

**ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL DOM BOSCO
FACULDADE DE ENGENHARIA DE RESENDE
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**JULIA DIAS SANTAGATA
RODRIGO FARIA CARVALHO LEITE**

**AVANÇO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL INTEGRADA A SOFTWARES CAD
NAS INDÚSTRIAS AUTOMOTIVAS: uma análise comparativa dos dois maiores polos
automotivos nacionais**

RESENDE

2024

JULIA DIAS SANTAGATA
RODRIGO FARIA CARVALHO LEITE

**AVANÇO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL INTEGRADA A SOFTWARES CAD
NAS INDÚSTRIAS AUTOMOTIVAS: uma análise comparativa dos dois maiores polos
automotivos nacionais**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Associação Educacional Dom Bosco, Faculdade de Engenharia de Resende, Curso de Engenharia de Produção, como requisito parcial de obtenção do diploma de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me. Cassio Castilho de Oliveira Faria

RESENDE

2024

Catálogo na fonte
Biblioteca Central da Associação Educacional Dom Bosco – Resende-RJ

S232 Santagata, Julia Dias
Avanço da inteligência artificial integrada a softwares CAD nas indústrias automotivas: uma análise comparativa dos dois maiores polos automotivos nacionais / Julia Dias Santagata; Rodrigo Faria Carvalho Leite - 2024.
43f.

Orientador: Cassio Castilho de Oliveira Faria
Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à finalização do curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Resende da Associação Educacional Dom Bosco.

1. Engenharia de produção. 2. Inteligência artificial. 3. Indústria automotiva. I. Leite, Rodrigo Faria Carvalho. II. Faria, Cássio Castilho de Oliveira. III. Faculdade de Engenharia de Resende. IV. Associação Educacional Dom Bosco. V. Título.

CDU 004.8(043)

JULIA DIAS SANTAGATA
RODRIGO FARIA CARVALHO LEITE

**AVANÇO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL INTEGRADA A SOFTWARES CAD
NAS INDÚSTRIAS AUTOMOTIVAS: uma análise comparativa dos dois maiores polos
automotivos nacionais**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Associação Educacional Dom Bosco,
Faculdade de Engenharia de Resende, Curso de
Engenharia de Produção, como requisito
parcial de obtenção do diploma de Bacharel em
Engenharia de Produção.

Professor Me. Cassio Castilho de Oliveira Faria
Faculdade de Engenharia de Resende
(Orientador)

Professor Me. Douglas Rosa Grillo
Faculdade de Engenharia de Resende
(Avaliador Interno)

Professora Me. Ana Paula Pereira Maiato Nascimento
(Avaliador Externo)

Resende, 06 de novembro de 2024.

À Deus, por Seu sustento em todos os momentos.

À minha família, meus maiores incentivadores e
inspiração.

Julia Dias Santagata

À Deus, por ser a fonte de sabedoria e inspiração
em cada passo desta jornada. Sem Sua graça e
direção, este trabalho não seria possível.

À minha família, pelo amor e apoio
incondicional, meu alicerce em todos os
momentos.

Rodrigo Faria Carvalho Leite

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que por amor e bondade, me permitiu viver mais uma etapa em minha vida. Em todos os momentos, sem exceção, pude provar de suas bênçãos para comigo. Sem Deus eu certamente não teria vivido o que vivi da mesma maneira. À Deus toda honra e toda glória para sempre.

Agradeço aos meus pais, que desde criança me ensinaram o valor dos estudos e o quão importante é não apenas sonhar com o futuro, mas fazer acontecer. Sou grata também por todas as orações, conselhos e por todos os momentos em que me encorajaram a continuar. Eu amo vocês. Essa vitória é nossa!

À minha querida irmã, sou grata por todo o cuidado que teve comigo durante esse tempo, em meus momentos de cansaço e correria (principalmente nas noites em que eu dormia do nada e não colocava o celular para despertar). Amo você!

À toda a minha família, obrigada por sempre vibrarem com minhas conquistas e por sempre me encorajarem a ir além. Cada um de vocês faz parte dessa conquista.

Ao meu grande amigo Rodrigo, minha dupla, sou grata por toda a parceria, ajuda e paciência ao longo dessa jornada, vencemos mais uma etapa.

Ao nosso querido orientador, professor Cássio, minha gratidão por todo o suporte dedicado a nós durante esse tempo. Obrigada por nos direcionar e nos encorajar.

Julia Santagata

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, minha maior força e fonte de inspiração ao longo de toda a minha vida. Nesta etapa não poderia ser diferente. Ele é a rocha firme sobre a qual estou alicerçado e de onde tiro meu sustento e coragem.

Aos meus pais e irmãos, expresso minha gratidão eterna. Eles sempre foram meu porto seguro e jamais pouparam esforços para que eu pudesse correr atrás dos meus sonhos. Sem dúvida, são meu maior amor aqui na Terra, e a presença deles ao meu lado é o que me fortalece.

Meu agradecimento especial também vai para Júlia, minha parceira incansável nesta jornada. Sabíamos que não seria fácil, mas encontramos ânimo e apoio um no outro.

Por fim, sou profundamente grato ao professor Cássio por toda a orientação e auxílio ao longo do caminho. Seu apoio foi essencial para que este trabalho se concretizasse, e sua dedicação fez toda a diferença.

Rodrigo Faria

RESUMO

A integração da inteligência artificial (IA) aos softwares de CAD apresenta potencial para otimizar processos no setor automotivo. No entanto, a adoção dessa tecnologia ainda é limitada no Brasil. Este estudo teve como objetivo analisar o uso da IA integrada ao CAD nos polos automotivos do Sul Fluminense e do ABC Paulista, investigando os desafios, os benefícios e as perspectivas futuras. A pesquisa, de natureza aplicada, objetivo exploratório e abordagem quantitativa, foi conduzida por meio de uma *survey* com 65 profissionais da área, utilizando o *Google Forms* para a coleta de dados. Os resultados indicam que 84,6% das empresas ainda não utilizam IA com CAD. A adoção mostrou-se mais presente no Sul Fluminense, enquanto no ABC Paulista não houve registro de uso por parte dos respondentes. Profissionais que já aplicam IA relataram melhorias significativas na precisão e na eficiência dos projetos. Em contrapartida, aqueles que ainda não implementaram a tecnologia demonstram expectativas positivas quanto ao impacto futuro, mas apontam barreiras como a falta de treinamento especializado e dificuldades na integração dos sistemas. Apesar dos desafios identificados, os resultados sugerem otimismo em relação ao papel da IA na automação de tarefas repetitivas, permitindo que os profissionais se concentrem em atividades mais estratégicas. A pesquisa conclui que é necessário investir em capacitação e infraestrutura tecnológica para viabilizar uma adoção mais ampla da IA. Ademais, sugere-se a realização de novos estudos que investiguem a aplicação dessa tecnologia em outras áreas da indústria automotiva e explorem seu impacto em diferentes setores produtivos.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; CAD; Sul Fluminense; ABC Paulista; *Survey*.

ABSTRACT

The integration of artificial intelligence (AI) into CAD software presents the potential to optimize processes in the automotive sector; however, the adoption of this technology is still limited in Brazil. This study aimed to analyze the use of AI integrated with CAD in the automotive hubs of Sul Fluminense and ABC Paulista, investigating the challenges, benefits, and future perspectives. Applied in nature, exploratory in objective, and with a quantitative approach, the research was conducted through a survey with 65 professionals in the field, using Google Forms for data collection. The results indicate that 84.6% of the companies still do not use AI with CAD, with adoption more present in Sul Fluminense, while no usage was reported by respondents from ABC Paulista. Professionals already applying AI reported significant improvements in project precision and efficiency, whereas those who have not yet implemented the technology express positive expectations about its future impact but point to barriers such as a lack of specialized training and difficulties in system integration. Despite these challenges, the results suggest optimism regarding AI's role in automating repetitive tasks, allowing professionals to focus on more strategic activities. The research concludes that investment in training and technological infrastructure is necessary for broader AI adoption and suggests conducting further studies to investigate its application in other areas of the automotive industry and explore its impact on different productive sectors.

Keywords: Artificial Intelligence; CAD; South Fluminense; ABC Paulista; Survey.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Adoção de IA com CAD.....	31
Figura 2 - Frequência de uso de IA com CAD.....	32
Figura 3 - Softwares CAD com IA mais utilizados.....	32
Figura 4 - Avaliação da eficácia da IA na precisão dos projetos.	33
Figura 5 - Impacto da IA na eficiência do trabalho.....	33
Figura 6 - Avaliação geral da eficácia da IA na precisão dos projetos.	34
Figura 7 - Impacto geral da IA na eficiência do trabalho.....	34
Figura 8 - Principais desafios e barreiras.	35
Figura 9 - Suporte oferecido pelas empresas.....	35
Figura 10 - Expectativas sobre o futuro uso de IA com CAD.....	36
Figura 11 - Melhorias desejadas nas empresas.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Perguntas propostas na survey.....	29
Quadro 2 - Possibilidade de respostas às perguntas da survey.	29
Quadro 3 - Declaração dos participantes.....	37

LISTA DE SIGLAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
5G	Quinta Geração
ABC	Região do ABC Paulista
CAD	<i>Design</i> Assistido por Computador
IA	Inteligência Artificial
RPGs	Redes de Produção Globais
TI	Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	SITUAÇÃO PROBLEMA	14
1.2	JUSTIFICATIVA.....	15
1.3	RELEVÂNCIA DO TEMA	15
1.4	OBJETIVOS.....	16
1.4.1	Objetivo geral	16
1.4.2	Objetivos específicos.....	16
1.5	DELIMITAÇÃO	16
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA).....	17
2.1.1	Perspectiva histórica	17
2.1.2	Definição.....	17
2.1.3	Vantagens e desvantagens.....	18
2.1.4	Aplicações.....	18
2.1.5	Tendências futuras	19
2.2	<i>SOFTWARE CAD</i>	20
2.2.1	Perspectiva histórica	20
2.2.2	Definição.....	20
2.2.3	Vantagens e desvantagens.....	21
2.2.4	Aplicações.....	21
2.2.5	Tendências futuras	22
2.3	INTEGRAÇÃO DA IA COM <i>SOFTWARE CAD</i>	22
2.4	IA E <i>SOFTWARE CAD</i> NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	23
2.5	LEGISLAÇÃO, REGULAMENTAÇÃO E ÉTICA NA IMPLEMENTAÇÃO DA IA	23
2.6	POLO AUTOMOTIVO DO SUL FLUMINENSE.....	24
2.7	POLO AUTOMOTIVO DO ABC PAULISTA	24
2.8	AMOSTRAGEM.....	25
3	METODOLOGIA	26
3.1	METODOLOGIA CIENTÍFICA	26
3.2	METODOLOGIA DO TRABALHO	27
3.2.1	<i>Survey</i>.....	28

3.2.2	Amostragem por conveniência	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1 INTRODUÇÃO

De acordo com um estudo da Business Research (2024), o mercado global de *Design Assistido por Computador (CAD)* foi avaliado em US\$ 6,791.2 milhões em 2021 e deve atingir US\$ 9,941.9 milhões até 2028, com uma taxa de crescimento anual composta de 5,1%. Esse crescimento ressalta a importância do CAD na indústria, que se consolidou como uma ferramenta essencial para a criação, visualização e análise detalhada de projetos em diversos setores de desenvolvimento de produtos. No entanto, o CAD ainda enfrenta desafios significativos, especialmente durante a fase de modelagem, em que a falta de metodologias bem definidas pode resultar em modelos inadequados e comprometer a eficiência dos projetos, como apontado por Foggiato, Volpato e Bontorin (2007).

Desde os anos 1950, tanto o CAD quanto a Inteligência Artificial (IA) têm sido impulsionadores de inovação, resolvendo problemas críticos e promovendo melhorias ao longo do tempo. Inicialmente, ambos eram limitados por capacidades de processamento restritas e algoritmos básicos, mas, com o avanço da tecnologia, a integração dessas duas áreas tornou-se uma realidade poderosa (Saini, 2023).

A IA vem sendo cada vez mais utilizada no CAD para automação de processos, modelagem preditiva e otimização de projetos, uma tendência identificada pela Business Research (2024), que promove um design mais sustentável, eficiente e ágil. Essa integração entre IA e CAD permite soluções de design mais inteligentes e otimiza o processo de criação, acelerando o desenvolvimento de produtos e gerando resultados sustentáveis.

A análise da utilização da IA no CAD é, portanto, essencial para compreender como essa combinação de tecnologias está transformando o campo do *design* e da modelagem de produtos, elevando o potencial de inovação e eficiência nos processos industriais.

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA

Diante da transição das empresas para processos de design mais digitalizados e colaborativos, surge uma questão pertinente: estão as organizações preparadas para adotar a Inteligência Artificial (IA) integrada aos softwares CAD? Essa questão é especialmente relevante nos maiores polos automotivos do Brasil, onde o uso de tecnologias avançadas pode representar uma vantagem competitiva significativa.

1.2 JUSTIFICATIVA

A proposta temática está baseada na experiência dos autores que estão inseridos no setor automotivo e interagindo diretamente com o CAD. Diante disso, surge uma preocupação com ferramentas que possam aprimorar os *softwares* CAD, visando maior eficiência e inovação. Embora o uso da IA em conjunto com os *softwares* CAD já seja uma realidade, há uma escassez de pesquisas e estudos sobre o tema. Essa lacuna na literatura é preocupante, pois a combinação dessas tecnologias beneficia várias áreas, com destaque para a indústria automotiva. A falta de discussões sobre o assunto torna-o menos acessível ao público interessado, limitando a possibilidade de avanços nessa área.

1.3 RELEVÂNCIA DO TEMA

Uma pesquisa encomendada pela IBM (2022), revela que a adoção global da IA cresceu de forma constante em todo o mundo, com 41% das empresas no Brasil indicando que implementaram ativamente a tecnologia. Além disso, 66% dos profissionais de TI no Brasil indicaram que, para acelerar suas iniciativas de sustentabilidade ambiental, social e de governança corporativa, suas empresas estão implementando IA ou têm planos de fazê-lo.

Ademais, considerando que o CAD e a IA são ferramentas importantes para o engenheiro, este estudo pode contribuir na formação de futuros profissionais, que poderão adquirir um conhecimento abrangente dessas duas ferramentas, tanto individualmente quanto em sua interação conjunta. Assim, destaca-se a relevância acadêmica desse estudo ao enriquecer o processo de formação dos novos engenheiros, integrando conhecimentos sobre duas ferramentas fundamentais, IA e CAD, que são cada vez mais utilizadas nos campos de automação e design de Engenharia.

Além disso, ressalta-se também a relevância profissional dessa pesquisa ao contribuir para os profissionais que atuam nessa área ou campo da Engenharia. Afinal, engenheiros precisam dominar tecnologias, como IA e CAD, de modo a se manterem competitivos no mercado.

Então, ao explorar a interação entre essas ferramentas, o estudo pode contribuir na preparação dos profissionais para enfrentar demandas crescentes nas áreas de automação, inovação e sustentabilidade, bem como responder às necessidades atuais do mercado, onde a implementação integrada de IA com CAD busca promover mais eficiência.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Este estudo tem como objetivo geral analisar e mapear o avanço da IA em indústrias automotivas que utilizam *software* CAD, destacando o estado atual, os desafios e as perspectivas futuras da adoção da IA em *softwares* CAD nos dois maiores polos automotivos do país.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar o estado da arte da adoção da IA com *softwares* CAD nas Indústrias Automotivas;
- Aplicar uma pesquisa *survey* para avaliar o uso da IA em indústrias situadas nos dois principais polos automotivos do Brasil;
- Analisar o avanço da utilização da IA integrada a *softwares* CAD nas indústrias automotivas dos polos selecionados;
- Comparar os resultados obtidos em relação ao avanço da utilização da IA integrada ao CAD nos pretendidos polos automotivos.

1.5 DELIMITAÇÃO

Este estudo delimita-se a uma análise referente ao avanço da IA nas indústrias automotivas que utilizam *software* CAD, com foco nos dois maiores polos automotivos do país. Para isso, este estudo concentra-se no polo automotivo situado nas cidades do Sul Fluminense, e o outro polo sendo na região do ABC Paulista.

Ademais, o estudo concentra-se no avanço da IA aliado a *softwares* CAD no contexto de indústria automotivas, sobretudo, nos benefícios e melhorias resultantes do aperfeiçoamento dessa integração.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

2.1.1 Perspectiva histórica

A reflexão inicial sobre a IA teve origem na obra seminal de Alan Turing, "*Computing Machinery and Intelligence*", publicada em 1950. Turing, frequentemente reconhecido como o "pai da ciência da computação", propôs a questão fundamental sobre a capacidade das máquinas de pensar (Chinellato, 2023).

Em 1956, John McCarthy organizou uma conferência no *Dartmouth College*, na Universidade de *New Hampshire*, que reuniu diversos pesquisadores de renome para explorar o conceito de Inteligência Artificial. Este evento marcou o início de uma pesquisa intensiva na área (Lima; Pinheiro e Santos, 2014).

Nos primeiros anos da inteligência artificial, um dos principais desafios era resolver tarefas que os humanos executam intuitivamente e com certo grau de subjetividade. Isso evidenciou a necessidade de desenvolver sistemas capazes de gerar conhecimento próprio através da extração de padrões de dados, um processo conhecido como "aprendizado de máquina" (*machine learning*), subcampo da IA estabelecido em 1959, que atualmente possui o maior número de praticantes na área (Kaufman, 2022).

Entre 1970 e 1990, o interesse e os investimentos na área de IA diminuíram gradualmente devido à decepção com os resultados que não atenderam às expectativas da década de 1960. Esse período é conhecido como o "Inverno da IA" (Gabriel, 2022).

Após este período, os objetivos dos cientistas da computação tornaram-se menos ambiciosos, com uma ênfase maior em projetos de menor escala e de natureza prática e comercial. Essa mudança, juntamente com um aumento substancial no poder computacional, contribuiu para o sucesso crescente da IA (Eysenck; Eysenck, 2023).

2.1.2 Definição

Dada a complexidade inerente à definição do termo "inteligência", o conceito de inteligência artificial também se revela correspondentemente desafiador, resultando em uma multiplicidade de definições na literatura acadêmica. Entre essas definições, destacam-se diversas abordagens que se baseiam no comportamento ou no pensamento humano (Burgard, 2022).

De acordo com o estudo de Morais *et al.* (2020), que examinou diversas definições de inteligência artificial em contextos acadêmicos, empresariais e educacionais, foi-se possível

desenvolver um conceito unificado. A partir da análise dessas definições, os autores definiram a IA como uma estrutura composta e articulada por *softwares* e, eventualmente, *hardwares*, destinada a auxiliar os seres humanos na tomada de decisões com base na associação de dados históricos e no reconhecimento de padrões.

2.1.3 Vantagens e desvantagens

O crescimento da inteligência artificial em diversas áreas possibilitou a criação de um ambiente propício para que a IA agregasse valor, gerando oportunidades econômicas e sociais e apoiando o desenvolvimento de novas tecnologias. Empresas passaram a projetar produtos e serviços mais confiáveis, acessíveis e personalizados. Órgãos públicos aprimoraram os serviços oferecidos à população, enquanto organizações não governamentais aumentaram a eficiência na fiscalização de ações prejudiciais à sociedade (Carvalho, 2021).

Segundo Dall’Agnol (2022), a inteligência artificial tem se tornado cada vez mais necessária e precisa, especialmente com o desenvolvimento contínuo da inovação. Esse avanço permite que as indústrias otimizem suas atividades e processos, resultando em maior eficiência e melhores resultados. Entretanto, com a rápida evolução da comunicação entre pessoas e máquinas, é essencial que os profissionais se qualifiquem para utilizar as novas tecnologias a seu favor, evitando sentir-se ameaçados.

Apesar das vantagens oferecidas pela Inteligência Artificial e suas ferramentas de aprendizado, falhas ainda ocorrem, colocando em risco seus usuários. Diversos casos de sistemas de IA produzindo resultados insatisfatórios foram documentados. Isto, suscitou uma série de preocupações sobre responsabilidade, justiça, preconceito, autonomia e devido processo nos sistemas de IA (Buiten, 2019).

Adicionalmente, a principal desvantagem associada à inteligência artificial refere-se à substituição do trabalho humano, culminando em desemprego estrutural ou tecnológico. Esta situação acentua as preocupações previamente mencionadas, ressaltando a necessidade de regulamentação e controle do setor, bem como a avaliação de suas utilizações e impactos (Morais e Branco, 2023).

2.1.4 Aplicações

De acordo com Alves *et al.* (2023), as ferramentas compostas por inteligência artificial são vastas e diversificadas, tornando-se um desafio apresentar todas as vertentes tecnológicas

que utilizam esse mecanismo como solução. Portanto, nesse tópico será apresentadas utilizações em apenas algumas áreas.

A IA tem sido utilizada para otimizar operações comerciais, desde a melhoria das rotas de entrega, reduzindo transporte desnecessário, até o aumento da eficiência nos centros de distribuição. Além disso, permite personalizar a experiência dos clientes ao prever comportamentos de compra e oferecer recomendações baseadas em dados como localização e interesses. No planejamento de oferta e demanda, a IA facilita ajustes constantes, proporcionando uma gestão de estoques mais eficiente. Outra vantagem é o uso de assistentes virtuais, que aprimoram a interação com os clientes, reduzindo a necessidade de atendimento humano e tornando os processos mais ágeis e eficazes (Davenport e Mittal, 2024).

Ainda segundo Davenport e Mital (2024), no varejo, a IA viabiliza estabelecimentos autônomos e inovações em condução autônoma, com dispositivos de segurança automatizados tornando-se comuns até em carros mais acessíveis. No setor de moda, provadores virtuais e recomendações de estilo personalizadas transformam a experiência do consumidor, enquanto dispositivos como *smartwatches* promovem saúde e bem-estar personalizados. A modernização da experiência de serviço é evidente com a personalização de produtos, serviços, ofertas, sites e aplicativos móveis, destacando o impacto significativo da IA na melhoria da eficiência e satisfação do consumidor.

2.1.5 Tendências futuras

A inteligência artificial está influenciando o futuro de quase todos os setores e impactando a vida de todas as pessoas no planeta. A IA tem sido a força motriz por trás do desenvolvimento de tecnologias para automação industrial, aplicações médicas, agricultura, aplicativos de Internet das Coisas, serviços de segurança cibernética, entre outros, e continuará a desempenhar esse papel no futuro próximo (Sarker, 2022).

Além disso, o futuro da inteligência artificial será moldado por um complexo conjunto de avanços tecnológicos, fatores sociais e considerações éticas. A IA já tem um impacto significativo na sociedade e tende a ter um impacto ainda maior no futuro próximo em diversas indústrias que utilizam tecnologia, como os setores de produção, serviços, médico, jurídico, financeiro e científico. No entanto, como qualquer tecnologia, a IA está em constante aprimoramento e correção de erros, exigindo uma utilização cuidadosa e crítica. A expansão do uso da IA será impulsionada pelo potencial econômico, oferecendo soluções convenientes que facilitam a vida cotidiana (Slapczynski, 2022).

2.2 SOFTWARE CAD

2.2.1 Perspectiva histórica

O crescimento e desenvolvimento da indústria de *software* gráfico teve início na década de 1960, onde o computador foi estabelecido como uma ferramenta poderosa e indispensável. Na década seguinte, o campo de projetos foi transformado pelo surgimento do CAD, ou desenho assistido por computador, uma tecnologia inovadora que alterou significativamente o panorama da área. O desenvolvimento e a expansão dos *softwares* permitiram que um processo, anteriormente realizado de forma inteiramente manual, passasse a ser desenvolvido no computador, garantindo melhor qualidade e eficiência. O surgimento dessa tecnologia proporcionou um enorme avanço, desde a elaboração do projeto até a criação do espaço (Costa, Figueiredo e Ribeiro, 2015).

Ao decorrer dos anos, o desenvolvimento de *softwares* CAD se expandiu consideravelmente com a adesão de diversas empresas da área. Constantemente essa tecnologia tem sido aprimorada, e com a popularização da Internet no final dos anos 90, esse tipo de *software* se tornou acessível globalmente (Amaral e Filho, 2010).

Atualmente, através das possibilidades de armazenamento de dados, a troca de informações é muito maior, permitindo que os projetos sejam realizados de diferentes locais e em tempo real (Breda e Santos, 2017).

2.2.2 Definição

O *software* CAD é uma ferramenta que auxilia no desenvolvimento de projetos permitindo a execução de desenhos 2D, análises de projeto, simulações e cálculos matemáticos proporcionando a otimização de tempo e recursos na realização dessas tarefas (Chen, 2014).

No mercado atual, a representação de edificações em projetos é predominantemente realizada através de desenhos bidimensionais (2D), prevalecendo o uso da metodologia CAD. Contudo, essa ferramenta de representação possui limitações, pois considera essencialmente os parâmetros geométricos da edificação a ser construída. Basicamente, consiste em linhas geométricas que não incluem especificações não dimensionais como volume, cor, custo ou propriedades térmicas dos materiais. Para uma melhor representação do projeto em protótipos físicos, esses aspectos adicionais precisam ser considerados (Nunes e Leão, 2018).

2.2.3 Vantagens e desvantagens

As vantagens da adoção de sistemas CAD na área de projeto da empresa são extremamente significativas, reforçando a importância desses sistemas no *design* de produtos nas organizações pesquisadas. Essas vantagens incluem a redução do tempo necessário para a realização dos projetos, a melhoria da qualidade ao integrar as várias fases do projeto, a diminuição do trabalho de desenho e a avaliação de alternativas de *design*, o que garante a qualidade dos produtos. Além disso, o CAD contribui para a redução dos custos de projeto e produção, permitindo o uso de partes comuns em múltiplos produtos e assegurando a precisão do *design*. A flexibilidade é aumentada, pois, com menos tempo gasto na elaboração, pode-se dedicar mais tempo à busca de soluções alternativas e às revisões e alterações. A comunicação e a integração são aprimoradas, já que o sistema CAD facilita novas formas de comunicação mais eficazes e ágeis (Figueiredo e Filho, 2011).

Por outro lado, alguns desafios são enfrentados pelas empresas na utilização de sistemas CAD. Isso inclui o impacto significativo do tempo perdido devido a falhas de equipamentos e periféricos, bem como problemas com a interface usuário-*software*, que podem resultar em atrasos nos projetos. Além disso, a espera por acesso ao computador central, compartilhado entre diferentes setores, é um problema recorrente que pode causar congestionamentos e conflitos entre usuários, afetando o cronograma do projeto. Os altos custos relacionados à aquisição de equipamentos e treinamento adicional também são mencionados, destacando a necessidade de considerar não apenas o investimento inicial, mas também os custos ocultos associados à implementação e à reestruturação organizacional necessária (Filho, 1992).

2.2.4 Aplicações

Com o avanço das técnicas de CAD, tornaram-se comuns os pacotes de *softwares* destinados à mecânica computacional, permitindo ao usuário não apenas realizar o desenho (representação gráfica do projeto), mas também executar simulações a partir dos modelos gerados. Além disso, *softwares* específicos que utilizam o método numérico de elementos finitos e/ou o método numérico de volumes finitos frequentemente têm como entrada modelos construídos com o auxílio de *softwares* de CAD (Amaral e Filho, 2010).

Este recurso pode servir como um valioso auxiliar no ensino do desenho técnico, simplificando tanto a verificação dos exercícios de vistas ortográficas quanto a visualização interativa de modelos tridimensionais (Santos e Martinez, 2000).

2.2.5 Tendências futuras

Os *softwares* CAD ainda possuem um longo caminho a percorrer. Embora a maioria das empresas utilizem sistemas CAD há um período considerável, a tecnologia ainda não está plenamente desenvolvida na maioria dessas organizações quando se trata de aplicações mais complexas (Figueiredo e Filho, 2011).

Pode-se afirmar que o uso do CAD como método computacional em engenharia está em expansão e é de grande utilidade nos projetos. A partir dos modelos gerados pelo CAD, é possível realizar simulações relacionadas à mecânica computacional, o que aumenta a confiabilidade do produto final (Amaral e Filho, 2010).

Com a crescente aplicação e popularização, a tecnologia CAD está evoluindo e a maturidade da tecnologia está aumentando. O *software* CAD em plataformas de microcomputadores está mostrando um rápido desenvolvimento e nos próximos anos continuará a se desenvolver em áreas como integração e inteligência, desempenhando um papel cada vez mais crucial no campo do *design* de engenharia (Chen, 2014).

2.3 INTEGRAÇÃO DA IA COM SOFTWARE CAD

A incorporação da Inteligência Artificial no *design* assistido por computador tem revolucionado este campo, proporcionando um ambiente de *design* mais eficiente e fundamentado em conhecimento. A IA capacita as máquinas a raciocinarem e tomarem decisões de forma independente, aprimorando a precisão e a produtividade dos processos de *design*.

Empresas como Dassault Systèmes e NVIDIA estão na vanguarda dessa inovação, com ferramentas como SOLIDWORKS xDesign, NETVIBES One Part e o Denoiser de IA. Essas soluções utilizam IA para automatizar tarefas repetitivas, promover a colaboração em nuvem e fornecer *feedback* instantâneo, resultando em *designs* mais sofisticados e de alta qualidade. O *design* generativo, por exemplo, possibilita a criação de múltiplos *designs* distintos com base em parâmetros pré-definidos, permitindo uma exploração mais ampla e diversificada do espaço de *design* (Hunde e Woldeyohannes, 2022).

Além disso, a integração da IA com *softwares* de CAD tem gerado avanços significativos em áreas como saúde e manufatura verde. Nos hospitais, a combinação com sistemas de comunicação de imagens agiliza o fluxo de trabalho, enquanto na indústria, unida à impressão 3D, permite a produção precisa de peças complexas. Além disso, estudos recentes destacam a relevância de sistemas inteligentes que integram modelagem funcional e CAD,

ampliando as possibilidades de *design* desde as fases iniciais do desenvolvimento. Esses avanços não só aumentam a eficiência, mas também promovem a sustentabilidade, mostrando como a IA está transformando o futuro dos sistemas CAD (Saini, 2023).

2.4 IA E SOFTWARE CAD NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

As organizações do setor automotivo estão percebendo a necessidade de utilizar algoritmos avançados e estruturas computacionais, testes e plataformas de validação inovadoras, soluções de *cockpit* integradas e a adoção de redes 5G e implantação de aplicativos para desenvolver os serviços de mobilidade da próxima geração. Como resultado, as fusões focadas na aquisição de capacidades em IA estão em ascensão no setor de fabricação de automóveis (Valavanidis, 2023).

De acordo com Martins *et al.* (2022), grandes empresas do setor automotivo utilizam ferramentas e recursos de CAD para viabilizarem a criação de protótipos virtuais. Esses protótipos permitem antecipar a produção dos modelos físicos, possibilitando análises que resultam em economias de tempo e custo, além de facilitar a detecção de problemas. Essa abordagem torna o processo do projeto e construção mais eficiente e lucrativo. Embora a validação física dos produtos ainda seja necessária, a precisão dos projetos e a redução na quantidade de protótipos físicos devem-se significativamente às tecnologias CAD.

2.5 LEGISLAÇÃO, REGULAMENTAÇÃO E ÉTICA NA IMPLEMENTAÇÃO DA IA

A evolução tecnológica impacta o campo jurídico, exigindo dos operadores do Direito uma análise da inter-relação entre fatos sociais, normas e valores. O Código de Defesa do Consumidor ilustra a responsabilidade objetiva dos fabricantes por danos decorrentes de produtos defeituosos, independentemente de culpa (Muller e Silveiras, 2023).

Com a IA, a complexidade aumenta devido à sua capacidade de aprendizado e à possibilidade de instruções incorretas pelos consumidores. A atribuição de responsabilidade e a consideração da concessão de personalidade jurídica à IA exigem uma reflexão profunda e interdisciplinar. Em setores como a saúde, onde a expertise humana é vital, torna-se crucial equilibrar a colaboração entre humanos e máquinas, promovendo o uso responsável da tecnologia. Soluções jurídicas adaptadas são indispensáveis para assegurar justiça e proteção dos direitos na sociedade contemporânea (Muller e Silveiras, 2023).

Na contemporaneidade, a expansão da IA promove tanto avanços tecnológicos quanto desafios éticos complexos, impactando diversos setores da sociedade. A ética exerce um papel primordial na gestão e aplicação da IA exigindo uma análise cuidadosa dos valores humanos universais para o desenvolvimento de sistemas inclusivos.

A responsabilização por decisões equivocadas tomadas pela IA emerge como uma questão central, necessitando a criação de mecanismos de governança que assegurem justiça e transparência. A dependência excessiva da IA pode enfraquecer habilidades humanas essenciais; contudo, uma colaboração equilibrada entre a inteligência humana e a artificial pode garantir decisões tecnicamente proficientes e eticamente adequadas. Tal abordagem alinha a IA aos valores fundamentais de dignidade e direitos humanos, promovendo segurança e confiabilidade (Baumgratz e Santos, 2024).

2.6 POLO AUTOMOTIVO DO SUL FLUMINENSE

De acordo com estudos sobre as Redes Globais de Produção (RGPs) automotivas desenvolvidas no Brasil nos últimos 20 anos, um dos principais centros está localizado no sul do estado do Rio de Janeiro, especificamente nas cidades de Itaiaia, Porto Real e Resende (Walmrath e Gonçalves, 2023).

Vale ressaltar que a região Sul Fluminense se destaca como um importante polo industrial que abriga diversas empresas de renome, tais como: Grupo Acellor Mittal (aço), Indústrias Nucleares do Brasil – INB; Michelin (pneus), Saint-Gobain (canalizações), Grupo SEB (eletrodomésticos e utensílios), Guardian (vidros) e Hyundai (máquinas de construção e veículos industriais).

Nesse local, também se encontram instaladas diversas montadoras automotivas, incluindo a MAN Latin America, fabricante alemã de ônibus e caminhões; Stellantis - PSA Groupe fabricante francês de veículos populares e *premium*; a Nissan Motor Co. Ltda., fabricante japonesa de veículos populares e *premium*; e a Jaguar-Land Rover, fabricante inglesa de veículos *premium* (Walmrath e Gonçalves, 2023).

2.7 POLO AUTOMOTIVO DO ABC PAULISTA

A região do ABC Paulista formada pelas cidades de São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Diadema é um polo de destaque na indústria automobilística do Brasil. Grandes montadoras, como Volkswagen e Ford, mantêm fábricas importantes em São

Bernardo, enquanto a General Motors opera em São Caetano. A presença dessas empresas não só movimentam a economia local, mas também fortalece a conexão entre fabricantes e fornecedores, criando um ambiente propício para mais eficiência e inovação no setor (Landi e Althuon, 2020).

2.8 AMOSTRAGEM

Uma amostra é um subconjunto de uma população, escolhida para ser analisada em uma pesquisa. A população, por sua vez, refere-se ao conjunto de indivíduos ou objetos que compartilham determinadas características, previamente definidas para o estudo. Embora o estudo de toda a população ofereça resultados mais precisos, na prática, nem sempre é viável coletar dados de todos os elementos, seja por limitações de tempo ou custo. Por isso, utiliza-se a amostragem, um método que permite realizar inferências estatísticas sobre o grupo maior. A representatividade da amostra, no entanto, depende de fatores como o tamanho adequado e a adoção de critérios metodológicos que garantam que ela reflita da melhor forma possível a população como um todo (Fonseca e Martins, 2012).

Dentre os tipos de amostragem, destaca-se a amostragem por conveniência, que é comumente utilizado em pesquisas exploratórias, sendo adequada para a geração de ideias iniciais, considerando à facilidade de acesso aos participantes (Oliveira, 2001).

Esse tipo de amostragem ocorre quando o pesquisador seleciona os membros mais acessíveis de uma população para participar do estudo. Pois, embora possa não representar toda a população de forma precisa, essa é uma técnica prática para obter *insights* rápidos em situações na qual a seleção aleatória não é viável ou necessária (Oliveira, 2001).

3 METODOLOGIA

Na seção de metodologia deste estudo, a abordagem foi estruturada em duas partes principais. A primeira parte trata da metodologia científica, englobando o método de estudo utilizado, a classificação da pesquisa em relação à sua natureza e à sua tipologia, entre outras questões necessárias para se conduzir uma pesquisa.

Já a segunda parte foca na metodologia de execução do trabalho, detalhando os passos práticos seguidos ao longo da pesquisa. Isso inclui a realização da *survey*, o planejamento do estudo e os critérios definidos para a amostragem, de forma a garantir que os dados coletados fossem válidos e representativos.

3.1 METODOLOGIA CIENTÍFICA

Para atingir os objetivos delineados neste estudo, será adotado o método científico experimental, que se baseia na manipulação controlada de variáveis e na observação dos efeitos resultantes para desenvolver conclusões e teorias (Flick, 2012). Este método permite a construção de conhecimento a partir de experimentos controlados, facilitando a identificação de relações de causa e efeito na adoção da IA com *softwares* CAD nas indústrias automotivas.

Para alcançar sua finalidade, optou-se por uma abordagem de pesquisa quantitativa. Creswell (2014) ressalta que a pesquisa quantitativa é adequada para explorar e descrever fenômenos, proporcionando uma análise mais abrangente.

A natureza deste estudo é aplicada, focada em analisar problemas práticos relacionados à adoção da IA em *softwares* CAD nas indústrias automotivas. Gil (2024) afirma que a pesquisa aplicada é crucial para transformar o conhecimento teórico em soluções práticas implementáveis na indústria. Neste contexto, desenvolveu-se uma pesquisa *survey* para coletar dados diretamente das empresas localizadas nos dois principais polos automotivos do Brasil. Essa etapa prática foi essencial para avaliar a aplicação real da IA com CAD, possibilitando a obtenção de dados primários relevantes.

O propósito desta pesquisa é de objetivo exploratório. Conforme descrito por Sampieri, Collado e Lucio (2013), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar uma compreensão preliminar do problema, tornando-o mais claro ou gerando hipóteses iniciais. Neste caso, a pesquisa visa examinar a adoção da IA em um contexto específico e ainda pouco estudado, com a finalidade de identificar tendências, desafios e oportunidades emergentes. Este

objetivo é particularmente relevante em áreas de rápido desenvolvimento, como a aplicação de IA na indústria automotiva, onde novas tecnologias e práticas estão constantemente surgindo.

Por fim, quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa é classificada como *survey*. De acordo com Lakatos e Marconi (2023), essa abordagem permite a coleta de dados primários diretamente das fontes, possibilitando uma análise detalhada e contextualizada. Assim, a pesquisa busca oferecer uma visão abrangente sobre o progresso da integração da IA com CAD no setor automotivo, destacando tanto os benefícios quanto os desafios na implementação dessas tecnologias.

3.2 METODOLOGIA DO TRABALHO

A metodologia desenvolvida neste trabalho adota uma abordagem organizada para investigar a integração da IA com *softwares* de CAD na indústria automotiva.

O estudo inicia-se com uma introdução que contextualiza a situação-problema, justificando a importância do tema e a necessidade de explorar o uso conjunto de IA e CAD como meio de otimização de processos no setor automotivo. Esta seção inicial também delimita objetivos claros e o que será necessário para se realizar o estudo.

O referencial teórico é estruturado para abordar separadamente a IA e o CAD, utilizando uma análise comum a ambos. A investigação inclui uma perspectiva histórica do desenvolvimento dessas tecnologias, desde a concepção inicial dos sistemas de IA e das ferramentas CAD até suas aplicações contemporâneas em diferentes setores industriais. Em seguida, são exploradas as principais características de cada tecnologia, discutindo conceitos fundamentais, funcionalidades e capacidades no contexto industrial.

O estudo destaca as vantagens da IA, como o aprimoramento na tomada de decisões e na automação de processos, e as do CAD, como a precisão e a agilidade no *design*. Também são abordadas as desvantagens, como a necessidade de infraestrutura tecnológica adequada e de treinamento especializado.

Adicionalmente, o referencial teórico discute as aplicações atuais de IA e CAD na indústria, assim como tendências futuras, incluindo a previsão de maior integração dessas tecnologias para otimizar processos de *design* e engenharia. A escolha dos polos Sul Fluminense e ABC como foco da pesquisa é justificada pela relevância de ambos para o setor automotivo, enquanto a integração de IA com CAD é analisada em termos de sinergias tecnológicas, aplicações específicas, bem como aspectos de regulamentação, legislação e ética.

Após essa fundamentação teórica, o trabalho detalha a metodologia científica utilizada, caracterizada como um método experimental com abordagem quantitativa e natureza aplicada. A pesquisa é de caráter exploratório, visando aprofundar o entendimento do fenômeno em questão e suas implicações. Classificada como uma *survey*, a pesquisa foi estruturada para coletar dados de maneira sistemática sobre o uso integrado de IA e CAD nas indústrias dos polos Sul Fluminense e ABC. A escolha desse método justifica-se pela necessidade de coletar dados diretamente dos colaboradores das empresas automotivas, de modo a compreender práticas, desafios e percepções relacionados à adoção dessas tecnologias.

Este trabalho articula uma revisão teórica com a aplicação de uma *survey*, buscando compreender melhor a integração da IA ao CAD na indústria automotiva e contribuir para o aprimoramento das práticas e do conhecimento no setor.

3.2.1 *Survey*

Neste estudo, optou-se pelo uso do *Google Forms* para a coleta de dados, principalmente pela sua praticidade e pela eficiência na organização das respostas. A plataforma permitiu desenvolver perguntas diretamente ligadas aos objetivos da pesquisa e distribuí-las de forma ágil ao público-alvo, o que também facilitou bastante o processo de análise dos dados obtidos.

Para desenvolvimento da *survey*, primeiramente, definiu-se o escopo da pesquisa e o público-alvo, abrangendo colaboradores das empresas do setor automotivo dos polos sul fluminense e ABC. Posteriormente, a *survey* foi estruturada em blocos de perguntas para coletar informações abrangentes e relevantes: o primeiro bloco incluía perguntas demográficas, como cargo, tempo de experiência e departamento de atuação, para traçar o perfil dos respondentes; o segundo bloco focava no uso de IA em conjunto com CAD, investigando a frequência de uso, as ferramentas aplicadas e as práticas de integração nas empresas; o terceiro bloco buscava explorar a percepção dos colaboradores sobre a eficácia das tecnologias, os principais desafios enfrentados em sua adoção e as expectativas futuras.

As perguntas realizadas no questionário podem ser conferidas no Quadro 1. O questionário começa com as perguntas 1 a 6, que coletam informações demográficas dos participantes. As perguntas 7 a 10 investigam a integração da IA com CAD, enquanto as perguntas 11 a 16 avaliam a eficácia dessa integração. Em seguida, as perguntas 17 e 18 exploram os desafios e barreiras encontrados na combinação da IA com CAD. As perguntas 19 e 20 focam nas perspectivas futuras dessa integração. Por fim, a questão 21 permite aos participantes fornecerem comentários finais, sugestões ou considerações adicionais.

Quadro 1 - Perguntas propostas na survey.

Perguntas utilizadas na pesquisa.	
Q1.	Qual a sua faixa etária de idade?
Q2.	Qual o seu gênero?
Q3.	Em qual cidade você trabalha?
Q4.	Em qual empresa você trabalha?
Q5.	Qual é o seu cargo na empresa?
Q6.	Quantos anos de experiência você tem na utilização de softwares CAD?
Q7.	Sua empresa utiliza IA em conjunto com softwares CAD? Exemplos de softwares CAD com IA: Autodesk, SolidWorks, etc.
Q8.	Com que frequência você utiliza IA em conjunto com CAD em suas atividades diárias?
Q9.	Qual software CAD com integração de IA sua empresa mais utiliza?
Q10.	Qual software CAD com integração de IA você mais conhece?
Q11.	Como você avalia a eficácia da IA em melhorar a precisão dos projetos realizados no CAD?
Q12.	Como a utilização da IA em CAD impacta a eficiência do seu trabalho?
Q13.	Quanto as afirmações a seguir, qual você julga ser a que melhor representa o impacto da integração da IA com CAD nas atividades do seu trabalho?
Q14.	O quanto você acredita que a IA melhoraria a precisão dos seus projetos realizados no CAD?
Q15.	Como a utilização da IA em CAD impactaria a eficiência do seu trabalho?
Q16.	Quanto as afirmações a seguir, quais impactos você acredita que integração da IA com CAD teria em sua profissão?
Q17.	Quais são os principais desafios que você enfrenta ou acredita que enfrentaria ao utilizar IA com CAD? (Marque apenas 3)
Q18.	Você sente que sua empresa oferece/ofereceria suporte suficiente para o uso de IA com CAD?
Q19.	Quais as principais melhorias você gostaria de ver na utilização de IA com CAD em sua empresa? (Marque apenas 3)
Q20.	Você acredita que o uso de IA com CAD será mais influente no futuro da indústria automotiva?
Q21.	Há alguma consideração ou sugestão que você gostaria de fazer sobre o uso de IA com CAD em sua empresa?

Fonte: Autores (2024).

O Quadro 2 apresenta as opções de resposta para cada item da pesquisa. É importante destacar que, enquanto a questão 21 não é obrigatória, todas as outras perguntas foram estabelecidas como de resposta obrigatória.

Quadro 2 - Possibilidade de respostas às perguntas da survey.

Questão	Possibilidade de resposta
Q1.	"Até 18 anos", "De 19 a 29 anos", "De 30 a 39 anos", "De 40 a 49 anos" e "Acima de 50 anos".
Q2.	"Feminino", "Masculino", "Outro" e "Prefiro não informar".
Q3.	"Barra Mansa", "Itatiaia", "Porto Real", "Quatis", "Resende", "Santo André", "São Bernardo do Campo", "São Caetano do Sul", "Volta Redonda" e "Outros".
Q4.	"BMB", "Marcopolo", "Mercedes-Benz", "Michelin", "Nissan", "Scania", "Semcon", "Stellantis", "Volkswagen Caminhões e Ônibus", "Volkswagen do Brasil" e "Outros".
Q5.	"Desenhista", "Engenheiro Projetista", "Lider de Projeto", "Projetista", "Técnico em CAD" e "Outros".
Q6.	"Menos de 1 ano", "1 - 3 anos", "3 - 5 anos" e "Mais de 5 anos".
Q7.	"Sim" e "Não".
Q8.	"Nunca - 1", "2", "3", "4" e "5 - Sempre".
Q9.	"Autodesk Fusion", "Autodesk Construction Cloud", "SolidWorks" e "Outros".
Q10.	"Autodesk Fusion", "Autodesk Construction Cloud", "SolidWorks", "Nenhum" e "Outros".
Q11.	"Muito ineficaz - 1", "2", "3", "4" e "5 - Muito eficaz".
Q12.	"Reduz significativamente a eficiência - 1", "2", "3", "4" e "5 - Aumenta significativamente a eficiência".
Q13.	"Sinto que posso focar em atividades que exigem mais atenção", "Sinto que posso perder minha função na empresa com o avanço dessa integração" e "Outros".
Q14.	"Não melhoraria - 1", "2", "3", "4" e "5 - Melhoraria muito".
Q15.	"Reduziria significativamente a eficiência - 1", "2", "3", "4" e "5 - Aumentaria significativamente a eficiência".
Q16.	"Poderia focar em atividades que exigem mais atenção", "Poderia ter resultados mais assertivos com menos retrabalho", "Eu não seria valorizado na minha função", "Poderia perder minha função na empresa com o avanço dessa integração" e "Outros".
Q17.	"Falta de treinamento", "Complexidade do software", "Integração inadequada", "Custo elevado", "Resistência a mudança" e "Outros".
Q18.	"Definitivamente não - 1", "2", "3", "4" e "5 - Definitivamente sim".
Q19.	"Melhor treinamento e capacitação", "Softwares mais intuitivos", "Melhor integração com outros sistemas", "Redução de custos", "Maior suporte técnico" e "Outros".
Q20.	"Definitivamente não - 1", "2", "3", "4" e "5 - Definitivamente sim".
Q21.	Resposta aberta.

Fonte: Autores (2024).

3.2.2 Amostragem por conveniência

Neste trabalho, foi adotada a amostragem por conveniência, em função do caráter exploratório da pesquisa. Conforme afirmam Sampieri, Collado e Lucio (2013), já citados

anteriormente, pesquisas exploratórias buscam proporcionar uma compreensão inicial do problema, além de gerar hipóteses para estudos futuros. Considerando que o objetivo desta pesquisa é investigar a adoção da IA em um contexto específico e ainda pouco explorado, a amostragem por conveniência se mostra adequada, pois permite acesso rápido a participantes com conhecimento relevante. Com isso, é possível identificar tendências, desafios e oportunidades emergentes na aplicação da IA juntamente com o CAD na indústria automotiva, um setor em constante evolução.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

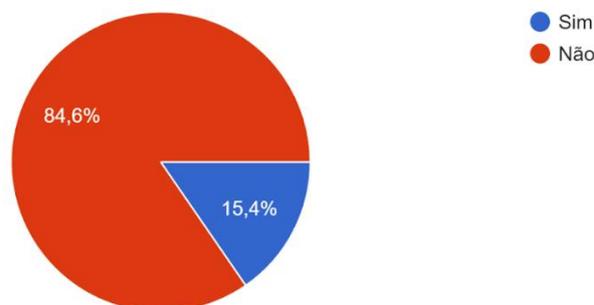
A pesquisa contou com a participação de 65 profissionais, dos quais 84,6% eram homens e 15,4% mulheres. A maior parte dos entrevistados, 46,2%, tinha entre 19 e 29 anos, enquanto 33,8% estavam na faixa de 30 a 39 anos. Entre os principais cargos ocupados pelos participantes, destacaram-se projetistas (40%), desenhistas (21,5%) e engenheiros projetistas (18,5%). Além disso, metade dos profissionais (50,8%) possuía mais de cinco anos de experiência com *softwares* CAD, o que caracteriza um panorama de um público jovem, especializado e majoritariamente masculino, atuando no setor automotivo dos polos estudados.

Dos 65 entrevistados, 14 são do ABC Paulista, enquanto os demais são do Sul Fluminense. A maior presença de participantes dessa última região se explica pela facilidade que os autores tiveram em enviar a pesquisa para colaboradores locais, devido à sua maior proximidade profissional com empresas da área.

No que diz respeito ao uso de IA em conjunto com o CAD, os dados mostraram que a adoção ainda é limitada. Conforme ilustrado na Figura 1, 84,6% dos participantes afirmaram que suas empresas não utilizam IA integrada aos softwares CAD. Nenhum dos participantes do ABC paulista relatou o uso da IA integrada ao CAD.

Figura 1 - Adoção de IA com CAD.

Sua empresa utiliza IA em conjunto com softwares CAD? Exemplos de softwares CAD com IA: Autodesk, SolidWorks, etc.
65 respostas



Fonte: Autores (2024).

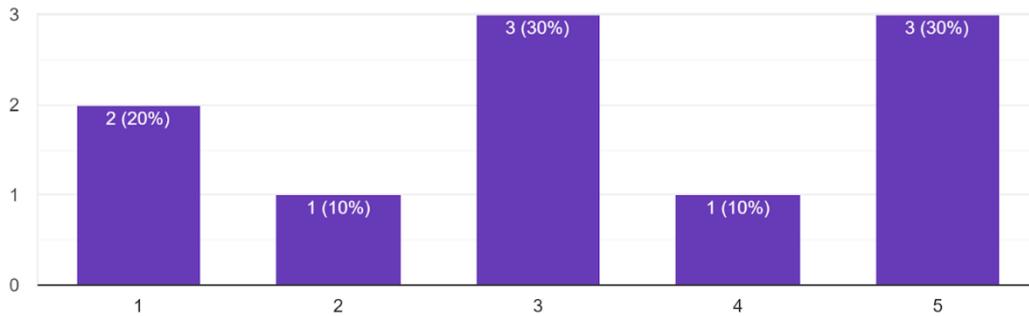
Entre os 15,4% que relataram o uso de IA, a Figura 2 mostra a variação do índice de uso da tecnologia, onde 30% dos respondentes marcaram 3, indicando um uso moderado, enquanto outros 30% marcaram 5, indicando uso frequente e integrado da IA com CAD em suas atividades diárias. Esses índices refletem a intensidade com que a IA integrada com CAD é aplicada nas empresas, variando entre aqueles que utilizam esporadicamente e aqueles que

integram a tecnologia com mais frequência. A integração da IA acontece principalmente com *softwares* conhecidos, sendo o SolidWorks (50%) e o Catia V5 (30%) os mais mencionados, como destaca a Figura 3.

Figura 2 - Frequência de uso de IA com CAD.

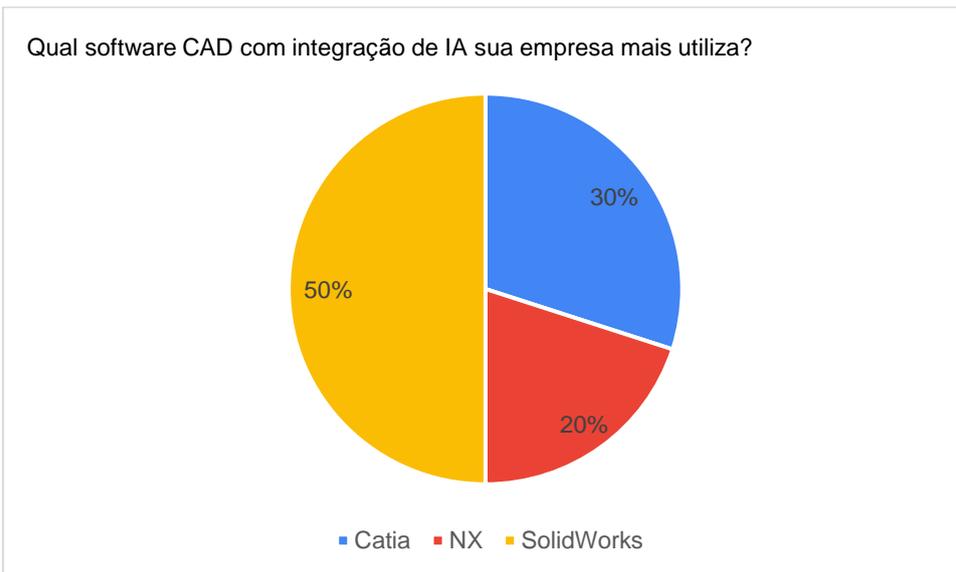
Com que frequência você utiliza IA em conjunto com CAD em suas atividades diárias?

10 respostas



Fonte: Autores (2024).

Figura 3 - Softwares CAD com IA mais utilizados.



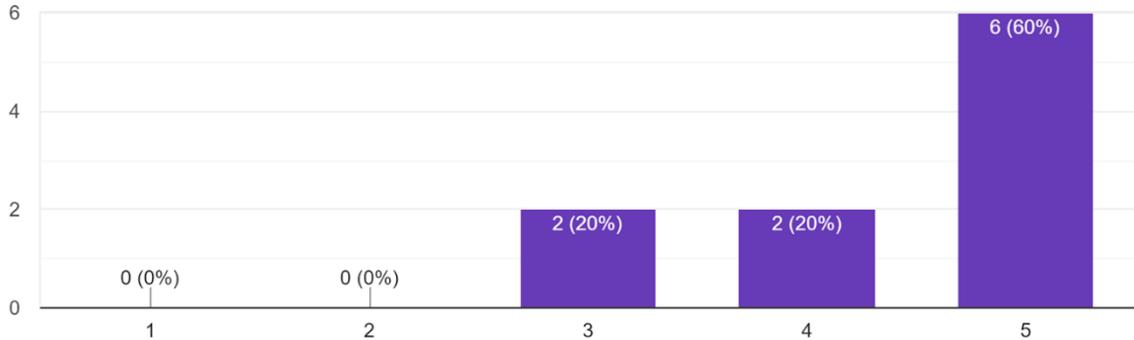
Fonte: Autores (2024).

Quando questionados sobre a eficácia da IA, a maioria dos profissionais que fazem seu uso, acredita que ela tem um impacto positivo em suas atividades. A Figura 4 mostra que aproximadamente 60% dos participantes consideram a IA muito eficaz em melhorar a precisão dos projetos, enquanto 20% acreditam que ela é moderadamente eficaz. No que diz respeito à eficiência do trabalho, a Figura 5 revela que 70% dos entrevistados afirmam que a IA tem um impacto muito significativo, e 10% indicaram um impacto mais moderado.

Figura 4 - Avaliação da eficácia da IA na precisão dos projetos.

Como você avalia a eficácia da IA em melhorar a precisão dos projetos realizados no CAD?

10 respostas

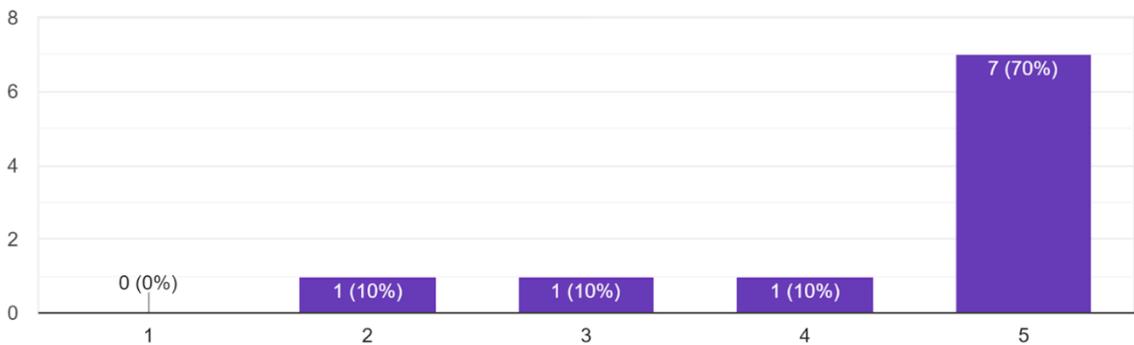


Fonte: Autores (2024).

Figura 5 - Impacto da IA na eficiência do trabalho.

Como a utilização da IA em CAD impacta a eficiência do seu trabalho?

10 respostas



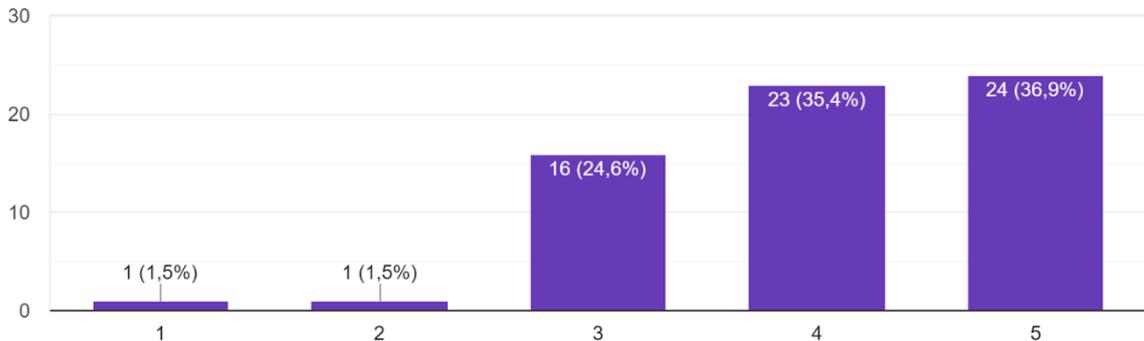
Fonte: Autores (2024).

Por outro lado, entre os participantes que ainda não utilizam IA, mas responderam, 36,9% acreditam que a tecnologia poderia melhorar significativamente a precisão de seus projetos, sendo que 35,4% acham que o impacto seria bastante expressivo, conforme ilustrado na Figura 6. Na análise referente ao possível impacto à eficiência do trabalho, a Figura 7 revela que 33,8% dos entrevistados afirmam que a IA teria um impacto muito significativo, e 38,5% indicaram um possível impacto mais moderado. Ao analisar separadamente os dois polos, os resultados mantêm-se semelhantes.

Figura 6 - Avaliação geral da eficácia da IA na precisão dos projetos.

O quanto você acredita que a IA melhoraria a precisão dos seus projetos realizados no CAD?

65 respostas

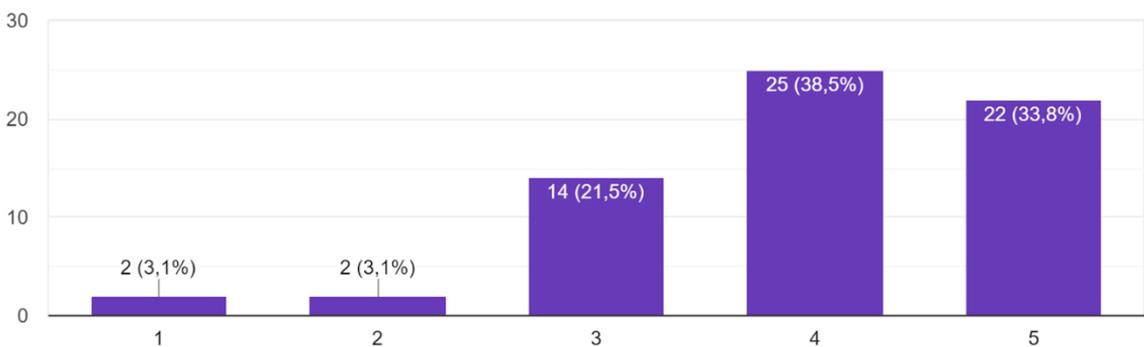


Fonte: Autores (2024).

Figura 7 - Impacto geral da IA na eficiência do trabalho.

Como a utilização da IA em CAD impactaria a eficiência do seu trabalho?

65 respostas



Fonte: Autores (2024).

Além disso, 80% dos entrevistados de ambos os polos acreditam que a IA poderia proporcionar resultados mais assertivos, com menos retrabalho, resultado esse igual aos que já utilizam a tecnologia. Eles também enxergam que a IA teria um papel importante ao permitir que focassem em atividades mais complexas.

Esse cenário sugere que, embora os usuários da IA já percebam benefícios claros e imediatos, aqueles que ainda não adotaram a ferramenta mantêm uma visão otimista sobre seu potencial, projetando expectativas semelhantes em termos de ganhos de precisão e eficiência, mesmo sem terem uma experiência prática com a tecnologia.

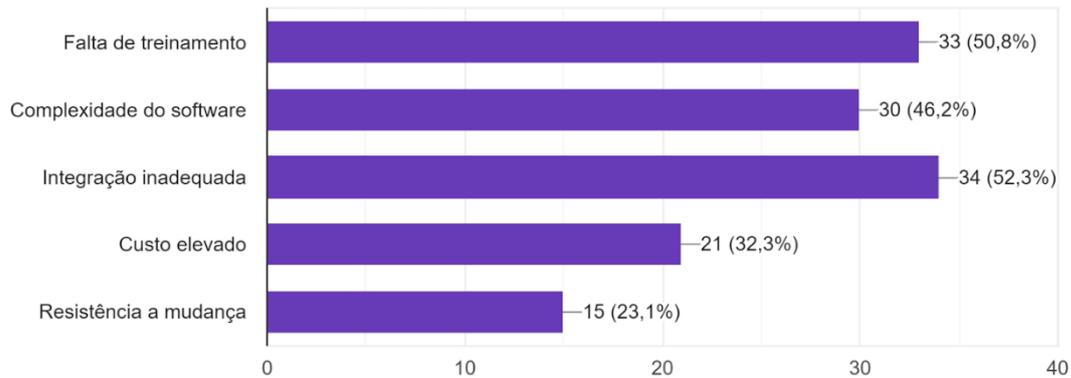
Apesar da visão positiva, os profissionais apontaram desafios importantes na integração da IA com CAD. A Figura 8 destaca que os maiores obstáculos são a falta de treinamento (50,8%), a integração inadequada entre sistemas (52,3%) e a complexidade dos *softwares* (46,2%). Em relação ao suporte fornecido pelas empresas, 29,2% consideram o suporte

moderado, enquanto 12,3% afirmaram não receber nenhum tipo de apoio para o uso da IA com CAD, conforme explanado pela Figura 9. Vale ressaltar que os participantes poderiam escolher até três alternativas.

Figura 8 - Principais desafios e barreiras.

Quais são os principais desafios que você enfrenta ou acredita que enfrentaria ao utilizar IA com CAD? (Marque apenas 3)

65 respostas

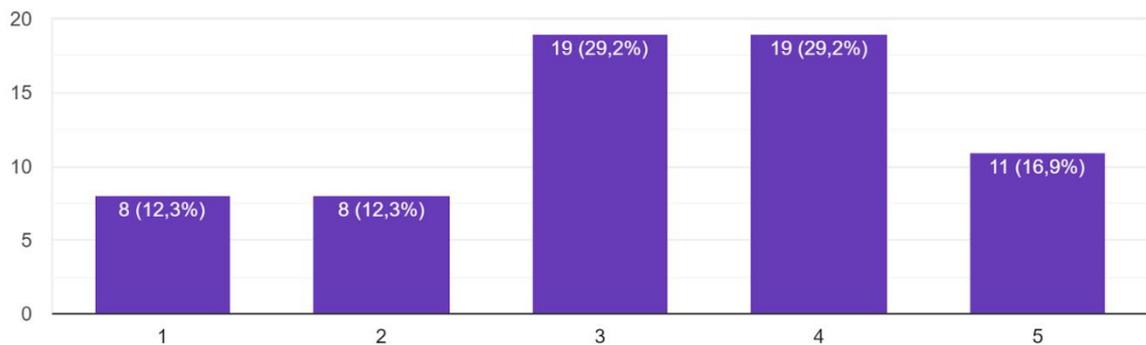


Fonte: Autores (2024).

Figura 9 - Suporte oferecido pelas empresas.

Você sente que sua empresa oferece/ofereceria suporte suficiente para o uso de IA com CAD?

65 respostas

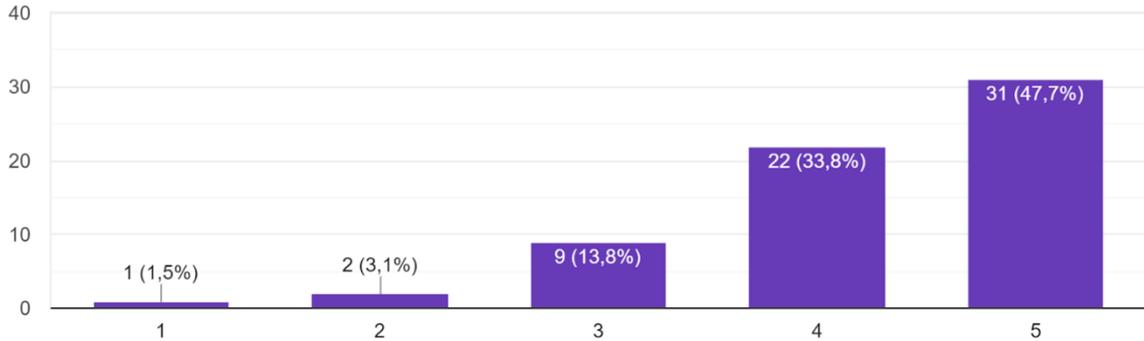


Fonte: Autores (2024).

As perspectivas para o futuro são amplamente otimistas. De acordo com a Figura 10, 47,7% acreditam que o uso de IA será muito influente na indústria automotiva, e 33,8% o consideram influente. Apenas 1,5% acreditam que a IA terá pouca ou nenhuma influência. Sobre as melhorias esperadas, a Figura 11 aponta que 75,4% dos participantes desejam melhor integração com outros sistemas, seguida por maior capacitação e o desenvolvimento de *softwares* mais intuitivos, ambas com 56,9%.

Figura 10 - Expectativas sobre o futuro uso de IA com CAD.

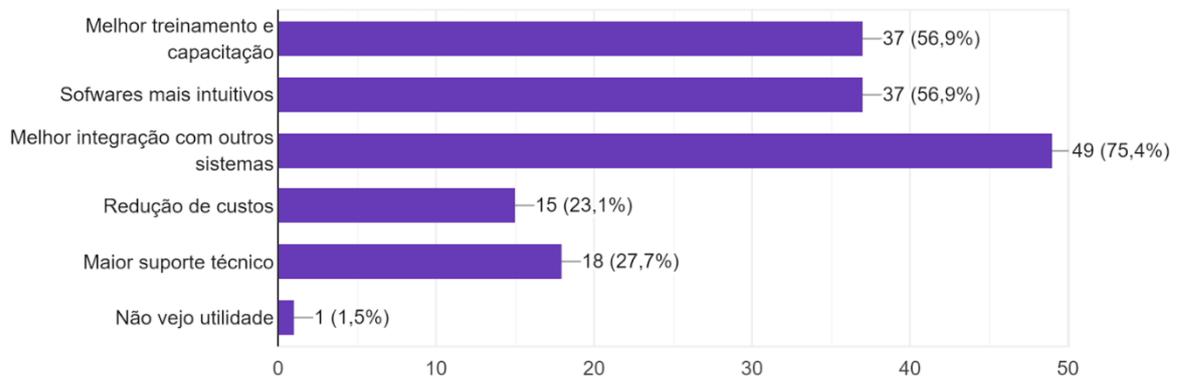
Você acredita que o uso de IA com CAD será mais influente no futuro da indústria automotiva?
65 respostas



Fonte: Autores (2024).

Figura 11 - Melhorias desejadas nas empresas.

Quais as principais melhorias você gostaria de ver na utilização de IA com CAD em sua empresa?
(Marque apenas 3)
65 respostas



Fonte: Autores (2024).

Nos comentários finais, participantes destacaram o potencial da IA, mas também observaram que o CAD possui características, como a criatividade e a adaptação dos projetistas, que a IA ainda não consegue replicar. Houve também a recomendação de que a IA seja mais utilizada para tarefas repetitivas e complexas.

Contudo, os profissionais enfatizaram a necessidade de mais investimentos para uma adoção mais ampla da tecnologia, não apenas no desenvolvimento de produtos, mas em outros setores. A IA é vista como uma ferramenta útil para otimizar processos repetitivos, embora ainda exija validação constante por parte dos projetistas. O quadro 3 apresenta de forma precisa as declarações dos participantes.

Quadro 3 - Declaração dos participantes.

Participante	Resposta
1	"Pode se ter um futuro em relação a este tema, porém o CAD como ferramenta tem suas particularidades quando se trata da criatividade e adaptação do projetista e isso a IA não replica."
2	"Deveria ser mais utilizado."
3	"Acredito que não só no ramo de desenvolvimento do produto, mas em todos os outros setores serão impactados pelo uso de IA, devemos sempre estar preparados porque ela vem no intuito de gerar eficiência no seu trabalho."
4	"Como toda ferramenta de automação, facilita o dia a dia nos processos repetitivos e pode servir para insights em determinados momentos, porém acredito que o engenheiro ou projetista deve-se sempre ter o cuidado de analisar o que está sendo projetado e "pensado" pela automação. Um paralelo com a análise CAE é válida, onde o engenheiro deve avaliar se o resultado calculado reflete de fato um comportamento físico esperado do sistema."
5	"Uso de IA na elaboração de CAD complexos que pessoas sem muita experiência nas ferramentas de CAD não conseguiriam fazer."
6	"É só questão de tempo para a IA fazer parte do desenvolvimento em CAD de produtos/ferramentas."

Fonte: Autores (2024).

5 CONCLUSÃO

Este estudo investigou a integração da IA com *softwares* CAD no setor automotivo, com foco nos polos automotivos do Sul Fluminense e do ABC Paulista. Os resultados apontam que o uso dessa combinação tecnológica ainda está no começo, com apenas 15,4% dos profissionais afirmando que suas empresas utilizam IA integrada ao CAD. Destaca-se o polo do ABC Paulista, onde nenhum dos participantes relatou a utilização de IA integrada ao CAD. No entanto, há um otimismo quanto às possibilidades futuras dessa integração revelado pelo percentual de aproximadamente 82% dos participantes, indicando acreditar em grau moderado ou alto que a IA integrada ao CAD será mais influente no setor automobilístico. A análise quantitativa permitiu identificar tanto as vantagens percebidas quanto os principais desafios para uma adoção mais ampla.

Entre os benefícios destacados, sobressai a capacidade da IA de aprimorar a precisão dos projetos e aumentar a eficiência, especialmente ao automatizar tarefas repetitivas. Ferramentas como *SolidWorks* e *Catia V5* foram mencionadas com maior frequência, indicando que a integração é mais comum em *softwares* consolidados no mercado. Embora a experiência prática ainda seja limitada, tanto os usuários que já implementaram a IA quanto aqueles que ainda não adotaram essa tecnologia compartilham expectativas positivas, acreditando que a combinação poderá melhorar a produtividade e reduzir o retrabalho.

Por outro lado, surgiram desafios significativos. A falta de treinamento adequado e a complexidade na integração entre sistemas foram as barreiras mais citadas, sugerindo que a adoção dessa tecnologia vai além do acesso às ferramentas. As empresas precisam construir uma infraestrutura organizacional que ofereça capacitação contínua e suporte adequado. Os participantes da pesquisa reforçaram a necessidade de maiores investimentos, não apenas em tecnologia, mas também na qualificação das equipes, para que a IA possa ser utilizada de forma mais eficiente. A falta de suporte técnico e a complexidade dos *softwares* foram identificadas como pontos críticos que precisam ser superados para que a integração evolua.

As expectativas para o futuro são amplamente otimistas. A maioria dos entrevistados acredita que a integração da IA com *softwares* CAD terá um impacto significativo na indústria automotiva e indicou como prioridades a melhoria na integração entre sistemas, a capacitação dos profissionais e o desenvolvimento de interfaces mais intuitivas. Também foi enfatizado que, embora a IA seja poderosa na automação de processos, ela ainda depende da intervenção humana para validação e criatividade, o que reforça a importância dos projetistas no processo.

O estudo revela que, apesar de a integração entre IA e CAD ainda estar em fase inicial, há um cenário promissor para essa combinação transformar os processos de *design* e engenharia automotiva. Para que esse potencial se concretize, é fundamental que as empresas do setor invistam em treinamento, integração e suporte contínuo, estabelecendo uma base sólida para que a IA possa desempenhar seu papel como ferramenta estratégica e complementar. Nesse contexto, a IA não substitui a criatividade dos profissionais, mas se posiciona como um facilitador, permitindo que eles se concentrem em atividades de maior valor agregado.

Com base nos resultados encontrados, este estudo aponta para a necessidade de pesquisas futuras que investiguem os motivos por trás das diferenças regionais na adoção da IA, além de explorar estratégias específicas para superar as barreiras enfrentadas pelas empresas. Também seria importante realizar estudos que acompanhem a evolução da adoção de IA e CAD ao longo do tempo, avaliando seu impacto na eficiência operacional e na capacidade de inovação do setor. Por fim, recomenda-se analisar como a IA influencia áreas relacionadas, como a manufatura e a gestão de processos, ampliando a compreensão do seu potencial para transformar o setor automotivo de forma abrangente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, K. D.; SANTOS, A. V. A.; LUNA, J. D.F. D. O.; SOUZA, R. P. D. Inteligência artificial: aplicações e tendências. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 12560-12576, abr. 2023. DOI: 10.34117/bjdv9n4-002.
- AMARAL, R. D. C. D.; FILHO, A. C. D. P. A Evolução do CAD e sua Aplicação em Projetos de Engenharia. *In*: SIMPÓSIO DE MECÂNICA COMPUTACIONAL, 9., 2010, São João Del-Rei. **Anais eletrônicos** [...]. São João Del-Rei, 2010. p. 1-8. Disponível em: <https://ufsj.edu.br/simmec2010/desdesoft/DES-02.pdf>.
- BAUMGRATZ, H. C. M.; SANTOS, R. O. D. Além da tecnologia: ética e responsabilidade na era da inteligência artificial, **Revista Contemporânea**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 1-25, nov. 2024. DOI: 10.56083/RCV4N2-076.
- BREDA, G.; SANTOS, K. C. P. D. **Desenho assistido por computador**. Porto Alegre: SAGAH, 2017.
- BUITEN, M. C. Towards Intelligent Regulation of Artificial Intelligence. **European Journal of Risk Regulation**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 41-59, 2019. DOI: 10.1017/err.2019.8.
- BURGARD, W. Artificial Intelligence: Key Technologies and Opportunities. *In*: VOENEKY, S.; KELLMEYER, P.; MUELLER, O.; BURGARD, W. (ed.). **The Cambridge Handbook of Responsible Artificial Intelligence: interdisciplinary perspectives**. Cambridge: Cambridge University Pres, 2022. p. 11-18.
- CARVALHO, A. C. P. D. L. F. D. Inteligência Artificial e sociedade: riscos, benefícios e uso responsável. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 35, n. 101, p. 37-49, abr. 2021. DOI: 0000-0002-4765-6459
- CHEN, Y. Development and application of CAD technology. **Advanced Materials Research**, [S.l.], v. 1037, p. 461-463, jul/out. 2014. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.1037.461.
- CHINELLATO, S. J. de A. (coord.); FILHO, E. T. (org.). **Inteligência Artificial: visões interdisciplinares e internacionais**. São Paulo: Grupo Almedina, 2023.
- COSTA, G. C. L. R. D.; FIGUEIREDO, S. H.; RIBEIRO, S. E. C. Estudo comparativo da tecnologia CAD com a tecnologia BIM. **Revista de Ensino de Engenharia**, Minas Gerais, v. 34, n. 2, p. 11-18, dez. 2015.
- CRESWELL, J. W. **Investigação Qualitativa e Projeto de Pesquisa**. 3.ed. Porto Alegre: Penso, 2014.
- DALL'AGNOL, L. D. A. **A Inteligência Artificial na indústria 4.0**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Contábeis) – Ciências Contábeis, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2022.
- DAVENPORT, T. H.; MITTAL, N. **Indo além com IA: como empresas inteligentes alcançam grandes vitórias com a Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2024.

EYSENCK, M. W.; EYSENCK, C. **Inteligência artificial X humanos: o que a ciência cognitiva nos ensina ao colocar frente a frente a mente humana e a IA.** Porto Alegre: Artmed, 2023.

FIGUEIREDO, A. C. D.; FILHO, E. R. As práticas de sistemas CAD e sua contribuição: um survey na indústria metal-mecânica mineira. **Produção**, Belo Horizonte, v. 21, n. 2, p. 344-354, maio/jun. 2011. DOI: 10.1590/S0103-65132011005000024.

FILHO, E. R. **A Implantação de sistemas CAD na indústria:** Aspectos gerenciais, ergonômicos e organizacionais. 1993. Tese (Mestre em Ciências em Engenharia de Produção) - COPPE/UFRJ Eng. de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.

FLICK, U. **Introdução à metodologia pesquisa:** Um guia para iniciantes. Porto Alegre: Penso, 2012.

FOGGIATTO, J. A.; VOLPATO, N.; BONTORIN, A. C. B. Recomendações para modelagem em sistemas CAD-3D. **Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação**, São Paulo, abr. 2007.

FONSECA, J. S. D.; MARTINS, G. D. A. **Curso de Estatística.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GABRIEL, Martha. **Inteligência Artificial: Do Zero ao Metaverso.** Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social,** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2024.

HUNDE, B. R.; WOLDEYOHANNES, A. D. Future prospects of computer-aided design (CAD) – A review from the perspective of artificial intelligence (AI), extended reality, and 3D printing. **Results in Engineering**, [S.l], v. 14, p. 1-9, jun. 2022. DOI: 10.1016/j.rineng.2022.100478.

IBM. Estudo IBM: 41% das empresas no Brasil já implementaram ativamente Inteligência Artificial em seus negócios. *In*: IBM. [S.l]. Disponível em: <https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/estudo-ibm-41-das-empresas-no-brasil-ja-implementaram-ativamente-inteligencia-artificial-em-seus-negocios/>. Acesso em: 07 abr. 2024.

KAUFMAN, D. **Desmistificando a inteligência artificial.** Belo Horizonte: Autêntica, 2022.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. D. A. **Fundamentos da Metodologia Científica.** 9. ed. São Paulo: Atlas, 2023.

LANDI, M.; ALTHUON, M. Evolução do setor automobilístico no Estado de São Paulo. **Seade SP Economia Industria Automobilística**, São Paulo, n. 1. p. 1-36. Dez. 2020.

LIMA, I.; PINHEIRO, C. A. M.; SANTOS, F. A. O. **Inteligência Artificial.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MARTINS, P. A. D. S.; CAMUSSO, D.; BERNATAVICIUS, S. T.; HESSE, R. CAD para desenvolvimento de componente automotivo: defletor de radiador para veículos comerciais. **Revista Brasileira de Mecatrônica.** São Caetano do Sul v. 5, n. 2, p. 67–78, out. dez. 2022.

MORAIS, D. M. G. D.; OLIVEIRA, V. I. D.; JUNGER, A. P.; FACÓ, J. F. B. O conceito de inteligência artificial usado no mercado de softwares, na educação tecnológica e na literatura científica. **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 98-109, mar./ago. 2020. DOI: 10.36524/profept.v4i2.557.

MORAIS, F. D. B. D.; BRANCO, V. R. C. A Inteligência Artificial: conceitos, aplicações e controvérsias. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS INTEGRADAS DA UNAERP, 20., 2023, São Paulo. **Anais eletrônicos** [...]. São Paulo, 2023. p. 1-19. Disponível em: <https://www.unaerp.br/documentos/5528-a-inteligencia-artificial-conceitos-aplicacoes-e-controversias/file>. Acesso em: 20 maio 2024.

MULLER, W. H.; SILVEIRAS, R. A Evolução e a regulamentação da inteligência artificial no Brasil: uma perspectiva histórica e conceitual. **Revista Interciência**, Catanduva, v. 1, n. 11, p. 2-10, jul. 2023.

NUNES, G.H; LEÃO, M. Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM. **Revista de Engenharia Civil**, Mato Grosso, n. 55, p. 47-61, fev/jul. 2018.

OLIVEIRA, T. M. V. D. Amostragem não Probabilística: Adequação de Situações para uso e Limitações de amostras por Conveniência, Julgamento e Quotas. **Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado FECAP**, São Paulo, v. 2, n. 3, set. 2001.

SAINI, M. AI And Its Application in CAD. **International Journal of Advances in Engineering and Management**, Rohini, v. 5, n. 4, p. 1874-1879, abr. 2023.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. **Metodologia de Pesquisa**, 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, E. T.; MARTINEZ, M. L. Software para ensino de geometria e desenho técnico. SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 14., 2000, Ouro Preto – MG. **Anais eletrônicos** [...]. Ouro Preto, 2000, p. 1-9. Disponível em: <https://abeg.paginas.ufsc.br/eventos/>.

SARKER, I. H. AI-Based Modeling: Techniques, Applications and Research Issues Towards Automation, Intelligent and Smart Systems. **SN Computer Science**, [S.l.], v. 3, n. 158, p. 1-20, jan/fev. 2022. DOI: 10.1007/s42979-022-01043-x.

SICHMAN, J. S. Inteligência Artificial e sociedade: avanços e riscos. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 35, n. 101, p. 37-49, abr. 2021. DOI: 10.1590/s0103-4014.2021.35101.004.

SLAPCZYNSKI, T. Artificial Intelligence in science and everyday life, its application and development prospects. **Scientific Journal of Bielsko-Biala School of Finance and Law**, Bielsko Biala, v. 26, n. 4, p. 78-85, dez. 2022. DOI: 10.19192/wsfp.sj4.2022.12.

TAMANHO do mercado de design auxiliado por computador, participação, crescimento e análise da indústria, por tipo (ECAD (CAD eletrônico) e MCAD (CAD mecânico)), por aplicação (indústria automotiva, indústria aeroespacial e de defesa, indústria de máquinas industriais, elétrica e eletrônica Indústria e Outros) e Insights Regionais e Previsão para 2031. *In*: BUSINESS RESEARCH: Insights. [S.l.]. Disponível em: <https://www.businessresearchinsights.com/pt/market-reports/computer-aided-design-market-110638>. Acesso em: 05 abr. 2024.

VALAVANIDIS, A. Artificial Intelligence (AI) Applications. The most important technology we ever develop and we must ensure it is safe and beneficial to human civilization. **Research Gate**, v. 5, p. 1-49, abr. 2023.

WALMRATH, L. L.; GONÇALVES, A. P. V. A indústria automotiva no sul fluminense (rj): uma análise das redes entre montadoras e fornecedoras. **Perspectivas Contemporâneas**, [S.l.], v. 18, n. 1, nov. 2023. DOI: 10.54372/pc.2023.v18.3594.