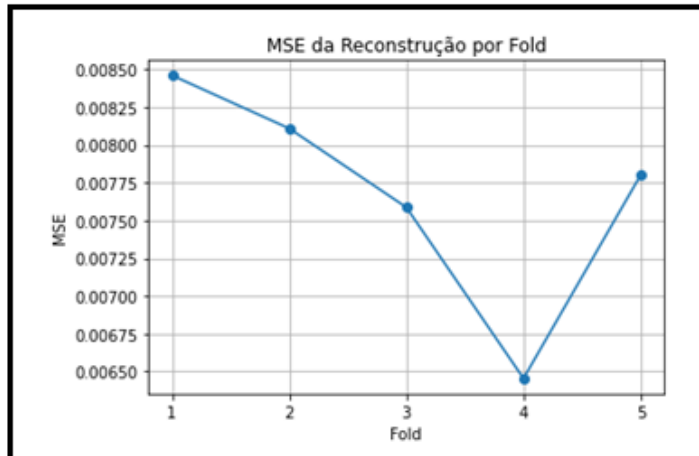
Fonte: O autor, 2024.

Os resultados ficaram muito próximos dos obtidos no experimento 1, porém com um vetor apresentando uma dimensão bem menor.

E por último foi realizado o oitavo experimento com três camadas convolucionais com filtros 64, 64 e 32. Os resultados foram um pouco inferiores aos obtidos no experimento 7,

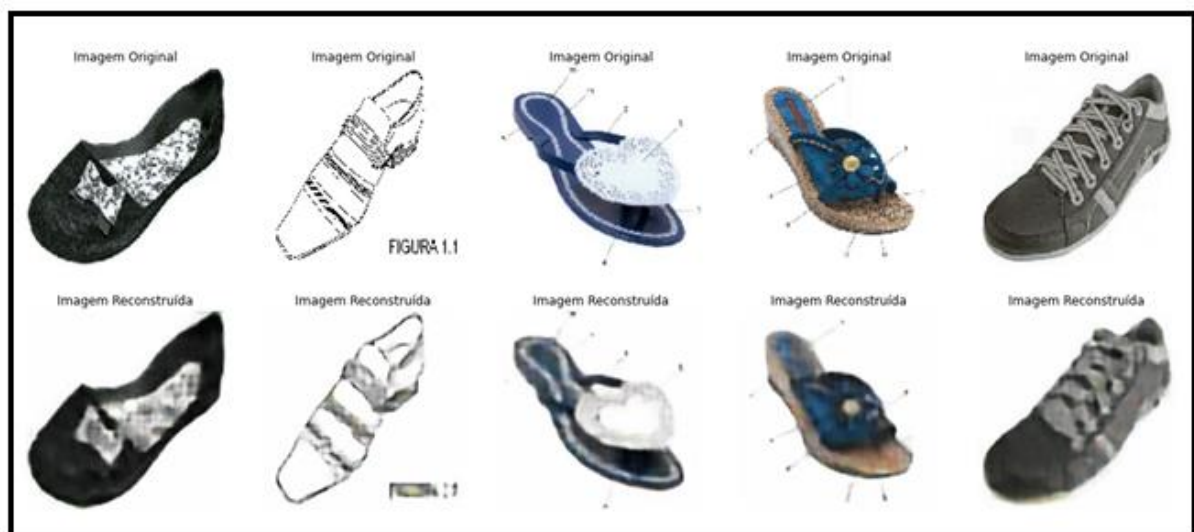
conforme apresentado no Gráfico 9 e Figura 36. O vetor teve a mesma dimensão do teste anterior, já que o filtro na última camada não foi alterado.

Gráfico 9 - MSE da Reconstrução por *fold* – três camadas convolucionais com 64, 64 e 32 filtros



Fonte: O autor, 2024.

Figura 36 – Imagens reconstruídas - três camadas convolucionais com filtros 64, 64 e 32



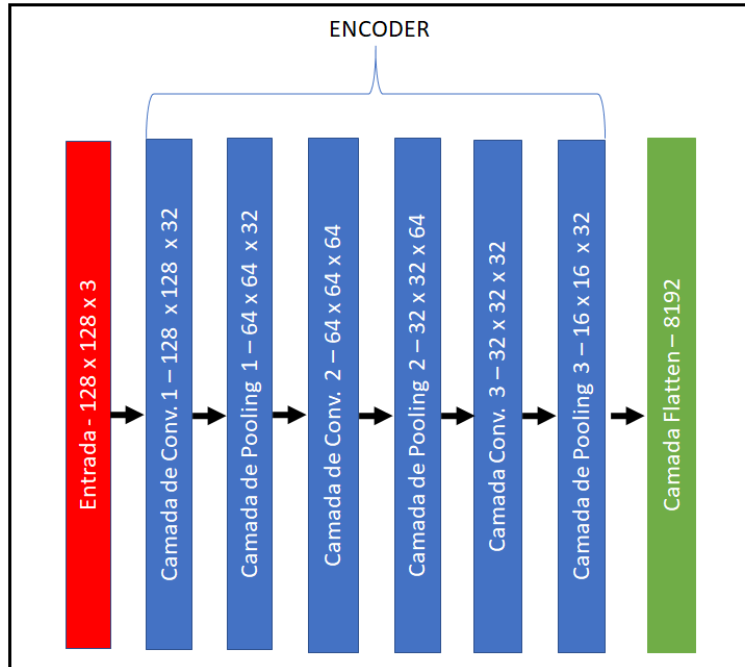
Fonte: O autor, 2024.

3.2.2 Arquitetura do *Autoencoder* Convolutacional

Baseado nos resultados dos experimentos apresentados na subseção 3.2.1, a arquitetura proposta para o *autoencoder* deste trabalho possui no *encoder* três camadas convolucionais, três camadas de *pooling* e a camada *flatten*, com filtros conforme Figura 37. A camada de *decoder* não é necessária, pois os vetores serão gerados na camada *flatten* e em

seguida armazenados na base de dados PostgreSQL para a comparação e busca por similaridade.

Figura 37 – Arquitetura do *autoencoder* convolucional proposto



Fonte: O autor, 2024.

O processamento do *autoencoder* é iniciado com a leitura das imagens que foram disponibilizadas pelo extrator de imagens e pedidos no diretório especificado. Em seguida é efetuado o processo de extração das características das imagens e geração dos vetores, de acordo com a arquitetura definida para o *autoencoder*. Por último, os vetores de características de cada imagem são gravados na tabela “tb_vetor_imagem”, juntamente com o nome da imagem e o número do pedido que é extraído do nome do arquivo, conforme padronização da nomenclatura.

O *autoencoder* também está preparado para ser executado a partir do módulo de busca de imagens, descrito na seção 3.3. Nesta integração, a imagem de referência utilizada na busca é enviada para o *autoencoder*, que gera os vetores de características da imagem, porém não realiza a gravação na base de dados. Este vetor é utilizado para fazer a comparação e o cálculo de similaridade com as demais imagens armazenadas no banco de dados, conforme descrito na seção 3.4.

3.3 A BUSCA DE IMAGENS

O módulo de buscas de imagens é composto por uma interface web que permite a comparação por similaridade entre uma imagem de referência e as imagens disponibilizadas na base de dados da ferramenta.

No desenvolvimento da interface web foi utilizado o *framework* denominado *Streamlit*²⁴ e a linguagem Python 3.9.19. Para acessar a aplicação web, o usuário precisa estar cadastrado na base de dados de usuários da aplicação, informando as credenciais de acesso na tela de login, conforme Figura 38.

Após o login na aplicação é exibida a tela de busca de desenhos industriais, com a opção de *upload* de uma imagem de referência para a comparação por similaridade, além dos parâmetros de data de depósito e classificação de Locarno, que podem ser adicionados para uma consulta mais refinada durante a realização do exame de mérito, conforme ilustrado na Figura 39.

Figura 38 – Tela de login do sistema de Buscas por Similaridade de Imagens

Fonte: O autor, 2024

Para a extração das características da imagem utilizada como referência para a busca é realizada uma integração com o módulo de *autoencoder* convolucional, descrito na seção 3.2. A imagem selecionada é enviada ao *autoencoder*, que extrai as características e gera o vetor

²⁴ Streamlit é um framework de código aberto criado para auxiliar cientistas de dados e engenheiros da área de inteligência artificial/aprendizado de máquina no desenvolvimento de aplicações. Disponível em: <https://streamlit.io/>. Acesso em 29/08/2024.

que será utilizado pelo módulo de ordenação e cálculo de similaridade, para identificar as imagens similares na base de vetores, como descrito na seção 3.4.

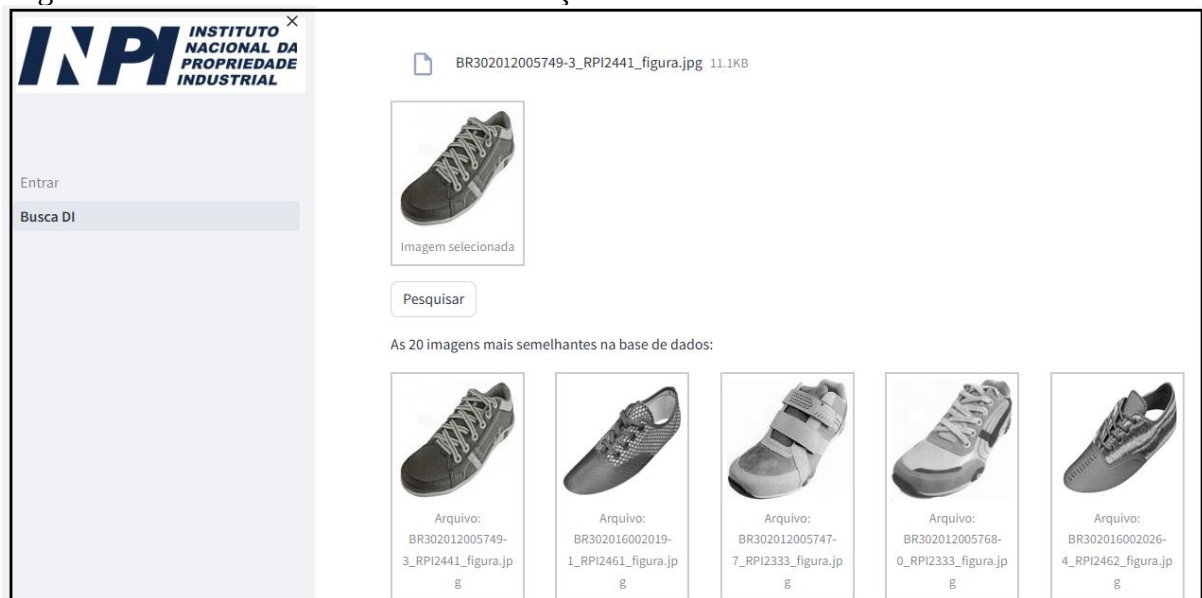
Figura 39 – Tela principal de Buscas por Similaridade de Imagens

The screenshot shows the main interface of the INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) search system. On the left is a sidebar with the INPI logo and navigation links: 'Entrar' and 'Busca DI'. The main area has a blue header bar. Below it, the title 'Busca de Imagens de Desenhos Industriais' is displayed. The search form includes fields for 'Período Inicial' and 'Período Final' (both with 'DD/MM/YYYY' placeholders), a 'Limpar' button, and a 'Classificação de Locarno' field. Below these is a section for 'Imagem a ser comparada:' with a 'Drag and drop file here' area (noting a 200MB limit for PNG, JPG, JPEG) and a 'Browse files' button.

Fonte: O autor, 2024.

Após o cálculo de similaridade, as imagens são apresentadas por ordem de semelhança, conforme Figura 40.

Figura 40 – Tela de resultados com a exibição dos desenhos similares



Fonte: O autor, 2024

Em uma primeira abordagem, para facilitar a visualização, foram exibidas as 20 imagens mais semelhantes à imagem de referência selecionada, porém este valor pode ser alterado conforme a necessidade e utilização do sistema.

3.4 A ORDENAÇÃO E O CÁLCULO DE SIMILARIDADE

Neste estudo, foi utilizada a métrica do cosseno descrita na subseção 2.2.5 para a identificação de imagens similares ao desenho industrial apresentado como referência no módulo de busca de imagens.

A métrica do cosseno é aplicada sobre as coordenadas (x, y) dos vetores de características armazenados na base de dados e a ordenação das imagens relevantes é realizada em ordem crescente considerando o resultado da distância para a imagem de referência.

Caso os parâmetros de data de depósito e classificação de Locarno também sejam utilizados na busca de imagens, estes são considerados no resultado da consulta, sendo aplicada a métrica do cosseno sobre os vetores referentes às imagens armazenadas na base de dados e que atendam aos parâmetros informados.

Para a aplicação da métrica do cosseno foi utilizado uma extensão do banco de dados PostgreSQL denominada *Pgvector*²⁵. O *Pgvector* foi instalado na versão 16.1 do PostgreSQL e permitiu que o campo “vetor” da tabela “tb_imagem_vetor” fosse configurado com o tipo de dados “vector”.

A consulta ao banco de dados é formada dinamicamente de acordo com as opções selecionadas pelo usuário na tela de busca, conforme Figura 39.

O vetor de característica da imagem de referência é considerado como condição obrigatória para a construção da consulta de busca, sendo os campos de data e classificação de Locarno opcionais.

Caso o campo data do pedido seja utilizado, é realizada uma junção das tabelas “tb_vetor_imagem” com a tabela “tb_pedido” para capturar os pedidos compreendidos nas datas informadas. Para o filtro de classificação de Locarno, é feita uma junção da tabela “tb_pedido” com a tabela “tb_classif_pedido” para que os pedidos com a classificação selecionada sejam retornados.

²⁵ *Pgvector* é uma extensão que permite armazenar e consultar vetores com PostgreSQL. Ele suporta várias funções de distância, tipos de índice e tipos de dados para vetores. Disponível em: <https://github.com/pgvector/pgvector>. Acesso em 29/08/2024.

Este capítulo teve como objetivo a apresentação da arquitetura e modelo propostos para o sistema de Buscas por Similaridade de Imagens, detalhando cada um dos módulos que compõem a solução, bem como as integrações realizadas entre os mesmos. Também foram descritos os experimentos realizados para a definição da arquitetura proposta, e apresentadas as telas da interface web contendo os filtros de pesquisa disponíveis e o resultado da busca com a exibição das imagens similares.

No próximo capítulo serão apresentados o ambiente tecnológico criado para a realização da validação da ferramenta, os cenários de testes selecionados e os resultados obtidos com a utilização da solução proposta.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Para a realização dos testes na ferramenta de busca por imagens, foi criado um ambiente na nuvem da Amazon (AWS²⁶). O ambiente foi configurado com a utilização de uma instância do *Amazon Elastic Compute Cloud (EC2*²⁷), que é um servidor virtual na AWS. A base de dados PostgreSQL e os módulos da ferramenta de buscas por imagens (*Autoencoder*, *Busca de Imagens*, e *Ordenação e Cálculo de Similaridade*) foram instalados em uma rede configurada por meio da *Amazon Virtual Private Cloud (Amazon VPC*²⁸).

Foram carregados pedidos das cinco classes com mais depósitos no INPI entre os anos de 2012 e 2022 e que continham desenhos disponibilizados no sistema Busca Web.

A Tabela 2 apresenta a quantidade de pedidos e imagens por classe de Locarno exportados para a base de dados de vetores de característica. Em um primeiro momento foram preenchidas as tabelas “tb_classificacao”, “tb_classif_pedido” e tb_pedido” com as informações dos pedidos. Após a execução do *autoencoder*, os dados de relacionamento entre os pedidos e os vetores de características de cada uma das imagens foram exportados para a tabela “tb_vetor_imagem”.

Tabela 2 – Pedidos e imagens exportados para a base de vetores

Classe de Locarno	Total de pedidos	Total de imagens
02-04	2877	3274
12-16	2416	2834
09-01	1860	2374
06-01	1870	2326
32-00	1215	1780
TOTAL:	10238	12588

Fonte: O autor, 2024.

²⁶ A *Amazon Web Services (AWS)* é a plataforma de nuvem que oferece mais de 200 serviços completos de datacenters em todo o mundo. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is-aws>. Acesso em 01/09/2024.

²⁷ O *Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)* oferece uma capacidade de computação escalável sob demanda na Nuvem *Amazon Web Services (AWS)*. O uso do *Amazon EC2* reduz os custos de hardware para o desenvolvimento e implantação de aplicações com mais rapidez. Disponível em: https://docs.aws.amazon.com/pt_br/AWSEC2/latest/UserGuide/concepts.html. Acesso em 01/09/2024.

²⁸ *Amazon Virtual Private Cloud (Amazon VPC)* é uma rede virtual que se assemelha a uma rede tradicional, com os benefícios de utilização da infraestrutura dimensionável da AWS. Disponível em: https://docs.aws.amazon.com/pt_br/vpc/latest/userguide/what-is-amazon-vpc.html. Acesso em 01/09/2024.

Para o acesso externo da ferramenta, foi configurado o IP fixo “http://34.199.96.168:8501/” com acesso liberado apenas para endereços cadastrados na AWS.

A escolha dos cenários de testes da ferramenta foi baseada em exames de méritos já realizados pelo INPI. Conforme descrito na subseção 1.2.2, o resultado do exame é publicado por meio do “Parecer de Mérito” na RPI, caso sejam encontradas anterioridades no exame de mérito é publicada a “Nulidade Administrativa”, iniciando-se os prazos legais para recurso.

Com base neste processo, foi realizada uma pesquisa no sistema Busca Web para identificar pedidos com publicações de “Parecer de Mérito” e “Nulidade Administrativa”, dentre os pedidos carregados na base de vetores de características. Após esta análise, foram selecionados oito casos de testes, detalhados nas seções 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8.

4.1 CASO DE TESTE 1 – PEDIDO BR302019002676-7

O pedido BR302019002676-7 foi depositado no INPI na data de 18/06/2019 na classe 02-04 referente a “Calçados, Meias e Meias-Calças”, com o título de “Configuração aplicada a/em calçado infantil”, conforme Figura 41.

Figura 41 – Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302019002676-7

Consulta à Base de Dados do INPI

[Início | Ajuda?] 1/1

» Consultar por: Base Desenhos | Finalizar Sessão

Meus Pedidos ☐

Depósito de pedido de registro de Desenho Industrial

Pedido/registo:		
(21) Número:	(22) Data do depósito	Situação
BR 30 2019 002676 7	18/06/2019	Registro de desenho industrial nulo

Representações

FIG. 1.14

Indicação de produto (título)

Descrição
CONFIGURAÇÃO APLICADA A/EM CALÇADO INFANTIL

Fonte: INPI, 2023b.

A solicitação de exame de mérito foi requerida no dia 09/12/2020 e publicada na RPI 2606, com data de 15/12/2020. As buscas foram realizadas nas bases do INPI e EUIPO, com a identificação de uma anterioridade impeditiva na base de dados da EUIPO, conforme relatório de busca apresentado na Figura 42.

Figura 42 – Relatório de busca do pedido BR302019002676-7

RELATÓRIO DE BUSCA			
1 – DADOS IDENTIFICADORES			
Registro: BR 302019002676-7	Depósito: 18/06/2019	Concessão: 19/11/2019	
Prioridade: ---	Data: ---		
Título: CONFIGURAÇÃO APLICADA A/EM CALÇADO INFANTIL			
Classificação Internacional: 02-04			
Titular:			
Autor:			
Procurador:			
2 – CAMPO DE BUSCA			
☒ BR	☒ EUIPO	☐ WIPO	☐ OUTRAS BASES:
3 – DOCUMENTOS LOCALIZADOS			
NÚMERO	ORIGEM	DATA	ANTERIORIDADES IMPEDITIVAS
001849258-0004	EM	11/04/2011	X
002561027-0007	EM	21/10/2014	

Fonte: INPI, 2023b.

O parecer de mérito apontando o desenho identificado durante o processo de buscas foi publicado na RPI 2723 de 14/03/2023, conforme Figura 43.

Como o desenho apontado como anterioridade no parecer de mérito não estava armazenado na base do INPI, para simular as buscas deste exame, a imagem da vista superior do calçado infantil foi carregada na base de vetores de características. O vetor foi gerado por meio da execução do módulo de *autoencoder* convolucional, sendo carregado na base de dados PostgreSQL.

Figura 43 – Parecer de Mérito do pedido BR302019002676-7

PARECER DE EXAME DE MÉRITO	
O presente exame de mérito foi requerido por meio da petição nº. 870200154743, no dia 09/12/2020, em conformidade com o art. 111 da Lei 9.279 de 14 de maio de 1996 – Lei da Propriedade Industrial. O registro intitula-se “CONFIGURAÇÃO APLICADA A/EM CALÇADO INFANTIL” Ao proceder às buscas na base de dados de desenhos industriais do INPI, EUIPO, foi encontrada anterioridade de objeto com forma similar ao objeto do registro, como pode ser observado nas figuras abaixo:	
Anterioridade	Registro
	
Por meio da vista superior é possível observar que as dimensões gerais e formato arredondado da biqueira são muito semelhantes.	

Fonte: INPI, 2023b.

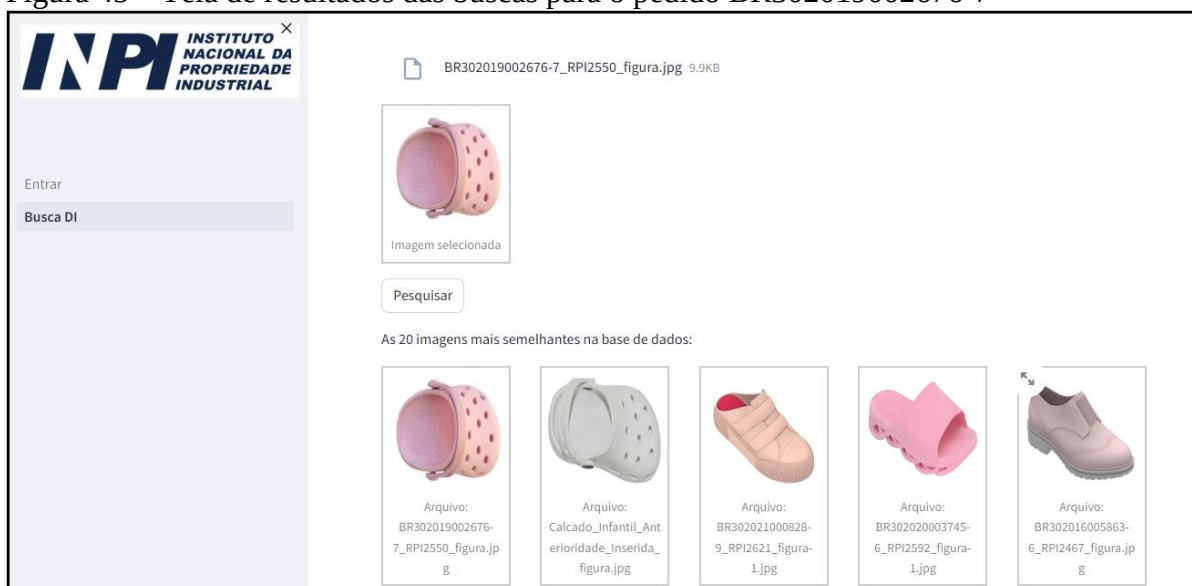
Após a carga, a interface web da ferramenta foi utilizada para refazer a busca anteriormente realizada. O filtro de “Classificação de Locarno” foi preenchido com o valor “02-04” e a imagem da vista superior do desenho do pedido BR302019002676-7 foi utilizado como imagem de referência para a busca, conforme Figura 44.

Figura 44 – Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302019002676-7

Fonte: O autor, 2024.

O resultado retornado pelo sistema apresentou dentre os desenhos mais semelhantes, a imagem da vista superior do desenho apontado no exame de mérito, além da própria imagem pesquisada, conforme ilustrado na Figura 45.

Figura 45 – Tela de resultados das buscas para o pedido BR302019002676-7



Fonte: O autor, 2024.

4.2 CASO DE TESTE 2 – PEDIDO BR302017004129-9

O pedido BR302017004129-9 foi depositado no INPI na data de 20/09/2017 na classe 02-04 referente a “Calçados, Meias e Meias-Calças”, com o título de “Configuração aplicada a/em sandália”, conforme Figura 46.

O exame de mérito do pedido foi realizado identificando anterioridades encontradas na internet. A nulidade administrativa foi publicada na RPI 2470 de 08/05/2018, apontando os endereços eletrônicos referentes à divulgação do modelo de sandália “Melissa Aranha Possession²⁹”. As sandálias da coleção apresentavam características muito similares em relação ao objeto depositado no pedido BR302017004129-9, conforme Figura 47.

Figura 46 – Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302017004129-9

Consulta à Base de Dados do INPI [Início | Ajuda?]

Consultar por: Base Desenhos | Finalizar Sessão 1/1

Meus Pedidos ☐

Depósito de pedido de registro de Desenho Industrial

(21) Número:	(22) Data do depósito	Situação
BR 30 2017 004129 9	20/09/2017	Registro de desenho industrial nulo

Representações



Indicação de produto (título)

Descrição
CONFIGURAÇÃO APLICADA A/EM SANDÁLIA

Fonte: INPI, 2023b.

Figura 47 – Sandálias do modelo Melissa Aranha Possession



Fonte: INPI, 2023b.

²⁹<https://absurdinhos.wordpress.com/2012/09/15/clements-e-ribeiro-escolhe-amelissa-aranha-como-o-seu-calcado-para-o-verao-2013/>; <http://giulicastro.com.br/tag/melissa/>; <https://melisseiracarioca.wordpress.com/category/tudo-melissa/page/7/>.

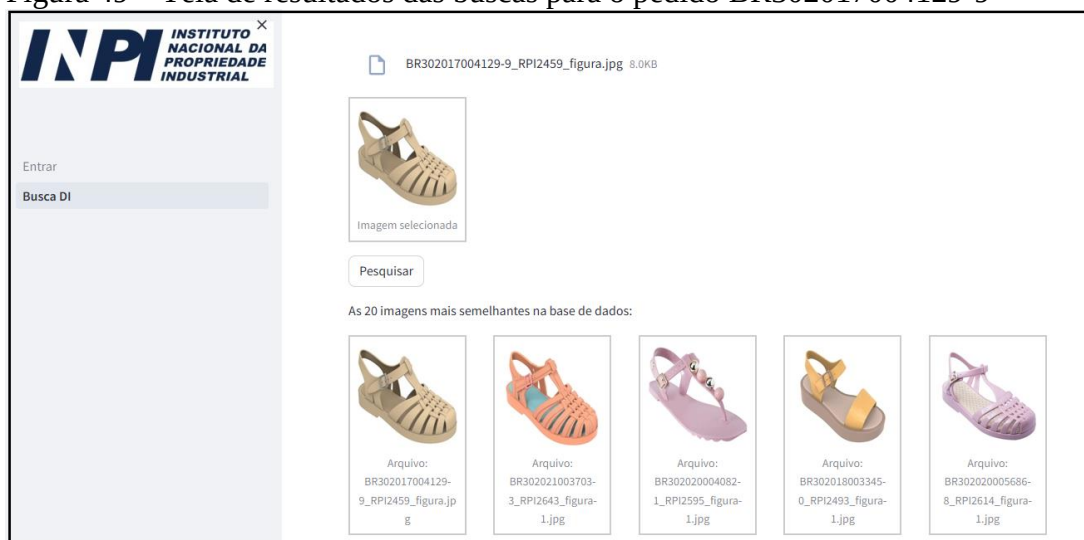
A ferramenta de Buscas de Imagens foi utilizada para simular as buscas realizadas no exame de mérito do pedido BR302017004129-9. Para este teste foi preenchido somente o parâmetro de “Imagem a ser comparada”, com o desenho do pedido disponibilizado no sistema Busca Web, conforme Figura 48.

Figura 48 – Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302017004129-9

Fonte: O autor, 2024.

Como as sandálias encontradas na internet não estavam na base de dados, as mesmas não foram exibidas no resultado da consulta, conforme Figura 49. Porém foi observado que um pedido depositado posteriormente a data do exame, BR302021003703-3, foi identificado como um dos mais similares ao objeto pesquisado. O desenho deste pedido realmente é muito similar ao examinado, com uma sutil diferença nas tiras laterais, como pode ser visualizado na Figura 50.

Figura 49 – Tela de resultados das buscas para o pedido BR302017004129-9



Fonte: O autor, 2024.

O pedido BR302021003703-3 encontra-se atualmente na situação “Registro de DI em Vigor”. Como não houve solicitação de exame de mérito para este pedido, a busca por anterioridade ainda não foi realizada.

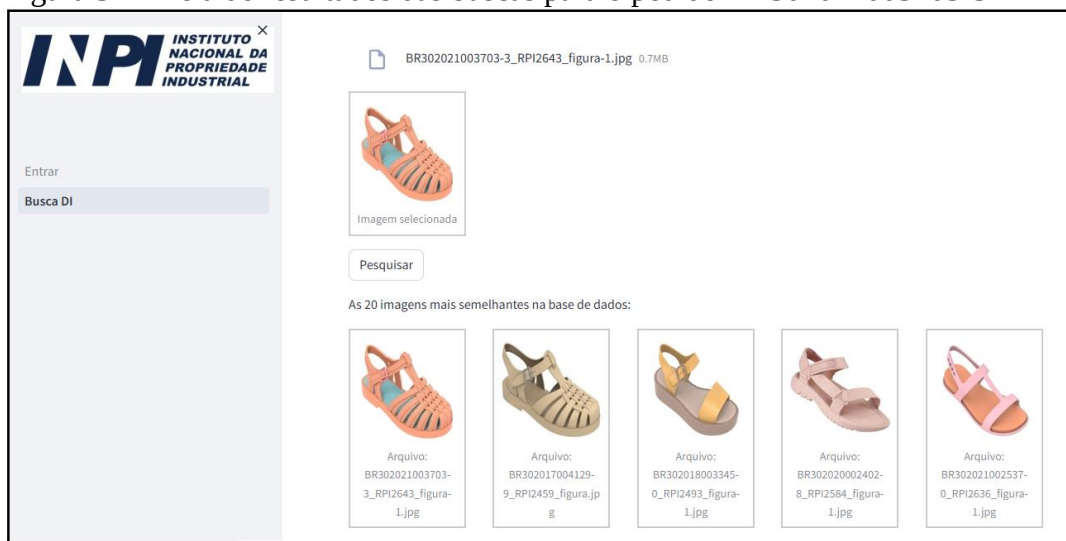
Figura 50 – Desenhos depositados nos pedidos BR302017004129-9 e BR302021003703-3



Fonte: INPI, 2023b.

Para testar uma eventual busca para o pedido BR302021003703-3, a ferramenta foi utilizada, e o pedido BR302017004129-9 foi apresentado com o mais similar, conforme Figura 51, demonstrando a efetividade da ferramenta.

Figura 51 – Tela de resultados das buscas para o pedido BR302021003703-3



Fonte: O autor, 2024.

4.3 CASO DE TESTE 3 – PEDIDO BR302017003225-7

O pedido BR302017003225-7 foi depositado no INPI em 27/07/2017 na classe 12-16, referente à “Partes, Equipamentos e acessórios de veículos não incluídos em outras classes ou subclasses”, com o título “Configuração aplicada a/em estrutura para santantônio”, conforme Figura 52.

Figura 52 – Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302017003225-7

The screenshot shows the INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) search system interface. At the top, there is a navigation bar with links: BRASIL, Acesso à informação, Participe, Serviços, Legislação, and Canais. Below this is the INPI logo and the text 'Instituto Nacional da Propriedade Industrial' and 'Ministério da Economia'. The main heading is 'Consulta à Base de Dados do INPI'. There are links for '[Início | Ajuda?]' and '1/1'. A search filter section shows 'Consultar por: Base Desenhos | Finalizar Sessão'. The main content area is titled 'Depósito de pedido de registro de Desenho Industrial'. It contains a table with the following data:

(21) Número:	(22) Data do depósito	Situação
BR 30 2017 003225 7	27/07/2017	Registro de DI em vigor

Below the table, there is a section titled 'Representações' which displays a technical drawing of a mechanical arm or robotic component.

Fonte: INPI, 2023b.

A solicitação de exame de mérito foi requerida no dia 09/06/2020 e publicada na RPI 2582, com data de 30/06/2020. O parecer de mérito e a nulidade administrativa foram publicados na RPI 2623 de 13/04/2021 indicando anterioridades conforme Figura 53 e 54.

Figura 53 – Parecer de Mérito do pedido BR302017003225-7

The screenshot shows a document titled 'PARECER DE EXAME DE MÉRITO'. The text reads:

O presente exame de mérito foi requerido por meio da petição nº. 870200071967, no dia 09/06/2020, em conformidade com o art. 111 da Lei 9.279 de 14 de maio de 1996 – Lei da Propriedade Industrial.

Ao proceder às buscas nas bases de dados de desenhos industriais do INPI, do WIPO e na internet, localizaram-se divulgações anteriores de objetos com características similares às que foram delineadas neste relatório.

As figuras abaixo mostram, comparativamente, o objeto do registro em tela, à esquerda, e o objeto das anterioridades impeditivas apontadas, à direita.

Below the text, there are two images side-by-side. The left image is a technical drawing of a mechanical arm, similar to the one in Figure 52. The right image is a photograph of a car's interior, showing the steering wheel and dashboard area, with the word 'ALUMINI' visible on the dashboard.

Fonte: INPI, 2023b.

Figura 54 – Nulidade Administrativa do pedido BR302017003225-7



INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE MARCAS, DESENHOS INDUSTRIAIS E INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS

PUBLICAÇÃO NA REVISTA DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL

Protocolo: 870170053389 UF:WB Data de Depósito: 27/07/2017 Hora: 16:02 Pedido: 302017003225

Depositante:

Procurador:

Prioridade:

Título: CONFIGURAÇÃO APLICADA A/EM ESTRUTURA PARA SANTANTÔNIO

Despacho: 41 - Nulidade Administrativa

Texto Despacho: Processo Administrativo de Nulidade de Ofício instaurado em face de infringência do art. 95, nos termos do art. 111 da LPI. Requerente: DIRMA / INPI. Razões: Ao proceder às buscas nas bases de dados de desenhos industriais do INPI, do WIPO e na internet, localizaram-se divulgações anteriores de objetos com características similares ao do pedido em tela: <https://www.youtube.com/watch?v=CLoDHGFBNH0>, de 09/06/2017; <https://www.youtube.com/watch?v=1RsDkuK-84A>, de 18/06/2017; <https://www.youtube.com/watch?v=eXGLUG3bz4s>, de 23/07/2017.

Data: 07/04/2021

Publicação na RPI: 2623

Fonte: INPI, 2023b.

De acordo com o parecer de mérito, as anterioridades foram identificadas por meio de pesquisas na internet, sem que objetos similares fossem encontrados na base do INPI.

A partir deste cenário, para simular a busca realizada pelo(a) examinador(a), o mesmo desenho depositado no pedido BR302017003225-7 foi utilizado na ferramenta de Buscas por Similaridade, com o intuito de encontrar anterioridades relacionadas ao objeto pesquisado. Além da imagem do pedido, também foi utilizada a classe 12-16, conforme Figura 55.

Figura 55 – Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302017003225-7



INPI INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

Entrar

Busca DI

Busca de Imagens de Desenhos Industriais

Período Inicial: DD/MM/YYYY Período Final: DD/MM/YYYY Limpar

Classificação de Locarno: 12-16 5/100

Imagem a ser comparada:

Drag and drop file here Browse files
Limit 200MB per file • PNG, JPG, JPEG

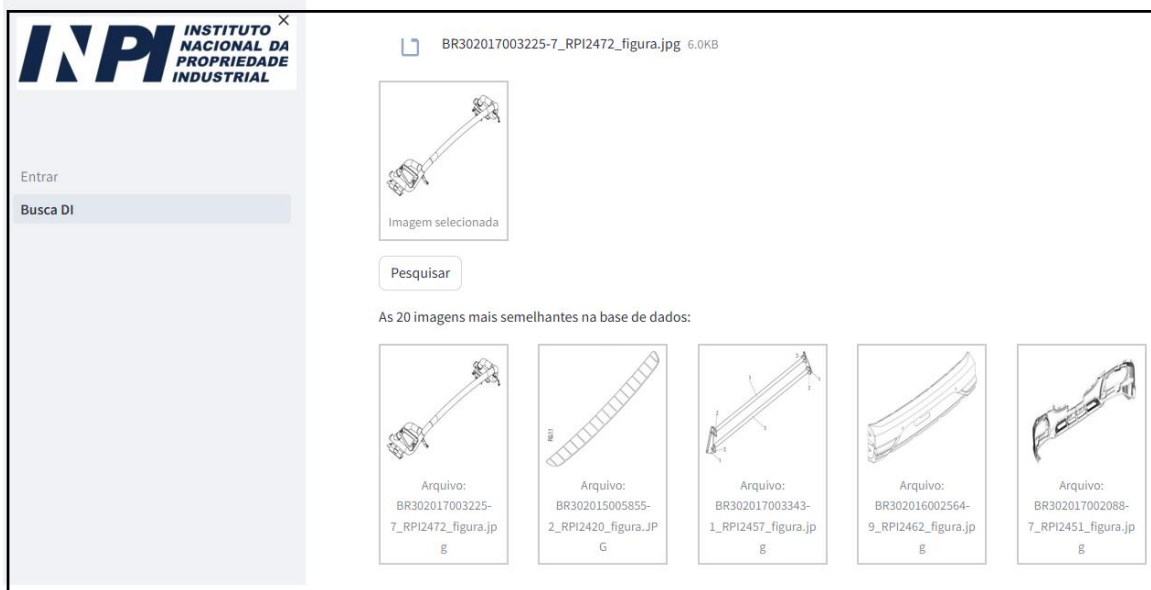
BR302017003225-7_RPI2472_figura.jpg 6.0KB X

 Imagem selecionada

Fonte: O autor, 2024.

O resultado da busca apresentou o próprio desenho, tendo em vista que não foi utilizado o parâmetro de data de depósito, além de imagens similares sem relação com o objeto pesquisado, conforme Figura 56. O mesmo resultado da pesquisa feita pelo examinador do INPI, que não encontrou anterioridades na base do sistema Busca Web.

Figura 56 – Tela de resultados das buscas para o pedido BR302017003225-7



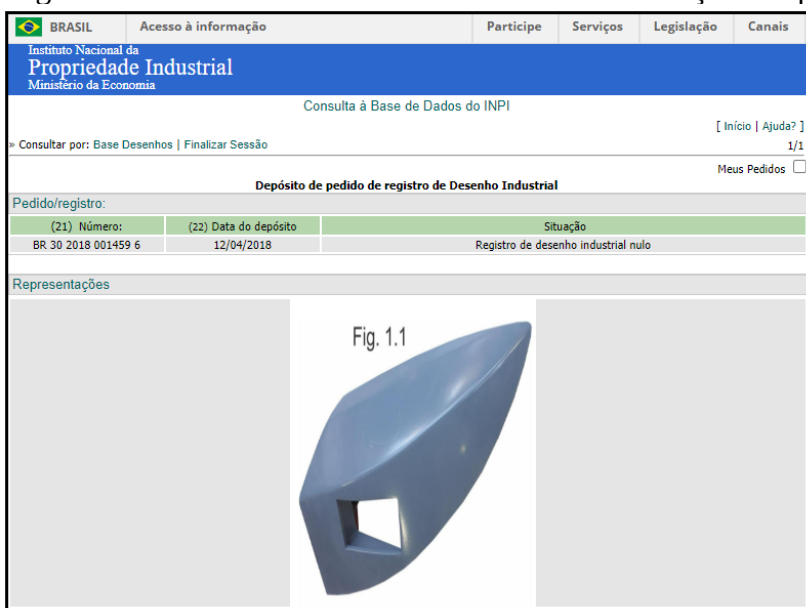
Fonte: O autor, 2024.

Este processo está atualmente na situação “Registro de DI em Vigor”, pois o depositante comprovou por meio de respostas às exigências solicitadas pelo INPI, que autorizou a terceiros a divulgação do objeto durante o período de graça, portanto as anterioridades encontradas na internet estão relacionadas a esta autorização.

4.4 CASO DE TESTE 4 – PEDIDO BR302018001459-6

O pedido BR302018001459-6 foi depositado no INPI em 12/04/2018 na classe 12-16, referente a “Partes, Equipamentos e acessórios de veículos não incluídos em outras classes ou subclasses”, e trata-se de uma “Configuração aplicada a/em ponteira de parachoque”, conforme Figura 57.

Figura 57 – Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302018001459-6



BRASIL Acesso à informação Participe Serviços Legislação Canais

Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Ministério da Economia

Consulta à Base de Dados do INPI [Início | Ajuda?]

Consultar por: Base Desenhos | Finalizar Sessão 1/1

Meus Pedidos ☐

Depósito de pedido de registro de Desenho Industrial

Pedido/registro:

(21) Número:	(22) Data do depósito	Situação
BR 30 2018 001459 6	12/04/2018	Registro de desenho industrial nulo

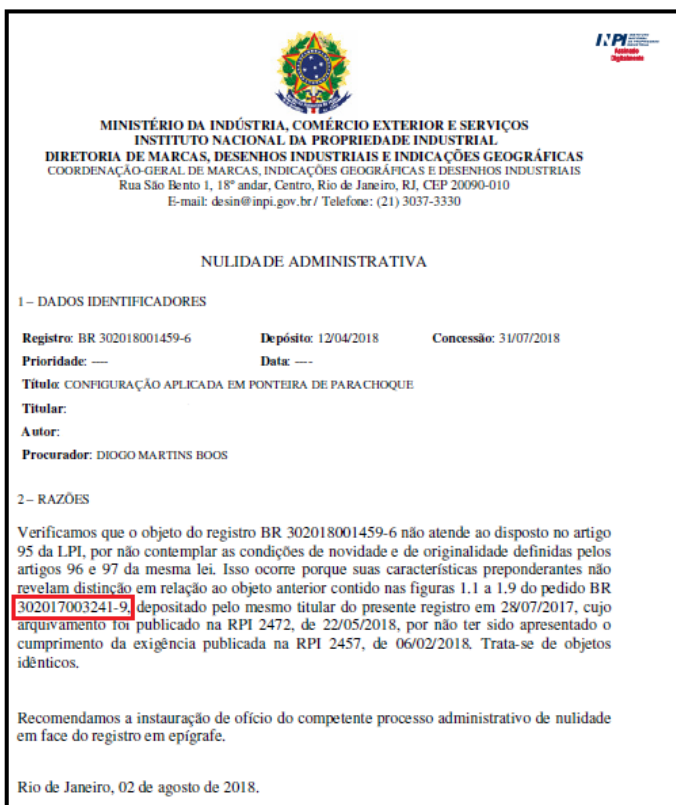
Representações

Fig. 1.1

Fonte: INPI, 2023b.

Foi publicada uma nulidade administrativa na RPI 2488 de 11/09/2018 indicando uma anterioridade encontrada na base de dados do INPI. A Figura 58 apresenta o pedido BR302017003241-9 apontado como uma anterioridade na realização do exame de mérito.

Figura 58 – Nulidade Administrativa do pedido BR302018001459-6



MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE MARCAS, DESENHOS INDUSTRIAIS E INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS
COORDENAÇÃO GERAL DE MARCAS, INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS E DESENHOS INDUSTRIAIS
Rua São Bento 1, 18º andar, Centro, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20090-010
E-mail: desin@impi.gov.br / Telefone: (21) 3037-3330

NULIDADE ADMINISTRATIVA

1 – DADOS IDENTIFICADORES

Registro: BR 302018001459-6 Depósito: 12/04/2018 Concessão: 31/07/2018
Prioridade: --- Data: ---
Título: CONFIGURAÇÃO APLICADA EM PONTEIRA DE PARACHOQUE
Titular:
Autor:
Procurador: DIOGO MARTINS BOOS

2 – RAZÕES

Verificamos que o objeto do registro BR 302018001459-6 não atende ao disposto no artigo 95 da LPI, por não contemplar as condições de novidade e de originalidade definidas pelos artigos 96 e 97 da mesma lei. Isso ocorre porque suas características preponderantes não revelam distinção em relação ao objeto anterior contido nas figuras 1.1 a 1.9 do pedido BR 302017003241-9, depositado pelo mesmo titular do presente registro em 28/07/2017, cujo arquivamento foi publicado na RPI 2472, de 22/05/2018, por não ter sido apresentado o cumprimento da exigência publicada na RPI 2457, de 06/02/2018. Trata-se de objetos idênticos.

Recomendamos a instauração de ofício do competente processo administrativo de nulidade em face do registro em epígrafe.

Rio de Janeiro, 02 de agosto de 2018.

Fonte: INPI, 2023b.

O pedido encontrado nas buscas foi depositado em 28/07/2017 pelo mesmo depositante do pedido BR302018001459-6, e teve uma exigência publicada pelo INPI para que os objetos apresentados no depósito fossem divididos, pois não apresentavam entre si as mesmas características distintivas preponderantes. Como a exigência não foi cumprida, o pedido foi definitivamente arquivado, conforme Figura 59.

Como o pedido BR302017003241-9 foi arquivado, as figuras constantes nele foram integradas ao estado da técnica³⁰, sendo assim consideradas anterioridades para pedidos posteriores.

Figura 59 – Publicações do pedido BR302017003241-9

Publicações					
RPI	Data da RPI	Despacho	Certificado	Inteiro teor	Complemento do despacho
2472	22/05/2018	Arquivamento do Pedido - Art. 216 § 2º e Art. 106 § 3º da LPI.	-		Detalhes do despacho: Arquivamento
2470	08/05/2018	Exame formal de cumprimento de exigência	-	-	
2457	06/02/2018	Exigência - Art. 106 § 3º da LPI.	-		Detalhes do despacho: 1. Os objetos não guardam entre si as mesmas características distintivas preponderantes, de maneira que o pedido deverá ser dividido. Observar artigos 25 e 26 da IN 44/2015. 2. Manter no pedido original o objeto das figuras 1.1 a 1.8. 3. Apresentar em um 1º pedido dividido o objeto das figuras 2.1 a 2.8. 4. Alterar título para "configuração aplicada em ponteira de parachoque" em atenção ao inciso II do art. 14 da IN. 5. Apresentar para cada objeto novo conjunto de figuras formado pelas vistas ortogonais (frontal, posterior, laterais, superior e inferior), além de pelo menos uma perspectiva, conforme inciso IV do art. 20 da IN 44/2015. A vista superior deve ser a oposta à vista inferior, as vistas laterais devem ser opostas uma à outra, o que não ocorre na atual apresentação.
2434	29/08/2017	Notificação de Depósito.	-	-	Detalhes do despacho: Notificação de depósito (Protocolo: 870170053800 UF: WB Data: 28/07/2017 Hora: 14:46)

Fonte: INPI, 2023b

Para refazer as buscas deste exame foi utilizado como parâmetro de “imagem a ser comparada” na ferramenta de Buscas por Similaridade, o mesmo objeto depositado no pedido BR302018001459-6, juntamente com o filtro de classificação de Locarno, conforme Figura 60.

O resultado da busca apresentou como objeto mais similar, além da própria imagem pesquisada, a figura do pedido BR302017003241-9, conforme Figura 61.

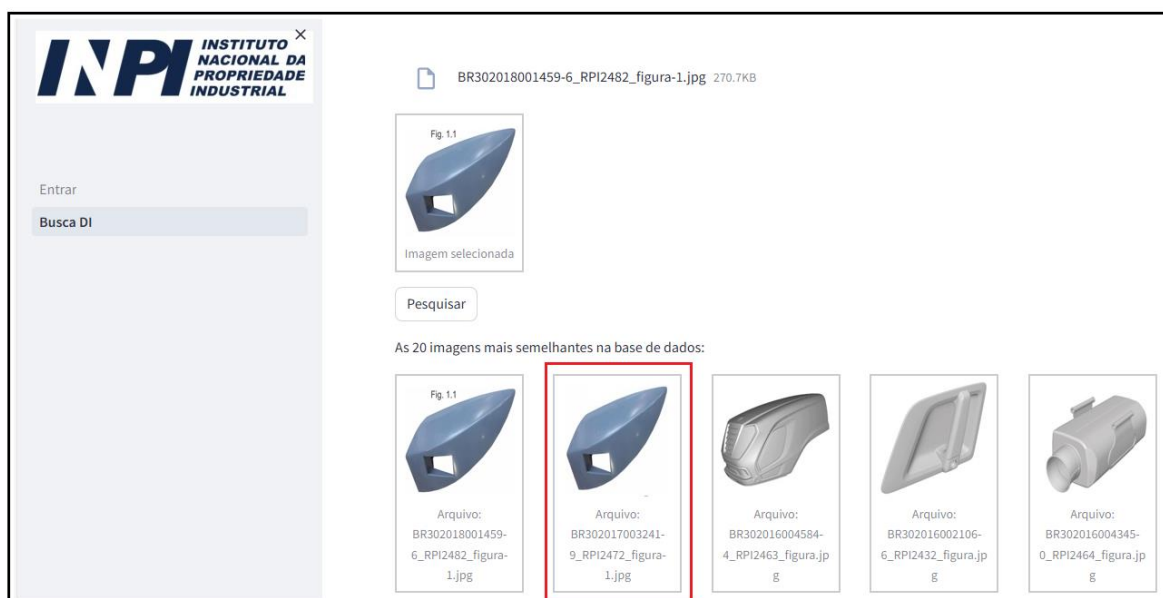
³⁰ A partir de 14 de janeiro de 2020 foi publicado um comunicado na RPI 2558 assegurando a não publicação de figuras de desenho industrial nos despachos de indeferimento ou arquivamento de registro de DI para possibilitar o depósito novamente dos objetos, sem que haja a perda da novidade. Disponível em : <https://revistas.inpi.gov.br/rpi/>. Acesso em: 12/09/024.

Figura 60 – Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302018001459-6

Fonte: O autor, 2024.

É possível observar que a figura retornada na busca é a mesma do pedido BR302018001459-6, porém sem a descrição “Fig. 1.1”, demonstrando que a ferramenta conseguiu captar as principais características da imagem e realizar a comparação com os vetores armazenados na base de dados.

Figura 61 – Tela de resultados das buscas para o pedido BR302018001459-6



Fonte: O autor, 2024.

4.5 CASO DE TESTE 5 – PEDIDO BR302018003496-1

O quinto caso de teste foi realizado em um pedido da classe 06-01 referente a Assentos. O pedido selecionado foi o BR302018003496-1, que foi depositado no dia 08/08/2018, conforme Figura 62.

Figura 62 – Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302018003496-1

BRASIL Acesso à informação Participe Serviços Legislação Canais

Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Ministério da Economia

Consulta à Base de Dados do INPI [Início | Ajuda?] 1/1

Consultar por: Base Desenhos | Finalizar Sessão Meus Pedidos ☐

Depósito de pedido de registro de Desenho Industrial

Pedido/registo:

(21) Número:	(22) Data do depósito	Situação
BR 30 2018 003496 1	08/08/2018	Registro de DI em vigor

Representações

Fonte: INPI, 2023b.

O exame de mérito referente a este pedido foi solicitado no dia 22/02/2019 e publicado na RPI 2582 com data de 30/06/2020. Durante as buscas realizadas pelos examinadores do INPI, não foram encontradas anterioridades em nenhuma base de dados, sendo o registro em questão considerado como novo e original, como apresentado na Figura 63.

Figura 63 – Parecer de Exame de Mérito do pedido BR302018003496-1


MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE MARCAS, DESENHOS INDUSTRIAIS E INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS
COORDENAÇÃO-GERAL DE MARCAS, INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS E DESENHOS INDUSTRIAIS
 Rua Mayrink Veiga, 9, 19º andar, Centro, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20090-010

PARECER DE EXAME DE MÉRITO

O presente exame de mérito foi requerido por meio da petição nº. 870190018396, no dia 22/02/2019, em conformidade com o art. 111 da Lei 9.279 de 14 de maio de 1996 – Lei da Propriedade Industrial.

O registro intitula-se “CONFIGURAÇÃO APLICADA EM CADEIRA”

Ao proceder às buscas nas bases de dados de desenhos industriais do INPI e EUIPO, não foram encontrados objetos com características idênticas ou semelhantes às que são observadas no registro em exame.

Assim, entende-se que o registro 302018003496-1 atende os requisitos previstos no art. 95 da LPI.

Fonte: INPI, 2023b.

A busca deste exame foi novamente realizada na base de vetores de características utilizando a ferramenta de Buscas por Similaridade, sendo utilizados como parâmetros além da imagem do pedido, a classe de Locarno 06-01, Figura 64.

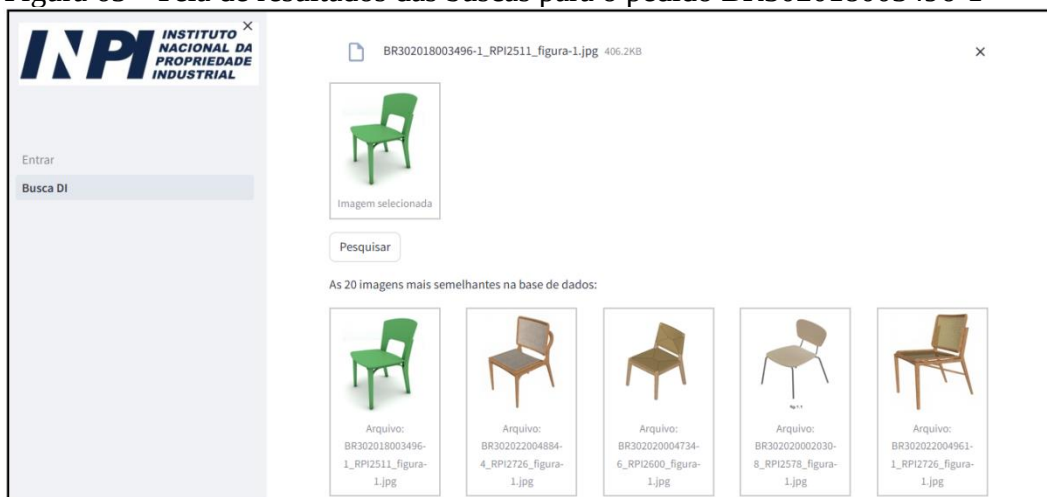
Figura 64 - Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302018003496-1

The screenshot shows the INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) search interface. The header includes the INPI logo and the text "INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL". The main title is "Busca de Imagens de Desenhos Industriais". Below the title, there are input fields for "Período Inicial" and "Período Final", both with the placeholder "DD/MM/YYYY" and a "Limpar" button. A "Classificação de Locarno:" field contains "06-01" with a "5/100" indicator. Below this, there is a section for "Imagem a ser comparada:" with a "Drag and drop file here" area, a "Limit 200MB per file • PNG, JPG, JPEG" note, and a "Browse files" button. A file named "BR302018003496-1_RPI2511_figura-1.jpg" (406.2KB) is shown with a close button. Below the file name is a thumbnail of a green plastic chair, labeled "Imagem selecionada".

Fonte: O autor, 2024.

É possível observar no resultado da busca apresentada na Figura 65, que as imagens retornadas como as mais semelhantes à figura selecionada, apesar de alguma similaridade, não constituem anterioridades ao objeto examinado. Portanto o mesmo resultado obtido pelo examinador do INPI no exame inicial, porém com o auxílio de uma ferramenta específica para buscas de imagens, o que pode tornar o exame mais eficaz.

Figura 65 - Tela de resultados das buscas para o pedido BR302018003496-1



Fonte: O autor, 2024.

4.6 CASO DE TESTE 6 – PEDIDO BR302018003208-0

Mais um pedido referente à classe de Locarno 06-01 foi utilizado durante os testes, o BR302018003208-0, depositado em 25/07/2018, conforme Figura 66.

Figura 66 - Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302018003208-0



BRASIL Acesso à informação Participe Serviços Legislação Canais

Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Ministério da Economia

Consulta à Base de Dados do INPI [Início | Ajuda?]

> Consultar por: Base Desenhos | Finalizar Sessão 1/1

Meus Pedidos ☐

Depósito de pedido de registro de Desenho Industrial

(21) Número:	(22) Data do depósito	Situação
BR 30 2018 003208 0	25/07/2018	Registro de desenho industrial nulo

Representações

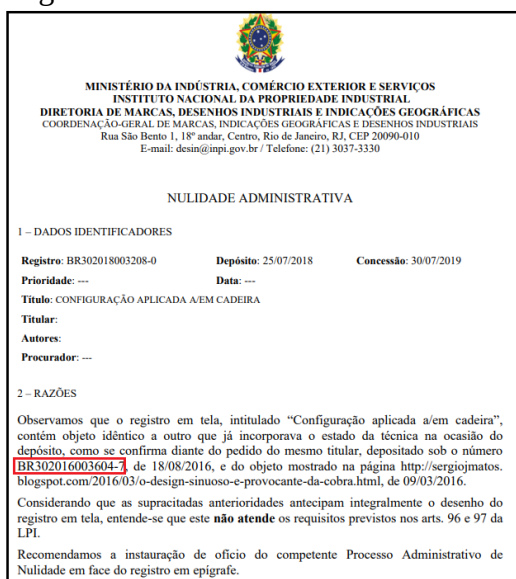


Fig. 0.1

Fonte: INPI, 2023b.

O exame de mérito deste pedido foi publicado na RPI 2539 de 03/09/2019, com a instauração da nulidade administrativa de ofício, devido a anterioridades encontradas na internet e também relacionadas ao pedido BR302016003604-7 depositado pelo mesmo titular, como pode ser observado na Figura 67.

Figura 67 – Nulidade Administrativa do pedido BR302018003208-0



BRASIL

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE MARCAS, DESENHOS INDUSTRIAIS E INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS
COORDENAÇÃO-GERAL DE MARCAS, INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS E DESENHOS INDUSTRIAIS
Rua São Bento 1, 18º andar, Centro, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20090-010
E-mail: desin@inpi.gov.br / Telefone: (21) 3037-3330

NULIDADE ADMINISTRATIVA

1 – DADOS IDENTIFICADORES

Registro: BR302018003208-0 Depósito: 25/07/2018 Concessão: 30/07/2019

Prioridade: --- Data: ---

Título: CONFIGURAÇÃO APLICADA A/EM CADEIRA

Titular: ---

Autores: ---

Procurador: ---

2 – RAZÕES

Observamos que o registro em tela, intitulado “Configuração aplicada a/em cadeira”, contém objeto idêntico a outro que já incorporava o estado da técnica na ocasião do depósito, como se confirma diante do pedido do mesmo titular, depositado sob o número **BR302016003604-7**, de 18/08/2016, e do objeto mostrado na página <http://sergiojmatos.blogspot.com/2016/03/o-design-sinuoso-e-provocante-da-cobra.html>, de 09/03/2016.

Considerando que as supracitadas anterioridades antecipam integralmente o desenho do registro em tela, entende-se que este **não atende** os requisitos previstos nos arts. 96 e 97 da LPI.

Recomendamos a instauração de ofício do competente Processo Administrativo de Nulidade em face do registro em epígrafe.

Fonte: INPI, 2023b.

O pedido BR302016003604-7 identificado como anterioridade foi arquivado na RPI 2463 de 20/03/2018 pelo não cumprimento de exigência solicitada pelo INPI, Figura 68.

Figura 68 - Publicações do pedido BR302016003604-7

Publicações					
RPI	Data da RPI	Despacho	Certificado	Inteiro teor	Complemento do despacho
2463	20/03/2018	Arquivamento do Pedido - Art. 216 § 2º e Art. 106 § 3º da LPI.	-		Detalhes do despacho: Arquivamento
2460	27/02/2018	Exame formal de cumprimento de exigência	-	-	Detalhes do despacho: Exame formal de cumprimento de exigência (Protocolo: 870160044941 UF: WB Data: 18/08/2016 Hora: 16:04)
2458	14/02/2018	Petição Não Conhecida. Não conhecimento da petição apresentada em virtude do disposto nos Arts. 218 ou 219 da LPI.	-	-	Detalhes do despacho: Petição 870170070189 de 19/09/2017 não conhecida nos termos do artigo 103 da Lei 9279/96, visto que a data de pagamento da Guia de Recolhimento da União relativa ao serviço solicitado é posterior a data de protocolo da petição em desacordo com o disposto no artigo 5º da Resolução 146/2015.
2433	22/08/2017	Exigência - Art. 106 § 3º da LPI.	-		Detalhes do despacho: 1- Cancelar a atual apresentação do pedido. 2- As figuras deverão apresentar o objeto do pedido em fundo absolutamente neutro, sem a interferência de outros elementos e sem revelar qualquer padrão ou textura. As figuras não deverão conter molduras, medidas, textos, símbolos, cortes, indicação de escala e informações do gênero. A apresentação de figuras não deverá conter marcas, logotipos, símbolos, timbres e rubricas. As figuras não deverão conter textos, exceto o da legenda das figuras. 3- Apresentar novo conjunto de figuras formado pelas vistas ortogonais (frontal, posterior, laterais, superior e inferior), além de pelo menos uma perspectiva, atendendo ao disposto no inciso IV do artigo 20 da IN 44/2015. 4- As figuras devem ser numeradas conforme o disposto no inciso VI do artigo 20 da IN 44/2015 (figura 1.1, figura 1.2, etc.). 5- As páginas que contêm figuras deverão ser numeradas no centro da margem superior indicando o número da folha e o número total de folhas (ex.: 1/5, 2/5, 3/5, 4/5 e 5/5). 6- As páginas que contêm figuras deverão apresentar margens (superior, esquerda, direita e inferior) de no mínimo 3 cm. Título adequado de ofício nos termos do Art. 22 da Instrução Normativa 044/2015.
2398	20/12/2016	Notificação de Depósito.	-	-	Detalhes do despacho: Notificação de depósito (Protocolo: 870160044941 UF: WB Data: 18/08/2016 Hora: 16:04)

Fonte: INPI, 2023b.

Um das exigências apontadas refere-se à apresentação de figuras com um fundo sombreado, o que não está de acordo com o Manual de Desenhos Industriais que descreve que a configuração não pode apresentar sombras ou reflexos que comprometam a visualização de suas características ornamentais, e o fundo dos desenhos ou fotografias deverá ser neutro, sem qualquer padrão ou textura (INPI, 2023a).

A busca deste exame foi novamente realizada na ferramenta de Buscas de Imagens por Similaridade, utilizando como parâmetros a imagem depositada e a classe 06-01, conforme Figura 69.

Figura 69 - Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302018003208-0



Entrar

Busca DI

Busca de Imagens de Desenhos Industriais

Período Inicial

DD/MM/YYYY

Período Final

DD/MM/YYYY

Limpar

Classificação de Locarno:

06-01

5/100

Imagem a ser comparada:

Drag and drop file here

Limit 200MB per file • PNG, JPG, JPEG

Browse files

BR302018003208-0_RPI2534_figura-1.jpg

0.7MB

X

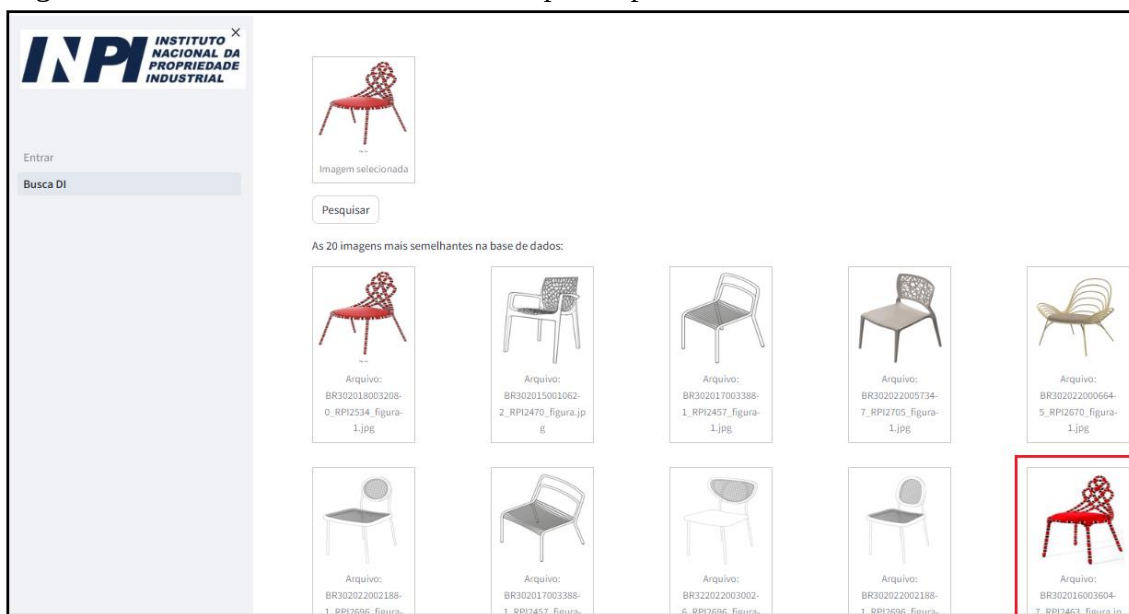


Imagem selecionada

Fonte: O autor, 2024.

No resultado da busca é possível observar que o desenho anteriormente depositado no pedido BR302016003604-7 foi exibido como um dos mais similares em relação à imagem do pedido BR302018003208-0, Figura 70.

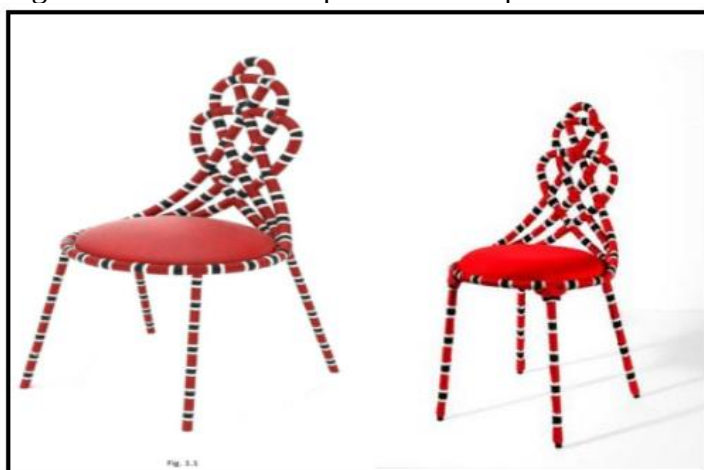
Figura 70 - Tela de resultados das buscas para o pedido BR302018003208-0



Fonte: O autor, 2024.

Apesar da cadeira, objeto do depósito BR302018003208-0 ser idêntica à do pedido anterior, existem algumas diferenças nas imagens, como a descrição “Fig 1.1” que foi inserida e o sombreamento que foi retirado neste novo depósito do pedido BR302018003208-0, conforme Figura 71. Porém, como foi apontado no parecer de nulidade administrativa do INPI, o requisito de novidade não foi atendido.

Figura 71 – Desenhos depositados nos pedidos BR302018003208-0 e BR302016003604-7

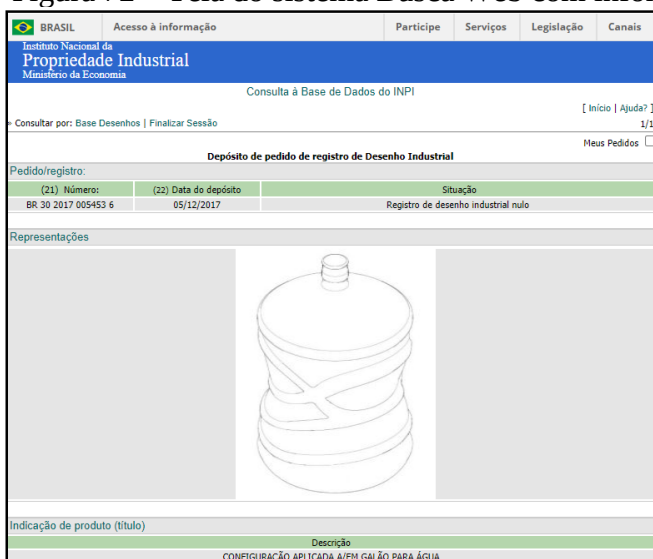


Fonte: INPI, 2023b.

4.7 CASO DE TESTE 7 – PEDIDO BR302017005453-6

No sétimo cenário de testes realizado, foi selecionado um pedido da classe 09-01 referente a “Garrafas, frascos, potes, garrações, garrações empalhados e recipientes com dispensadores dinâmicos”. O pedido BR302017005453-6 foi depositado em 05/12/2017, conforme Figura 72.

Figura 72 – Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302017005453-6



BRASIL Acesso à informação Participe Serviços Legislação Canais

Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Ministério da Economia

Consulta à Base de Dados do INPI [Início | Ajuda?] 1/1

Consultar por: Base Desenhos | Finalizar Sessão Meus Pedidos

Depósito de pedido de registro de Desenho Industrial

(21) Número:	(22) Data do depósito	Situação
BR 30 2017 005453 6	05/12/2017	Registro de desenho industrial nulo

Representações

Indicação de produto (título)

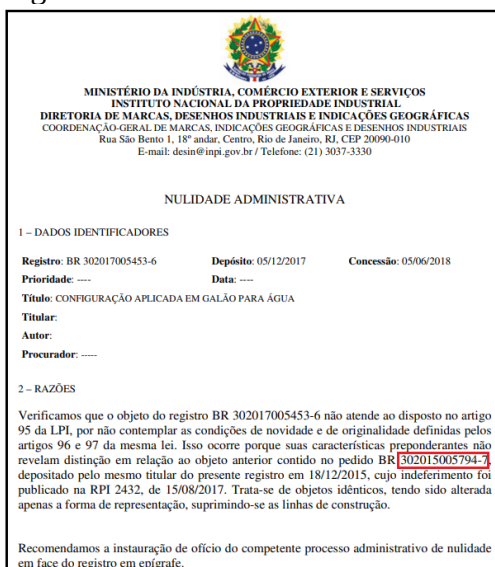
Descrição

CONFIGURAÇÃO APLICADA A/EM GALÃO PARA ÁGUA

Fonte: INPI, 2023b.

A nulidade administrativa foi publicada na RPI 2482 de 31/07/2018, indicando como anterioridade o pedido BR302015005794-7, Figura 73.

Figura 73 – Nulidade Administrativa do pedido BR302017005453-6



BRASIL

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE MARCAS, DESENHOS INDUSTRIAIS E INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS
COORDENAÇÃO-GERAL DE MARCAS, INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS E DESENHOS INDUSTRIAIS
Rua São Bento 1, 18º andar, Centro, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 20090-010
E-mail: desin@inpi.gov.br / Telefone: (21) 3037-3330

NULIDADE ADMINISTRATIVA

1 – DADOS IDENTIFICADORES

Registro: BR 302017005453-6 Depósito: 05/12/2017 Concessão: 05/06/2018
Prioridade: --- Data: ---
Título: CONFIGURAÇÃO APLICADA EM GALÃO PARA ÁGUA
Titular:
Autor:
Procurador: ---

2 – RAZÕES

Verificamos que o objeto do registro BR 302017005453-6 não atende ao disposto no artigo 95 da LPI, por não contemplar as condições de novidade e de originalidade definidas pelos artigos 96 e 97 da mesma lei. Isso ocorre porque suas características preponderantes não revelam distinção em relação ao objeto anterior contido no pedido BR 302015005794-7, depositado pelo mesmo titular do presente registro em 18/12/2015, cujo indeferimento foi publicado na RPI 2432, de 15/08/2017. Trata-se de objetos idênticos, tendo sido alterada apenas a forma de representação, suprimindo-se as linhas de construção.

Recomendamos a instauração de ofício do competente processo administrativo de nulidade em face do registro em epígrafe.

Fonte: INPI, 2023b.

O BR302015005794-7 apontado como anterioridade foi indeferido na RPI 2432 de 15/08/2017, devido ao não cumprimento de exigência técnica, conforme Figura 74. Após a publicação do indeferimento, o objeto do depósito deste pedido foi considerado no estado da técnica.

Figura 74 - Publicações do pedido BR302015005794-7

Publicações					
RPI	Data da RPI	Despacho	Certificado	Inteiro teor	Complemento do despacho
2432	15/08/2017	Indeferimento - Art. 106 § 4º da LPI.	-		Detalhes do despacho: objeto se enquadra na instrução normativa 044/2015 - objeto indeferido devido ao cumprimento insatisfatório de exigência técnica, nos termos do Art. 23 da Instrução Normativa 044/2015. As figuras apresentadas não correspondem ao objeto do depósito, configurando alteração da matéria: foi apresentada uma outra garrafa. O título do formulário difere do relatório e da folha de esclarecimentos, não tendo sido corrigido conforme solicitado.
2420	23/05/2017	Exigência - Art. 106 § 3º da LPI.	-		Detalhes do despacho: 1.O escopo de proteção do registro de desenho industrial não abrange matérias de fabricação, funcionalidades e vantagens técnicas / práticas. Reapresentar o pedido adequado à Instrução Normativa 44/2015 (IN). 2.Alterar título para "configuração aplicada em garrafa", em atenção ao inciso II do art. 14 da IN. 3.As figuras devem ser numeradas conforme o disposto no inciso VI do artigo 20 da IN 44/2015: figura 1.1, figura 1.2, etc. 4.Caso a cruz no centro da vista superior seja apenas a marcação de centro, deve ser suprimida.
2376	19/07/2016	Notificação de Depósito.	-	-	Detalhes do despacho: Notificação de depósito (Protocolo: 870150007294 UF: WB Data: 18/12/2015 Hora: 10:28)

Fonte: INPI, 2023b.

A simulação da busca de anterioridades do pedido BR302017005453-6 foi realizada na ferramenta de Buscas de Imagens por Similaridade, utilizando como parâmetros a imagem depositada e a classe 09-01, conforme Figura 75.

Figura 75 - Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302017005453-6



Entrar

Busca DI

Busca de Imagens de Desenhos Industriais

Período Inicial

DD/MM/YYYY

Período Final

DD/MM/YYYY

Limpar

Classificação de Locarno:

09-01

5/100

Imagem a ser comparada:

Drag and drop file here

Limit 200MB per file • PNG, JPG, JPEG

Browse files

BR302017005453-6_RPI2474_figura.jpg

6.0KB

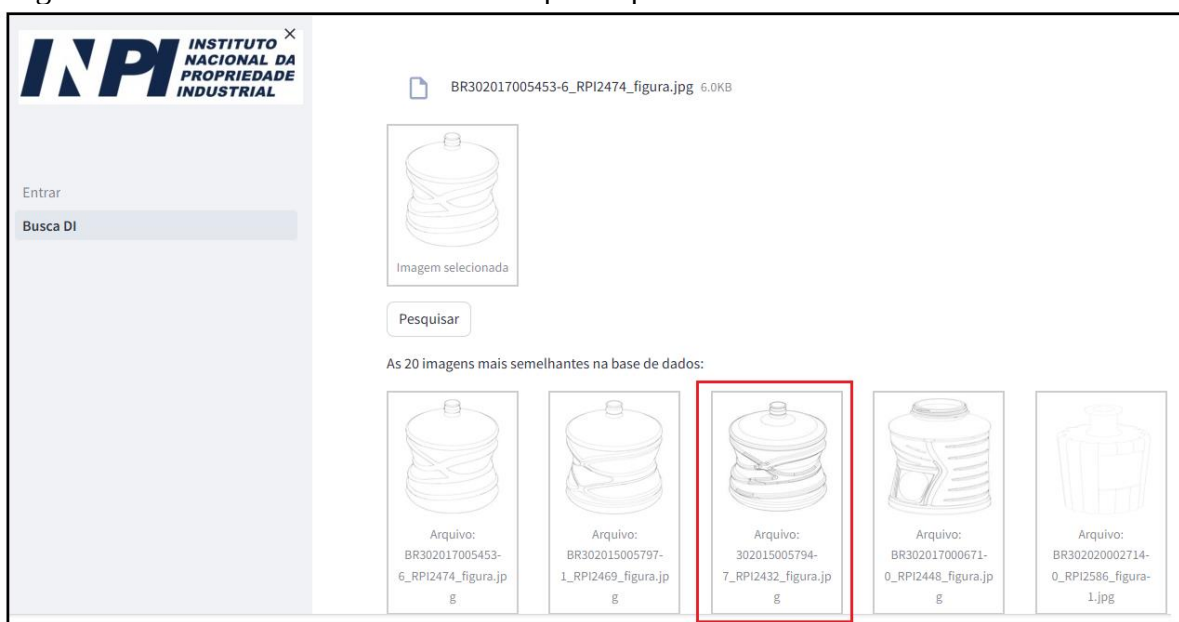


Imagem selecionada

Fonte: O autor, 2024.

No retorno da consulta, o pedido BR302015005794-7 foi apontado como um dos mais similares, Figura 76.

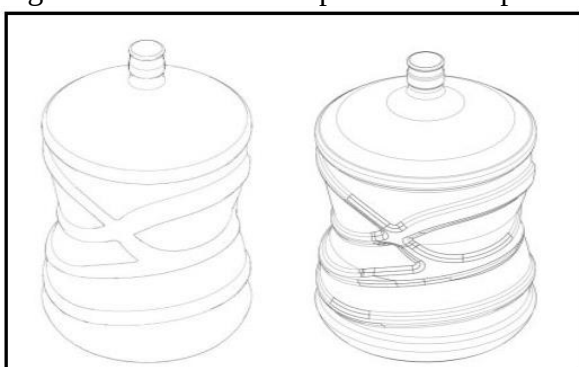
Figura 76 - Tela de resultados das buscas para o pedido BR302017005453-6



Fonte: O autor, 2024.

A Figura 77 apresenta as imagens ampliadas lado a lado para uma melhor visualização das semelhanças entre os desenhos. É possível observar que os objetos são idênticos, com alteração somente na forma de representação, por meio da supressão das linhas de construção. O resultado também apresenta o pedido BR302015005797-1 como um dos mais similares ao desenho pesquisado. Este pedido está na situação “Registro de DI em Vigor” e apresenta pequenos detalhes que o diferenciam do desenho depositado no BR302017005453-6.

Figura 77 – Desenhos depositados nos pedidos BR302017005453-6 e BR302015005794-7



Fonte: INPI, 2023b.

4.8 CASO DE TESTE 8 – PEDIDO BR302016004356-6

O último teste foi realizado em um pedido da classe 32-00 referente a “Símbolos gráficos e logotipos, padrões de superfície, ornamentações”. O pedido selecionado foi o BR302016004356-6, depositado em 28/09/2016, conforme Figura 78.

Figura 78 – Tela do sistema Busca Web com informações do pedido BR302016004356-6

BRASIL Acesso à informação Participe Serviços Legislação Canais

Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Ministério da Economia

Consulta à Base de Dados do INPI [Início | Ajuda?]

» Consultar por: Base Desenhos | Finalizar Sessão 1/1

Meus Pedidos ☐

Depósito de pedido de registro de Desenho Industrial

(21) Número:	(22) Data do depósito	Situação
BR 30 2016 004356 6	28/09/2016	Registro de desenho industrial nulo

Representações

Indicação de produto (título)

Descrição
PADRÃO ORNAMENTAL APLICADO A/EM REVESTIMENTO

Fonte: INPI, 2023b.

O exame de mérito foi realizado e o relatório de busca publicado na RPI 2555 de 24/12/2019, apontando o pedido BR302014005273-0 como anterioridade, conforme Figura 79. O pedido BR302014005273-0 está na situação de “Registro em Vigor” com vigência até 22/10/2029.

Figura 79 – Relatório de busca do pedido BR302016004356-6



MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE MARCAS, DESENHOS INDUSTRIAIS E INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS
COORDENAÇÃO-GERAL DE MARCAS, INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS E DESENHOS INDUSTRIAIS
Rua Mayrink Veiga, 9, 19º andar, Centro, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20090-010

RELATÓRIO DE BUSCA

1 – DADOS IDENTIFICADORES

Registro: 30 2016 004356-6 **Depósito:** 28/09/2016 **Concessão:** 03/04/2018
Prioridade: --- **Data:** ---
Título: PADRÃO ORNAMENTAL APLICADO A/EM REVESTIMENTO
Classificação Internacional: 32-00
Titular:
Autor:
Procurador:

2 – CAMPO DE BUSCA

☒ BR ☒ EUIPO ☐ WIPO ☒ OUTRAS BASES:

3 – DOCUMENTOS LOCALIZADOS

NÚMERO	ORIGEM	DATA	ANTERIORIDADES IMPEDITIVAS
002823500-0003	EM	14/10/2015	
001979386-0015	EM	20/01/2012	
302014005273-0	BR	22/10/2014	X
001265540-0028	EM	16/03/2011	

Fonte: INPI, 2023b.

Para a simulação das buscas também foram utilizados os filtros de “Imagem a ser comparada” e “Classificação de Locarno”, conforme Figura 80.

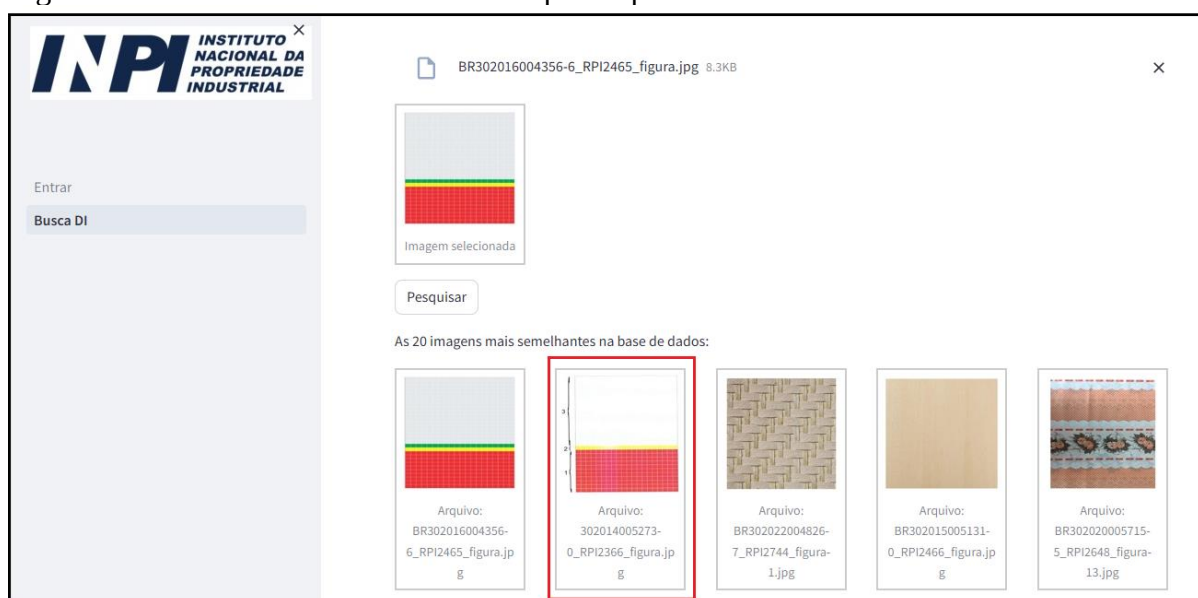
Figura 80 - Tela do sistema de Buscas por Similaridade para o pedido BR302016004356-6

The screenshot shows the INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) search interface. On the left is a sidebar with the INPI logo and navigation links: 'Entrar' and 'Busca DI'. The main area contains search filters: 'Período Inicial' and 'Período Final' (both with 'DD/MM/YYYY' placeholders and a 'Limpar' button), 'Classificação de Locarno:' (set to '32-00' with a '5/100' indicator), and 'Imagem a ser comparada:' (a file upload section with a 'Browse files' button). Below the upload section, a file 'BR302016004356-6_RPI2465_figura.jpg' (8.3KB) is listed. A thumbnail of the selected image is shown with the label 'Imagem selecionada'. At the bottom is a 'Pesquisar' button.

Fonte: O autor, 2024.

É possível observar por meio da Figura 81, que o pedido BR302014005273-0 foi apresentado em tela como a imagem mais semelhante ao desenho pesquisado.

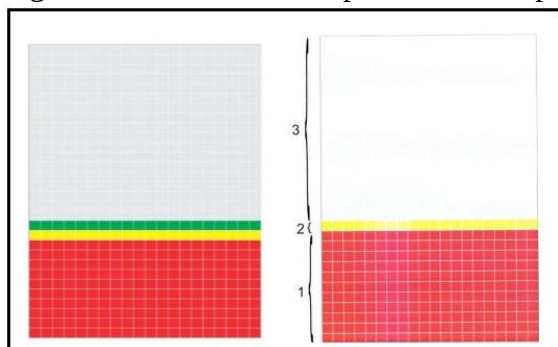
Figura 81 - Tela de resultados das buscas para o pedido BR302016004356-6



Fonte: O autor, 2024.

Realmente os dois desenhos não apresentam distinções que caracterizem a presença do requisito de originalidade, como pode ser verificado na Figura 82, que dispõe as imagens lado a lado para uma melhor comparação.

Figura 82 – Desenhos depositados nos pedidos BR302016004356-6 e BR302014005273-0



Fonte: INPI, 2023b.

Os resultados apresentados pela ferramenta durante os testes demonstraram, para os casos selecionados, grande eficiência na identificação das imagens similares, principalmente em relação à identificação de desenhos idênticos, ou com pequenas diferenças entre eles. Para desenhos com alguma similaridade entre si, a ferramenta também conseguiu identificar as principais características e exibir em tela as imagens semelhantes.

As buscas efetuadas utilizando somente a opção de “Imagem a ser comparada” apresentaram melhores resultados na classe 02-04, o que pode ser explicado pelo fato da arquitetura do autoencoder convolucional ter sido definida com base em experimentos desta classe. Porém, quando foi utilizado o filtro de “Classificação de Locarno” combinado com a opção da imagem, o sistema exibiu os desenhos similares para todas as classes verificadas, demonstrando, por tanto, uma possibilidade de otimização da atividade de buscas de anterioridades realizada durante a etapa de exame de mérito, caso a solução proposta seja utilizada.

CONCLUSÕES

O processo de buscas de anterioridades realizado atualmente pelo INPI durante o exame de mérito é feito por meio do sistema Busca Web. A ferramenta permite apenas pesquisas textuais, retornando uma grande variação de desenhos no resultado da busca, o que dificulta o trabalho do(a) examinador(a) de desenhos industriais na identificação das imagens semelhantes.

Com o objetivo de otimizar o processo realizado pelos examinadores do Instituto durante a etapa de exame de mérito, esta pesquisa verificou a aplicabilidade da técnica denominada autoencoder convolucional para a extração das características dos desenhos industriais depositados no INPI, e apresentou um sistema de Buscas por Similaridade de Imagens que pode ser utilizado durante o processo de buscas de anterioridades de DI.

A solução proposta é composta por quatro componentes principais: extrator de imagens e pedidos, autoencoder convolucional, busca de imagens, e ordenação e cálculo de similaridade.

O extrator de imagens e pedidos coleta as informações referentes aos novos pedidos e as imagens associadas a eles. O *autoencoder* convolucional extrai os *feature vectors*, associando-os a cada uma das imagens dos pedidos coletados. O componente de ordenação e cálculo de similaridade compara o vetor de característica da imagem de referência com os vetores de imagens já armazenados na base de dados PostgreSQL, identificando os vetores semelhantes e realizando a ordenação para apresentação na interface web. E por último, a interface web permite a pesquisa de imagens similares baseada em uma imagem de referência, com opções de filtros adicionais como data de depósito e classificação de Locarno.

A arquitetura do *autoencoder* convolucional proposta foi definida com base em experimentos realizados com desenhos da classe 02-04 referente a Calçados, Meias e Meias-Calças, que foi a classe com mais depósitos de DI no Instituto no período 2012-2022.

Os experimentos foram realizados com variações de quantidade de camadas convolucionais e quantidade de filtros aplicados em cada camada. Em cada experimento foram avaliados os resultados apresentados pelo gráfico de erro *MSE*, a nitidez do conjunto de imagens reconstruídas pelo *autoencoder* e o tamanho do vetor flatten gerado.

Para a realização dos testes da solução proposta foi criado um ambiente na AWS e foram carregados desenhos das cinco classes com mais depósitos de DI no Instituto no período 2012-2022. Os casos de testes foram selecionados por meio de uma pesquisa no

sistema Busca Web para identificar pedidos com publicações de “Parecer de Mérito” e “Nulidade Administrativa”, dentre os pedidos carregados na base de vetores de características.

Apesar da arquitetura do autoencoder convolucional ter sido definida com base em experimentos realizados em uma única classe de Locarno, durante os testes, a ferramenta apresentou grande potencial na identificação das imagens similares em todas as classes verificadas, principalmente com a utilização do filtro de classe de Locarno em conjunto com a imagem de referência pesquisada. Os resultados das buscas demonstraram que a ferramenta foi capaz de identificar as principais características dos desenhos e exibir os desenhos similares para cada classe de Locarno avaliada.

O autoencoder convolucional é uma técnica amplamente conhecida para a extração das características de imagens, porém o diferencial deste trabalho foi a simulação de casos reais de buscas de desenhos já realizadas durante exames de mérito no INPI, com o auxílio da ferramenta desenvolvida.

Como não foi possível carregar todos os desenhos existentes no acervo do INPI, pesquisas futuras poderão investigar o tempo de resposta e o comportamento da solução após a carga destes pedidos na base de dados de vetores de características, verificando se a arquitetura do *autoencoder* convolucional definida neste trabalho também é eficaz nas buscas de desenhos das demais classes de Locarno não avaliadas neste momento.

Com o objetivo de aprimorar a busca utilizando somente o filtro de imagem, melhorias na arquitetura do *autoencoder* podem ser estudadas futuramente, com a possibilidade de definição de uma estrutura do *encoder* por classe de Locarno, dependendo do resultado de novos experimentos a serem realizados.

Se o INPI Brasil optar em implantar a solução no ambiente computacional do Instituto, será necessário desenvolver uma integração com o sistema *IPAS* para coletar os novos desenhos disponibilizados após a implantação do sistema.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Para especialistas, o Brasil deve diversificar financiamento em P&D**. 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-07/para-especialistas-o-brasil-deve-diversificar-financiamento-em-pd>. Acesso em: 14.out.2024.

AGGARWAL, C. C. **Neural Networks and Deep Learning: A Textbook**. Cham: Springer International Publishing, 2018.

ALLEGRETTI, Stefano et al. Supporting Skin Lesion Diagnosis with Content-Based Image Retrieval. **25th International Conference on Pattern Recognition (ICPR)**, IEEE. 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9412419>. Acesso em: 10.jun.2023.

AKSOY, S.; HARALICK, R. M. Using texture in image similarity and retrieval. **Physical Chemistry Chemical Physics**, [S.l.], 98(9):1185–1193. 2003. Disponível em: https://haralick.org/conferences/texture99_texture.pdf. Acesso em 01.set. 2023.

ARORA, N.; KAKDE, A.; SHARMA, S. C. An optimal approach for content-based image retrieval using deep learning on COVID-19 and pneumonia X-ray Images. **Int J Syst Assur Eng Manag**. 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s13198-022-01846-4.pdf?pdf=button>. Acesso em 01.set.2023

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS (ABICALÇADOS). **Relatório Setorial da Indústria de Calçados do Brasil**. 2023. Disponível em: https://abicalcados.com.br/publicacoes?publi_key=6#widget. Acesso em: 10.jun.2023.

DE ALMEIDA, C. W. D. **Recuperação de Imagens Baseada em uma Abordagem Híbrida**. 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado em Computação)-UFPE, Recife, 2007.

BARBOSA. D. B., **Da novidade nos desenhos industriais**. PIDCC, Aracaju, SE, 3.ed., p. 41-81, jun. 2013. Disponível em: http://www.pidcc.com.br/artigos/032013/edicao_0302.pdf. Acesso em: 01 jun. 2022.

BARBOSA, D. B. **Uma introdução à propriedade intelectual**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2003.

BEZERRA,E. Introdução à Aprendizagem Profunda. In: **Tópicos em Gerenciamento de Dados e Informações**. ed. 1. São Paulo: SBC, 2016. cap. 3, p 57-86.

BRASIL. Senado Federal. **Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1.996**. Brasília, DF: Senado Federal, 1996. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9279.htm. Acesso em: 01 jun. 2023.

BRAHMBHATT, P.; RAJAN, S. N. Skin lesion segmentation using segnet with binary Cross - Entropy. **Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence and Speech Technology (AIST2019)**, Delhi, India, p. 14–15, 2019.

CAMOLESI, M. A. **Treinamento de autômatos celulares para reconhecimento de padrões em imagens de textura**. 2020. 19 f. Monografia (Bacharelado em Computação)-UNICAMP, Campinas, 2020.

CAVALHEIRO, G. G. H.; DE ROSE, C. A. F.; NAVAUX, P. O. A. Navaux. A Operação de Convolução de Imagens em uma Arquitetura Matricial. **IV Simpósio Brasileiro de Arquitetura de Computadores e Processamento de Alto Desempenho**, 1992.

CASTÑÓN, C. A. B. **Recuperação de imagens por conteúdo através de análise multiresolução por Wavelets**. 2003. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação e Matemática Computacional)-USP, São Carlos, 2003.

DAOUD, M. I., SALEH, A.; HABABEH, I.; ALAZRAI, R. Content-based Image Retrieval for Breast Ultrasound Images using Convolutional Autoencoders: A Feasibility Study. **3rd International Conference on Bio-engineering for Smart Technologies (BioSMART)**. 2019

DE NEGRI, F. et al. **Políticas Públicas para pesquisa e inovação em face da crise da COVID-19**. Nota técnica n. 64. Ipea: Brasília, 2020. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10034/1/NT_64_Diset_%20Políticas%20p%C3%ABlicas%20para%20pesquisa%20e%20inovacao%20frente%20a%20crise%20da%20Covid_19.pdf. Acesso em: 10 nov. 2023.

DHARA, A. K.; MUKHOPADHYAY, S.; DUTTA, A.; GARG, M.; KHANDELWAL, N. Content-Based Image Retrieval System for Pulmonary Nodules: Assisting Radiologists in Self-Learning and Diagnosis of Lung Cancer. **Journal of Digital Imaging**. 2017

DOS SANTOS, D. F. D. **Recuperação de Imagens: Similaridade Parcial baseada em Espectro de Grafo e Cor**. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

FACELI, K.; LORENA, A. C.; GAMA, J.; CARVALHO, A. C. P. L. F.; ALMEIDA, T. A. **Inteligência Artificial: Uma abordagem de Aprendizado de Máquina**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora Ltda., 2011.

FERREIRA, W. F. **Deteção de Imagens Falsificadas Baseada em Descritores Locais de Textura e Rede Neural Convolucional**. 2020. 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica e de Computação)-UFG, Goiânia, 2020.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

GARCÍA, G. M. **Analyzing, Comparing and Recommending Conferences**. 2016. 65f. Dissertação (Mestrado em Informática)-PUC, Rio de Janeiro, 2016.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOODFELLOW, I.; YOSHUA, B.; AARON, C. Courville. **Deep Learning**. MIT Press: An MIT Press Book, 2016. Disponível em: <http://www.deeplearningbook.org>. Acesso em 01.set. 2023.

GUSMÃO, J. R. Desenhos Industriais. In: COELHO, F. U. **Tratado de Direito Comercial**. v. 6. São Paulo: Saraiva, 2015. cap. 20.4, p 281-303.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Fluxo do processo de desenho industrial**. Rio de Janeiro: Coordenação Geral de Qualidade, 2022.

_____. **Manual de Desenhos Industriais – 2ª Edição**. Rio de Janeiro: Diretoria de Marcas, Desenhos Industriais e Indicações Geográficas, 2023a.

_____. **Busca Web**. Rio de Janeiro: Coordenação Geral de Tecnologia da Informação, 2023b. Disponível em: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/jsp/desenhos/DesenhoSearchBasico.jsp>. Acesso em: 01.jun.2023.

_____. **Portal do INPI**. Rio de Janeiro: Coordenação de Comunicação Social, 2023c. Disponível em <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias/com-acordo-de-haia-em-vigor-registro-de-desenho-industrial-no-exterior-esta-mais-simples-e-barato>. Acesso em: 14.ago.2023.

_____. **e-DI**. Rio de Janeiro: Coordenação Geral de Tecnologia da Informação, 2023d. Disponível em <https://gru.inpi.gov.br/peticionamentoeletronico/>. Acesso em: 01.out.2023.

KARTHIKEYAN, T.; MANIKANDAPRABHU, P.; NITHYA, S. A Survey on Text and Content Based Image Retrieval System for Image Mining. **International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)**, v. 3. 2014.

KINGMA, D.P.; BA, J. Adam: A method for stochastic optimization. **arXiv:1412.6980**. 2014

KRIZHEVSKY, A.; SUTSKEVER, I.; HINTON, G. E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. **NIPS'12: Proceedings of the 25th International Conference on Neural Information Processing Systems**, v. 1, p. 1097–1105. 2012.

LEOPARDI, M. T. Propriedade intelectual e concorrência. **Revista Brasileira de Inovação**, p. 371-402, 2009.

LÖBACH, B. **Design Industrial: Bases para configuração dos produtos industriais**. Tradução Freddy Van Camp. Rio de Janeiro: Edgard Blücher, 2001.

LIMA, F. A. M. **Inovação pelo Design: Contributos para a sua implementação**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Design Industrial) - Universidade do Porto, Porto, 2011.

LIMA, B. V. A. **Aprendizagem Semissupervisionada por meio de Técnicas de Deep Learning e de Teoria da Informação**. 2021. 155 f. Tese (Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica e de Computação)- UFRN, Natal, 2021.

MINARNO, A. E.; SOESANTI, I.; NUGROHO, H. A. Batik Image Retrieval using Convolutional Autoencoder. **14th Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE)**, IEEE. 2024.

MACENA JÚNIOR, **Aplicação de Técnicas de Content-Based Image Retrieval (CBIR)**

em Imagens Radiográficas. 2016. 52 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação)-UFG, Goiânia, 2016.

MAGGIPINTO, M.; MASIERO, C; BEGHI, A.; SUSTO, G. A. A Convolutional Autoencoder Approach for Feature Extraction in Virtual Metrology. **28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2018)**, Columbus, 2018.

MARQUES FILHO, O.; VIEIRA NETO, H. **Processamento Digital de Imagens**, Rio de Janeiro: Brasport, 1999.

MASCI J.; MEIER, U.; CIRESAN, D.; SCHMIDHUBER, J. Stacked Convolutional Auto-Encoders for Hierarchical Feature Extraction. **Artificial Neural Networks and Machine Learning – ICANN 2011**, Berlin, p. 52-59, 2011.

MASSUCATO, J.D. P. **Aplicação de Conceitos de Redes Neurais Convolucionais na Classificação de Imagens de Folhas.** 2018. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso(Bacharelado em Engenharia da Computação)-UTFPR, Pato Branco, 2018.

MONSEAU, S. The Challenge of Protecting Industrial Design In a Global Economy. **Texas Intellectual Property Law Journal**, p. 496-543, 2012.

MORO, M. C. F. **Marcas tridimensionais.** São Paulo: Saraiva, 2009.

MONARD, M. C; BARANAUSKAS, J.A. Conceitos sobre Aprendizado de Máquina. In: REZENDE, S. O. **Sistemas Inteligentes Fundamentos e Aplicações.** 1 ed. Barueri-SP: Manole Ltda, 2003. p. 89-114.

MUSCI, M. Reconhecimento Automático de Tatuagens. **Revista de Ciência & Tecnologia (UNIG)**, Rio de Janeiro, v. 11, p. 70-76, 2011.

NUNES, I.; DANILO, S.; FLAUZINO, R. **Redes Neurais Artificiais para engenharia e ciências aplicadas: curso prático.** [S.l.]: ArtLiber, 2010.

OLIVEIRA, F. B. **Avaliação do Desempenho de Busca por Conteúdo em Redes de Computadores: Uma Proposta de Reengenharia com Aplicação a Imagens Médicas.** 2012. 223 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)-USP, São Carlos, 2012.

OLIVEIRA P. F; CÂMARA, C. E. Análise de Desempenho de um Algoritmo Desenvolvido para Solução de Deep Learnig Utilizando Redes Neurais Convolucionais para Análise de Contraste de Imagens. **Revista Ubiquidade**, v.2, n.1, p. 84. 2019.

OQUENDO F. B. **A originalidade como requisito para concessão de registro de desenho industrial:** subsídios para uma melhor compreensão no direito brasileiro. 2014. 136 f. Dissertação (Mestrado em Direito da Empresa, Trabalho e Propriedade Industrial)-UERJ, Rio de Janeiro, 2014.

PATIL, J. K.; KUMAR, R. Analysis of content-based image retrieval for plant leaf diseases using color, shape and texture features. **Engineering in Agriculture, Environment and Food**, v. 10, p. 69-78, 2017.

PARIS, A. C. **Análise da Eficiência de Recuperação por Conteúdo de Imagens Médicas, utilizando Extratores de Textura baseados em Wavelet e Waveket Packet.** 2008. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)-USP, São Carlos, 2008.

QAYYUM, A.; SEYED, M. A.; AWAIS, M.; MAJID, M. Medical image retrieval using deep convolutional neural network. **Neurocomputing**, v. 266, p. 8–20, 2017.

ROA-MARTÍNEZ, S.; VIDOTTI, S.; MONTEIRO, S.; BISSET, E. Mecanismo de Busca de Imagens Médicas Semioticamente Híbrido: Proposta de um Sistema de Recuperação e Recomendação. **ISKO Brasil**, v. 5, p. 269-278. 2018.

RIBEIRO, E. F. **Caracterização de Imagens utilizando Redes Neurais Artificiais.** 2009. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

REENA, M. R.; AMMER, P.M. A content-based image retrieval system for the diagnosis of lymphoma using blood micrographs: An incorporation of deep learning with a traditional learning approach. **Computers in Biology and Medicine**, v. 145, 2022.

RUIZ, R. R.; MAZAHUA, L. R.; CHAU, A. L.; CAMARENA, S. G. P.; FIGUEROA, M. A. A.; CANO, I. M. A CBIR System for the Recognition of Agricultural Machinery. **Research in Computer Science**, v147, 2018.

SHAKARAMI, A.; MENHAJ, M. B.; TARRAH, H. T. Diagnosing COVID-19 disease using an efficient CAD system. **Optik - International Journal for Light and Electron**, v. 241, 2021.

SIRADJUDDIN I. A.; WARDANA, W. A.; SOPHAN, M. K. Feature Extraction using Self-Supervised Convolutional Autoencoder for Content based Image Retrieval. **3rd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)**, 2019.

SILVA, M. P. **Processamento de consultas por similaridade em imagens médicas visando à recuperação perceptual guiada pelo usuário.** Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação e Matemática Computacional) - USP, São Paulo, 2009.

SIDDALINGAPPA, R.; KANAGARAJ, S. Anomaly Detection on Medical Images using Autoencoder and Convolutional Neural Network. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)**, v. 12, n. 7, 2021.

TEECE, D. Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. **Research Policy**, 15, 285–305, 1986.

TORRES, R. S.; FALCÃO, A. X. Content-Based Image Retrieval: Theory and Applications. **Revista de Informática Teórica e Aplicada – RITA**, v. 8, n. 2, 2006.

VARMA, N. M; MATHUR, A. A Survey On Evaluation of Similarity Measures for Content-based Image Retrieval Using Hybrid Features. **International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC 2020)**, IEEE. 2020.

VATRAS, A. Design como estratégia de gestão. **dObra[s] – revista da Associação Brasileira de Estudos de Pesquisas em Moda**, [S. l.], v. 4, n. 8, p. 96–102, 2010. Disponível em: <https://dobras.emnuvens.com.br/dobras/article/view/239>. Acesso em: 9 abr. 2024.

VENKATARAMAN, P. Image Denoising Using Convolutional Autoencoder. **arXiv:2207.11771**, v. 1, 2022.

VIGNOLA, C. **Batch applications for the java platform**. abr. 2013. Disponível em: https://download.oracle.com/otn-pub/jcp/batch-1_0-fr-eval-spec/JSR-352-1.0-Final-Release.pdf?AuthParam=1698513117_4338a4072d1d80511f8e3bbd1a17c796. Acesso em: 01.set.2023.

XAVIER, M.F. **Deteção de Doença de Alzheimer a partir de Neuroimagens Utilizando Redes Neurais Convolucionais**. 2018. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso(Bacharelado em Engenharia da Computação)-UNB, Brasília, 2018.

WANG, Y.; YAO, H.; ZHAO, S. Auto-encoder based dimensionality reduction. **Neurocomputing**, v. 184, p. 232-242. 2015.

WORLD DESIGN RANKINGS. **Latest World Design Rankings**. 2024. Disponível em: <https://www.worlddesignrankings.com/#home>. Acesso em: 14.out.2024.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **Comunicado de Imprensa**. Genebra: WIPO, 2018. Disponível em: https://www.wipo.int/export/sites/www/pressroom/en/documents/pr_2018_816_p.pdf. Acesso em: 10.jun.2022.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **Industrial design - Application design counts for the top 20 offices**. Genebra: WIPO, 2024. Disponível em: <https://www3.wipo.int/ipstats/key-search/search-result?type=KEY&key=251>. Acesso em: 14.out.2024.