



דבריו ודבריו  
דבריו ודבריו



# revista cientifica campus party

= **CPCOIÁS4**

**FUTURE  
EX MACHINA**

דבריו ודבריו  
דבריו ודבריו

דבריו





# revista científica campus party

**ED. 09 | CPGoías4  
2024**



GOIÁS  
**campus  
party**

realização **GOUVÊA**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>EMPREENDEDORISMO E NOVAS TECNOLOGIAS: RELATO DE EXPERIÊNCIA DA APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS PARA AUMENTO DA PRODUTIVIDADE E RENDA EM ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS DE CONFEÇÃO EM CATALÃO – GOIÁS - BRASIL .....</b> | <b>04</b> |
|--|-----------|

*Prof. Me. Douglas Araújo Falcão*

|  |           |
|--|-----------|
| <b>DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA ACOMPANHAMENTO DOS EGRESSOS DO IFMS .....</b> | <b>24</b> |
|--|-----------|

*Matheus Daniel Cristal Comparotto Gomes*

|  |           |
|--|-----------|
| <b>EXPLORANDO A UTILIZAÇÃO DE APRENDIZADO DE MÁQUINA NA SEGMENTAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS .....</b> | <b>31</b> |
|--|-----------|

*Marco César Chaul e Sandrerley Ramos Pires*

|   |           |
|---|-----------|
| <b>O FUTURO DAS INTELIGÊNCIAS E SEUS ABEIRAMENTOS COM A APRENDIZAGEM.....</b> | <b>44</b> |
|---|-----------|

*Vinicius Oliveira Seabra Guimarães*

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTEGRAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E IOT NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM CIDADES INTELIGENTES.....</b> | <b>61</b> |
|--|-----------|

*Maria Elisa Terra Dias, Rhayanne Silva De Lima e Marcos Dias de Paula*

|   |           |
|---|-----------|
| <b>IMPRESSÃO 3D DE LENTES DE CONTATO EM HIDROGÉIS BIOATIVOS PARA LIBERAÇÃO CONTROLADA DE FÁRMACOS .....</b> | <b>82</b> |
|---|-----------|

*Elyson Lúcio dos Santos Ramos, Lis Vieira Silva, Beatriz Alves Passos, Júlio César de Fontes Patriota, Bruna Letícia da Costa Crêspo e Elaine Cavalcanti Rodrigues Vaz*

# EMPREENDEDORISMO E NOVAS TECNOLOGIAS: RELATO DE EXPERIÊNCIA DA APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS PARA AUMENTO DA PRODUTIVIDADE E RENDA EM ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS DE CONFEÇÃO EM CATALÃO - GOIÁS - BRASIL

## ENTREPRENEURSHIP AND NEW TECHNOLOGIES: EXPERIENCE REPORT OF THE APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES TO INCREASE PRODUCTIVITY AND INCOME IN LOCAL PRODUCTION ARRANGEMENTS IN CATALÃO - GOIÁS - BRAZIL

**Douglas Araújo Falcão** - (Mestre em Inovação e Empreendedorismo – Universidad Isabel I/ENEB, Especialista em Blockchain, Criptomoedas e Finanças na Era Digital, MBA Comunicação Digital e Mídias Sociais - Intervale, Instituto Falcão de Tecnologia em Gestão; E-mail: msdouglasfalcao@gmail.com)

### RESUMO

Este artigo analisou as ações da REDE COTEC que colaboraram para o incentivo ao empreendedorismo e aumento da produção do Arranjo Produtivo Local - APL de Confeção de Catalão - GO durante o período de 2017 a 2020. A atuação da REDE COTEC como agente promotor de políticas públicas de Desenvolvimento Regional também promoveu ações de Transferência de Tecnologia com incentivo ao empreendedorismo, implantação de novas tecnologias e desenvolvimento humano por meio da qualificação profissional. Foi utilizado o método de estudo, análise de dados de produção do APL e ofertas de cursos de qualificação, percebeu-se aumento significativo no volume de produção deste arranjo produtivo após a implantação de novas tecnologias para produção. Considera-se também uma evolução o aumento de empresas e produtores que passaram a se beneficiar

dos serviços tecnológicos oferecidos pelo APL.

**Palavras-chave:** Empreendedorismo, Novas Tecnologias, Desenvolvimento Regional, Qualificação Profissional, Arranjo Produtivo.

### ABSTRACT

This article analyzed the actions of REDE COTEC that collaborated to encourage entrepreneurship and increase the production of the Local Productive Arrangement - APL de Confection de Catalão - GO during the period from 2017 to 2020. The role of REDE COTEC as a promoter of public policies of Regional Development also promoted actions of Technology Transfer with incentive to entrepreneurship, implantation of new technologies and human development through professional qualification. Using the study me-

thod, analysis of production data of the APL and offers of qualification courses, it was noticed a significant increase in the production volume of this productive arrangement after the implantation of new technologies for production. The increase in companies and producers that started to benefit from the technological services offered by the APL is also considered an evolution.

**Keywords:** Entrepreneurship, New Technologies, Regional Development, Professional Qualification, Productive Arrangement.

## 1. INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

O Empreendedorismo com uso de Novas Tecnologias para promoção do Desenvolvimento Regional e econômico de municípios foram desafios da gestão da REDE COTEC mitigados por meio de ações de política pública estruturadas para formar um ambiente propício para: educação profissional, inovação tecnológica e transferência de tecnologia no Arranjo Produtivo Local de Confeção - APL de Catalão – GO. Essa estratégia de política pública foi eficiente na gestão dos Colégios Tecnológicos do Estado de Goiás vinculados à Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação – SECTI e Secretaria da Retomada - SER.

No período analisado, percebeu-se também que uma gestão, moderna e inovadora, desburocratizou processos de melhorias contínuas no APL, o que resultou no aperfeiçoamento e modernização dos serviços tecnológicos disponibilizados ao

setor produtivo do segmento de confecção, aumento da taxa de ocupação no tempo de uso dos serviços tecnológicos disponibilizados, redução de desperdício de matéria prima, aumento da produtividade das empresas que se apropriaram dos serviços do APL no período de 2017 a 2020.

A reflexão a respeito da efetividade das ações de políticas públicas voltadas ao empreendedorismo por meio de novas tecnológicas e também da educação fomentando o desenvolvimento regional se faz necessária para subsidiar os gestores em decisões futuras para possíveis novos investimentos, em projetos que possuem capital social que culminou não apenas no desenvolvimento econômico das regiões, mas transformam a realidade das pessoas que ali habitam. É importante também atrair a atenção para o tema, não apenas dos governos, mas também de investidores considerando que empreendedorismo, novas tecnologias e educação são pautas atuais com impactos futuros de interesse coletivo.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Relatar a experiência de sucesso da gestão da REDE COTEC nos Arranjos Arranjo Produtivo Local de Confeção de Catalão – Goiás – Brasil, por meio da aplicação de novas tecnologias que possibilitaram o empreendedorismo e aumento de produtividade e renda.

## 2.2 Objetivos Específicos:

- Identificar as ações realizadas que levaram ao sucesso;
- Identificar a quantidade de horas e peças produzidas pelo APL;
- Identificar o perfil das empresas e empreendedores/produtores;
- Identificar os serviços tecnológicos disponibilizados pelo APL;
- Mapear de forma quantitativa a oferta de cursos de Qualificação Profissional.

## 3. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa baseou-se no método hipotético-dedutivo, por meio da construção de conjecturas (MARCONI & LAKATOS, 2017). A pesquisa foi construída a partir de dados relacionados a Gerência de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica - GEDIT, coletados junto ao COTEC, SECTI/SER, de 2017 a 2020, com cobertura limitada ao APL de Confeções de Catalão, vinculado ao polo COTEC em Artes Labibe Faiad – Catalão -GO, localizado no interior do estado de Goiás, Brasil.

Os dados foram coletados junto ao COTEC em Artes Labibe Faiad, a partir de Documentos Institucionais, tais como:

- I. Quantidade de Empresas atendidas;
- II. Quantidade de Horas geradas em prestação de serviços tecnológicos por transferência de tecnologia;
- III. Quantidade de peças produzidas

por meio da prestação de serviços tecnológicos por transferência de tecnologia;

- IV. Seguimento das Confeções;
- V. Conhecimento dos produtores do APL a respeito da REDE COTEC;
- VI. Capacidade de Produção das empresas do APL;
- VII. Como são realizados os serviços de produção (enfesto, corte e molde) nas empresas do APL;
- VIII. Quantidade de cursos, vagas e matrículas oferecidas para qualificação pelo APL.

Relativo ao primeiro ano de execução do Contrato de Gestão, em 2017, foi analisado o Plano de Assunção Imediata, que foi apresentado ao Parceiro Público aquando da assinatura do “Contrato de Gestão 01-2017-SED”. Este Plano foi o primeiro planejamento que orientou como seria a gestão operacional do projeto e suas atividades.

Ressalta-se que com referência ao primeiro ano de implementação do Convênio de Gestão 01-2017-SED, em 2017, foi revisto o Plano de Referência Rápida, que foi elaborado nos termos da Proposta Técnica e avaliação de desempenho das ações com enfoque em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica com vistas ao Empreendedorismo Inovador. Esse foi o primeiro planejamento que norteou a gestão de desempenho das ações.

Segundo o Plano de Assunção Imediata, foi elaborado um Planejamento de Ações de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica com vistas ao Empreendedorismo contemplando as atividades de Prestação de Serviços Tecnológicos Por

Transferência de Tecnologia nos Arranjos Produtivos Locais, bem como seu monitoramento e avaliação, e também o Planejamento Educacional que também foi objeto de análise para este trabalho.

Os demais planejamentos se deram nas periodicidades: Trimestrais, Semestrais e Anual conforme estabelecido no Chamamento Público 07-2016 – SECTI e Contrato de Gestão 01-2017-SEDI, as estratégias estabelecidas nos planejamentos sempre estiveram alinhadas à Política Pública de desenvolvimento regional.

Outro instrumento utilizado para este trabalho foram as Pesquisas realizadas junto ao APL de Confeções de Catalão, com a finalidade mapear o perfil das empresas e empreendedores pertencentes APL e informações de uso e expectativas de uso de dos Serviços Tecnológicos por Transferência de Tecnologia disponibilizados pelo APL aos produtores.

O Governo de Goiás por meio do Programa Inova Goiás: Programa de Inovação e Tecnologia do Estado de Goiás foram investidos no APL de Confeções de Catalão R\$ 1.800.000,00 (um milhão e oitocentos mil reais). Este recurso foi investido com três finalidades para o desenvolvimento regional:

- I. Implantação de Novas Tecnologias: Compra de máquinas e equipamentos (Sistema Audaces e Máquinas de Costura);
- II. Qualificação profissional (cursos presenciais e EaD);
- III. Transferência de Tecnologia (por meio de prestação de serviços tecnológicos).

Os investimentos em novas tecnologias trouxeram benefícios não apenas para o APL de Confeção, mas também possibilitou ampliar a oferta de serviços tecnológicos ao setor produtivo, incentivando aos empresários do segmento a se apropriarem do APL. Outro viés das ações é o incentivo ao empreendedorismo por meio dos cursos de qualificação profissional e uso do laboratório montado com as novas tecnologias no APL de Confeções. As ações realizadas pelo Governo de Goiás, foi um marco revolucionário no aspecto de inovação tecnológica, pois os equipamentos que foram adquiridos e disponibilizados no APL de Confeção só estavam disponíveis em empresas de médio ou grande porte.

Este estudo demonstra que ao longo dos anos as ações implementadas de forma gradual foram enfocadas, não apenas em melhorar os serviços tecnológicos por meio de novas tecnologias, mas também possibilitar o aumento de produtividade e qualidade do dia das empresas e empreendedores, sendo beneficiados pelo conjunto de serviço tecnológicos da mais altíssima complexidade, alinhados a qualificação profissional de qualidade disponibilizado pela REDE COTEC por meio da Política Pública de Educação Profissional e Tecnológica em seus equipamentos públicos.

Sabe-se que, as atividades econômicas são desenvolvidas em áreas com maior atratividade local, ou seja, áreas com infraestrutura e recursos humanos bem qualificados, ou seja, regiões preparadas para o estabelecimento de empresas e negócios de maior rentabilidade (BRA-



SIL, 2005). Por isso os investimentos de forma consistente e assertiva, alinhados aos anseios do Setor Produtivo de Confeções foi fundamental para que os resultados fossem positivos.

Vale destacar que áreas que não são assistidas por programas de desenvolvimento, geralmente ficam excluídas pelo mercado investidor, ficando fora dos principais fluxos econômicos, o impacto direto dessa ausência de investimento por parte das Políticas Públicas, se expressam nos indicadores socioeconômicos, especialmente apresentando menores níveis de renda e condições sociais. Desta forma o Estado de Goiás por meio das Secretarias de Estado do Desenvolvimento e Inovação e Secretaria da Retomada foram na contramão da maioria dos estados da federação. COSTA (2011), afirma que por meio do uso extensivo dos recursos disponíveis e do aproveitamento do potencial de desenvolvimento local, pode-se derivar a estrutura regional, promovendo correções dos desequilíbrios das Políticas de Desenvolvimento Regional.

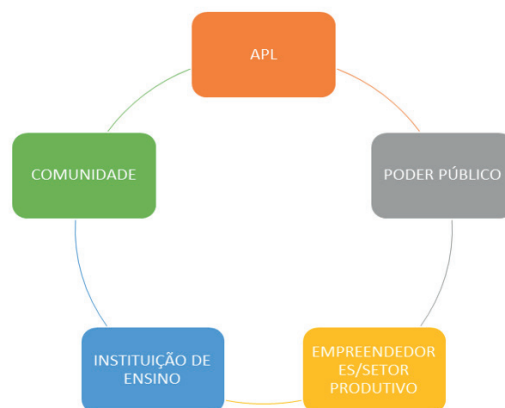
## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

### 4.1 Caracterização do APL do APL de confeções de catação – GO

O APL de Confeção de Catalão iniciou seu processo de formalização em 2016 e tem como base a União das Indústrias de Confeção de Catalão e do Sudoeste Goiano (UNICON), fundada em 27 de abril de 2001. Hoje, este APL faz parte da zona de influência econômica da Região 03 vinculado ao COTEC em Artes Labibe

Faiad.

**Figura 1** - Atores do APL de Confeção de Catalão



Fonte: Elaboração do Autor

Segundo GOIÁS (2019), o objetivo dos APLs é promover o desenvolvimento regional por meio de estímulo à cooperação entre capacidade produtiva local, instituições de pesquisa, agentes de desenvolvimento, poderes federal, estadual e municipal com vistas à dinamização dos processos locais de inovação.

Além de oferecer a qualificação profissional aos APLs, as Secretarias de Desenvolvimento e Inovação e Secretaria da Retomada fornecem apoio, técnico para a legalização e o reconhecimento do Arranjo Produtivo Local pela Rede Goiana de APL – RG APL que está vinculada ao Observatório Nacional de APLs do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC).

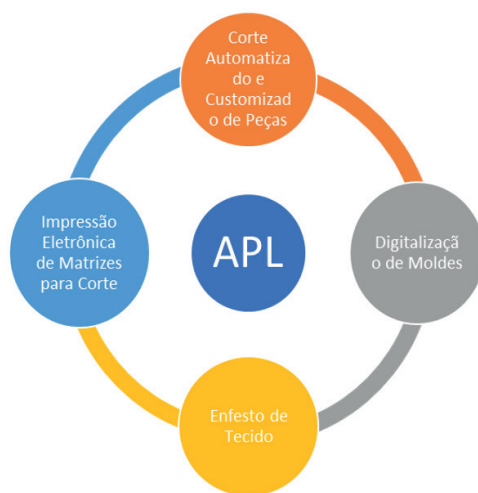
A RG – APL foi criada pelo Decreto nº 5.990, de 12 de agosto 2004. estabelecer, promover, organizar e consolidar a política estadual de inovação tecnológica local, através da constituição e o fortalecimento de Arranjos Produtivos Locais; estimular as cadeias produtivas de destaque no Estado de Goiás; colaborar na captação de recursos financeiros para a aplicação de no desenvolvimento dos ar-



ranjos, dentre outras atribuições de políticas públicas de desenvolvimento regional.

Segundo REGER (2018), por meio de pesquisa realizada foram mapeadas inicialmente 35 empresas que faziam parte do APL de Confeções de Catalão conforme dados da RG-APL, porém apenas 21 empresas ou empreendedores/produtores tiveram interesse em continuar vinculados ao APL. A partir da Pesquisa: Perfil das Empresas do APL de Confeção de Catalão, foi possível identificar quais as demandas e necessidades das empresas e empreendedores/produtores quanto a apropriação dos serviços tecnológicos disponibilizados, bem como os cursos de qualificação oferecidos pelo APL.

**Figura 2** - Serviços Tecnológicos do APL de Confeções de Catalão - GO



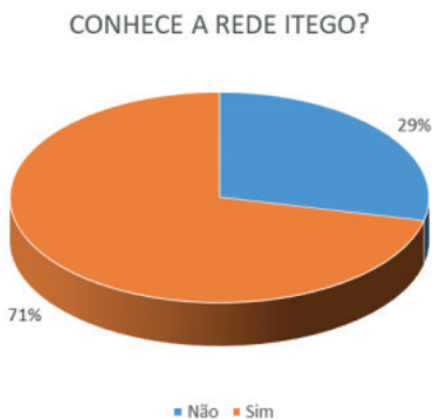
Fonte: Elaboração do Autor

Entre os diagnósticos realizados por meio da pesquisa, foi importante identificar a segmentação da produção das confeções de Catalão, pois para se planejar e dimensionar os serviços tecnológicos disponibilizados pelo conjunto Audaces essa informação foi crucial conforme Gráfico – 1. O gráfico demonstra que há uma boa distribuição nos seg-

mentos da produção das confeções da cidade: 30% roupas profissionais, 30% peças de vestuário (exceto roupas íntimas), 35% roupas íntimas e 5% de malharias e tricotagens (exceto meias).



**Gráfico 2** - Conhece a REDE COTEC?



Fonte: REGER, Pesquisa:

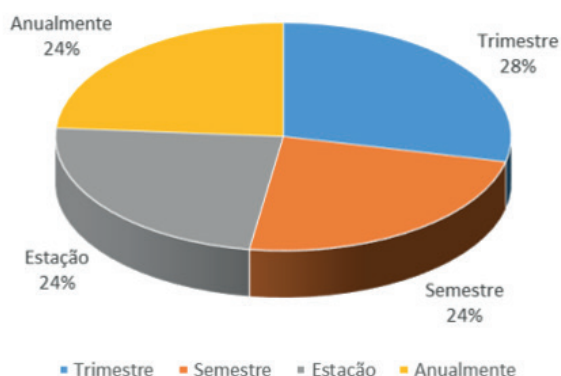
Perfil das Empresas do APL de Confeção de Catalão, 2018

Outro aspecto importante para as atividades do APL era saber se os empreendedores/produtores conheciam a REDE COTEC (antiga REDE ITEGO) conforme Gráfico – 2. Conforme demonstrado no Gráfico – 2, 71% conhece a Rede COTEC (antiga REDE ITEGO). Outro aspecto importante na identificação da capacidade produtiva do APL foi, sabendo que durante o ano são lançadas novas coleções de peças novas qual a periodi-

cidade que ocorrem os lançamentos. Conforme Gráfico – 3, os lançamentos não obedecem calendários rígidos.

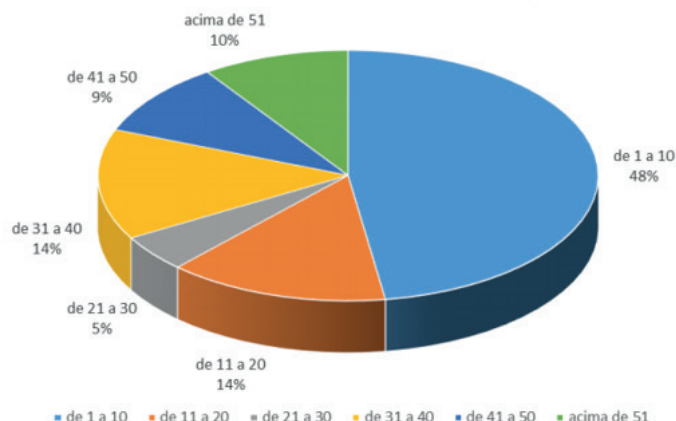
**Gráfico 3 - Frequência De Lançamento Das Coleções**

#### FREQUÊNCIA DE LANÇAMENTO DAS COLEÇÕES



**Gráfico 4 - Quantidade de Modelos por Coleção**

#### QUANTIDADE DE MODELOS POR COLEÇÃO



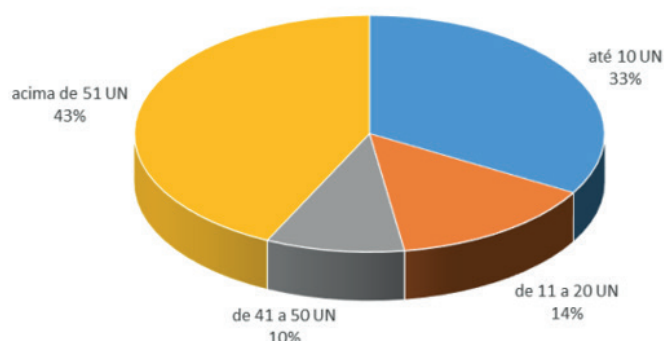
**Fonte:** REGER, Pesquisa: Perfil das Empresas do APL de Confeção de Catalão, 2018

A partir daí foram identificadas a quantidade de modelos e peças para cada coleção conforme Gráfico – 4. Quase a metade das confecções (48%) lançam, até 10 modelos por coleção, com pouca variedade de modelos, o que facilita a utilização dos serviços tecnológicos disponibilizados pelo APL.

A produção em peças por modelo conforme o Gráfico – 5 é em média 50 em 43% das confecções.

**Gráfico 5 – Número de Peças por Modelo**

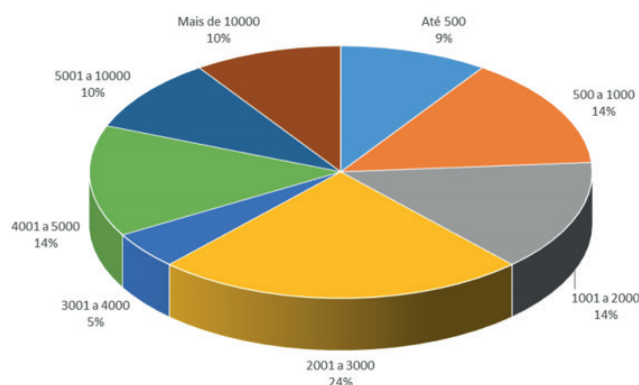
#### NÚMERO DE PEÇAS POR MODELO



**Fonte:** REGER, Pesquisa: Perfil das Empresas do APL de Confeção de Catalão, 2018

**Gráfico 6 – Capacidade de Produção**

#### CAPACIDADE DE PRODUÇÃO



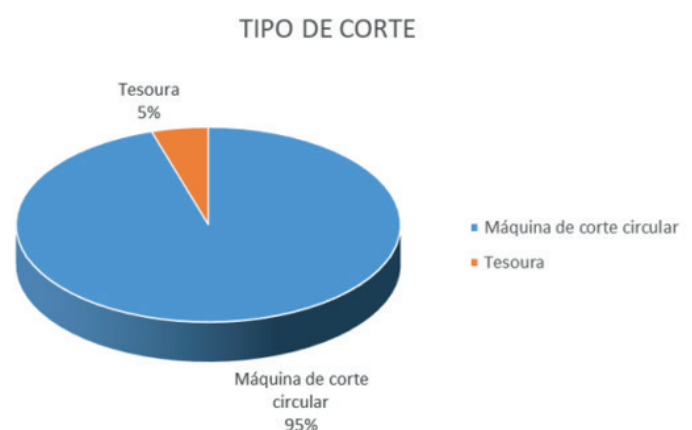
Quanto à capacidade de produção conforme o Gráfico – 6, 80% das empresas pesquisadas tem capacidade de produção elevada, chegando a 5.000 peças por mês.

Identificou-se também que 95% dos empreendedores/produtores realizavam o enfiado para o corte das peças de forma manual conforme Gráfico – 7.

**Gráfico 7 – Tipo de Enfesto****Gráfico 8 – Tipo de Encaixe (Molde)**

**Fonte:** REGER, Pesquisa: Perfil das Empresas do APL de Confeção de Catalão, 2018

No Gráfico – 8 percebe-se que o tipo de encaixe do molde é manual em 90% das empresas, apenas 10% é de forma computadorizada

**Gráfico 9 – Forma como as peças são riscadas (para corte)****Gráfico 10 – Tipo de Corte**

**Fonte:** REGER, Pesquisa: Perfil das Empresas do APL de Confeção de Catalão, 2018

Conforme exibido no Gráfico – 9, o serviço de riscar as peças para corte também em 90% é realizado de forma manual. Ficou evidente também que o serviço de corte era realizado em 95% das empresas do APL com máquina de corte circular conforme demonstram os dados do Gráfico - 10.

Com o diagnóstico pronto percebeu-se de forma objetiva o potencial produtivo do APL. Por outro lado, também ficou evidente que o trabalho inicial de molde, enfesto e corte em 90% das empresas era realizado de forma manual, processo que demanda maior tempo, pode gerar desperdício de matéria prima, necessita de um número maior de colaboradores para tais serviços e também risco ergonômico para o trabalhador conforme a Norma Regulamentadora - NR 17.

## 4.2 Estratégias Integradas Para A Sustentabilidade E Competitividade

Ao longo do período avaliado, o Arranjo Produtivo Local (APL) de Confeção de



Catalão-GO, têm se tornado um fator crucial para a expansão da economia regional. Para garantir a sobrevivência e o crescimento sustentável desses grupos industriais, tornou-se necessário implementar estratégias integradas que promovam a competitividade e a sustentabilidade (Crocco et al., 2003:9).

Figura 3 – Feira de Economia Criativa



Fonte: Acervo Pessoal do Autor

A inovação e os avanços tecnológicos foram essenciais para aumentar a competitividade das empresas do APL de Confeção (SCHUMPETER, JOSEPH A, 1982). A visibilidade, a eficiência operacional e a satisfação dos clientes têm aumentado significativamente com a implementação de abordagens de marketing digital inovadoras e campanhas de marketing digital (PEPPERS, DON; ROGERS, MARTHA. 2014).

Figura 4 – Mídia Kit de Campanhas de Marketing Digital

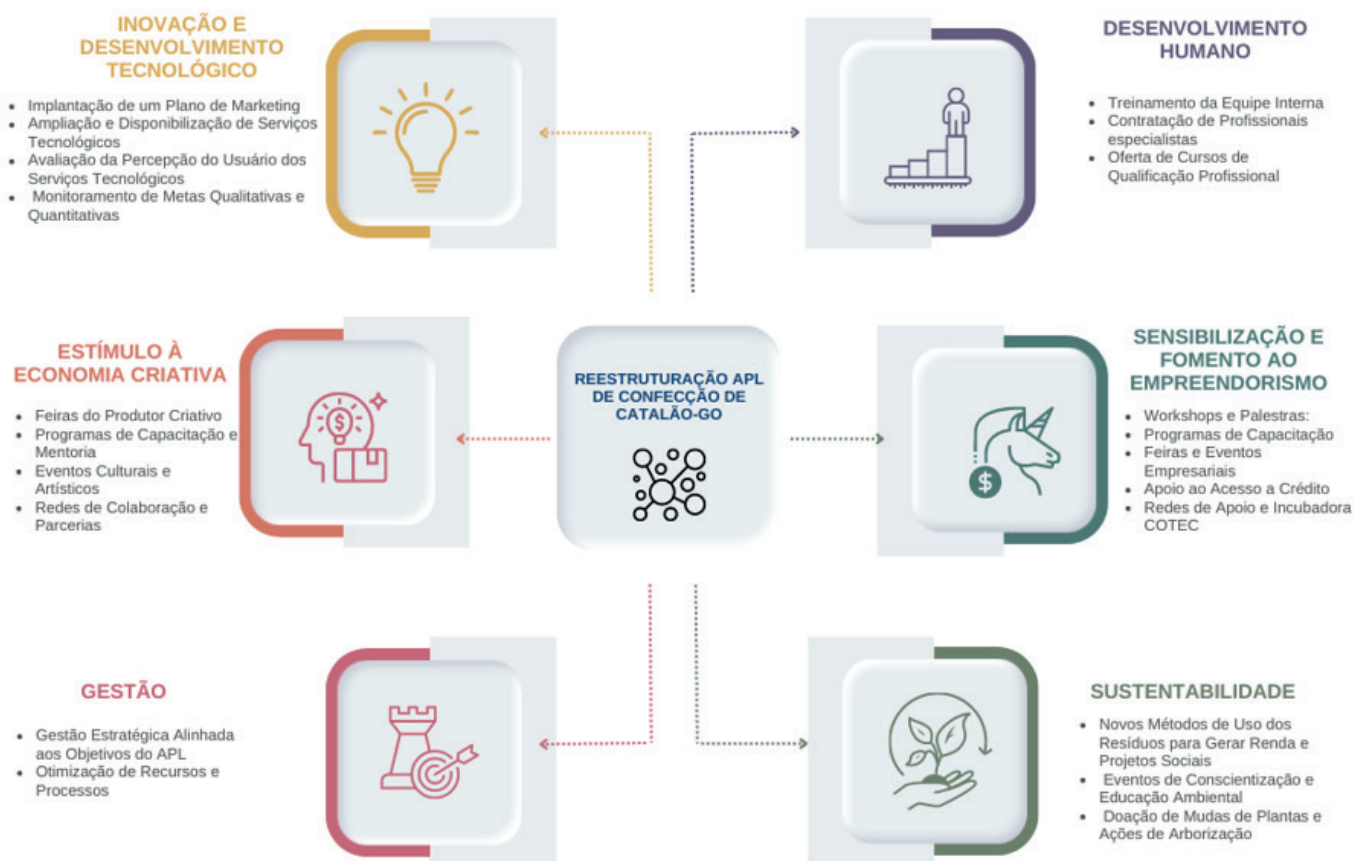


Fonte: Acervo Pessoal do Autor

Os arranjos produtivos locais (APL) de confecção podem ser mais competitivos e sustentáveis, como mostrado no diagrama abaixo, Figura 1. Nesse sentido, para o fortalecimento e desenvolvimento sustentável do setor, cada componente es-

tratégico desempenhou um papel fundamental, contribuindo para o crescimento econômico, a inovação e o bem-estar da comunidade envolvida.

**Figura 5** - Diagrama das Ações de Remodelagem do APL



Fonte: Acervo Pessoal do Autor

As ações de estratégias integradas, adotadas e implementadas na Figura 1, garantem a resiliência e o sucesso a longo prazo desse importante setor, também promoveram a sustentabilidade e a competitividade no APL de Confeção. Silveira et al. (2020) afirmam que a inovação é essencial para que as empresas do setor de confecções sejam competitivas, pois permite a criação de novos produtos e processos, otimização da produção e conquista de novos mercados.

**Figura 6** – Central Digital de Operação e Controle



Fonte: Acervo Pessoal do Autor



Os investimentos em capital humano para o desenvolvimento do APL de Confeções é um aspecto fundamental, pois a mão de obra qualificada é fator essencial para a produtividade e a qualidade dos produtos (GONÇALVES, 2018). Santos e Silva (2017) afirmam que o empreendedorismo é um dos principais impulsionadores do crescimento do deste setor, criando novos empregos e geração de renda.

Figura 7 – Workshop de Negócios e Empreendedorismo



Fonte: Acervo Pessoal do Autor

Outro ponto de extrema relevância é a gestão eficiente, pois ela eleva a competitividade, otimiza recursos, reduz custos e aumenta a lucratividade neste setor (MELO E SOUZA (2016). Cada vez mais é importante pensar em sustentabilidade, sobretudo na indústria que é onde o APL de Confeções está inserido, as ações estratégicas implementadas tiveram por objetivo a redução direta no impacto ambiental, por meio da utilização dos resíduos para gerar capacitação e renda, isso gerou maior fidelização de parceiros e consumidores dos produtos do APL, essa conscientização possibilitou conquistar novos mercados, (ALVES ET AL. 2015).

Figura 8 – Ação do Projeto Sustentabilidade



Fonte: Acervo Pessoal do Autor



### 4.3 Inovação Tecnológica No APL De Confeccção De Catalão

O APL de Confeccção de Catalão, tem instalado o Conjunto Audaces que foi adquirido pelo Programa Inova Goiás. O Conjunto Audaces atualmente é a maior revolução tecnológica para o segmento de confeccção.

**Figura 7 – Conjunto Audaces**



Fonte: Audaces

Atendendo as exigências e necessidades do segmento de moda e confeccção da atualidade, essa nova tecnologia proporciona maior agilidade ao processo criativo ao mesmo tempo aumenta a produtividade aproveitando ao máximo a matéria-prima, reduz o tempo e os custos de confeccção das peças. O conjunto Audaces é uma solução completa para o segmento de confecções, uma multi solução que engloba soluções para as etapas de criação, desenvolvimento e produção.

Os serviços tecnológicos disponibilizados pelo APL com uso do conjunto Audaces são:

- I. Digitalização de Moldes;
- II. Enfesto de Tecido;
- III. Impressão Eletrônica de Matrizes para Corte;
- IV. Corte Automatizado e Customizado.

O custo de manutenção do conjunto Audaces é elevado, devido a sua comple-

xidade tecnológica e operacional. Para que esses custos sejam sustentáveis e balanceados, é necessário manter a taxa de ocupação dos serviços tecnológicos disponibilizados.

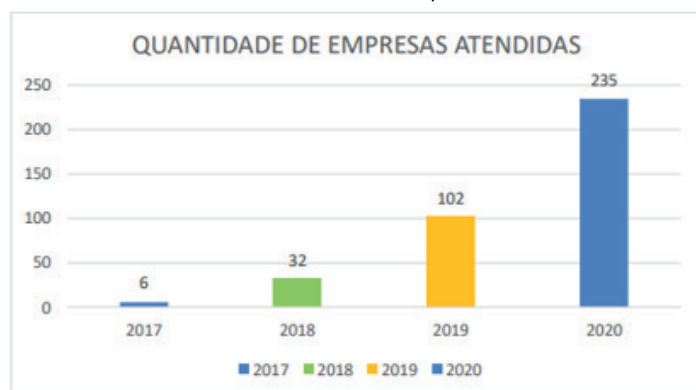
A pesquisa mencionada neste que foi realizada no setor produtivo de confecção de Catalão, também corroborou para a divulgação dos serviços e cursos disponibilizados pelo APL.

#### 4.4 Produtividade Do Apl De Confeções

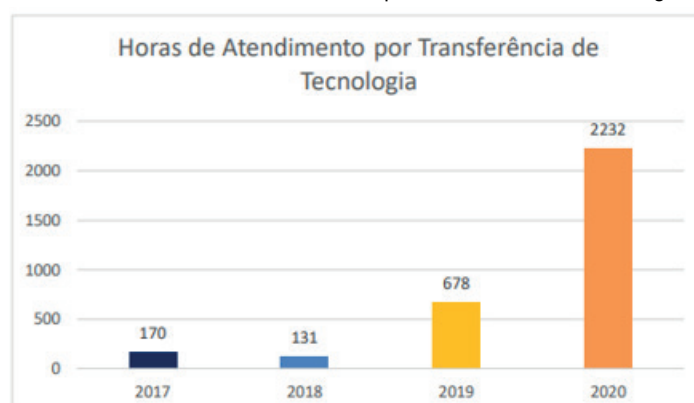
A produtividade do APL de Confeções é registrada diariamente por meio de relatório físico com consolidação mensal, com resultados apresentados aos Parceiros Públicos Secretaria de Desenvolvimento e Inovação e Secretaria da Retomada nos Relatórios Circunstanciados (mensal e anual) emitidos pela Organização Social Instituto Brasileiro de Gestão Compartilhada – IBGC (antigo Instituto REGER) no Portal da Transparência.

Analisando os dados do Gráfico – 11 do APL no Relatório Anual de 2020 – REGER, foram atendidas 375 empresas no período avaliado, também é notável a evolução no volume de empresas atendidas ano a ano.

**Gráfico 11 – Quantidade de Empresas Atendidas**

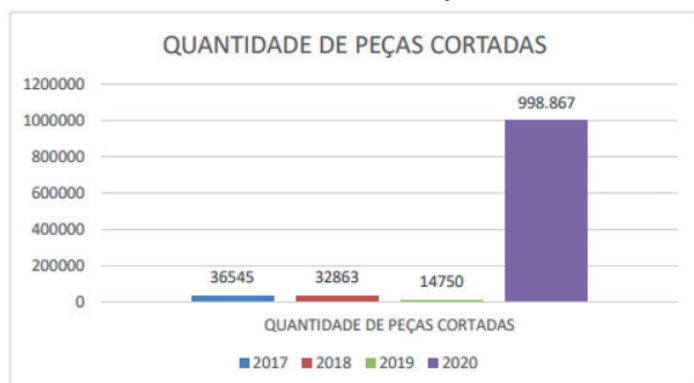


**Gráfico 12 – Horas de Atendimento por Transferência de Tecnologia**



Fonte: REGER, Relatório Circunstanciado Anual 2020

No Gráfico – 12 exibe a quantidade e evolução de horas geradas em prestação de serviços tecnológicos por transferência de tecnologia no APL de Confeções.

**Gráfico 13 – Quantidade de Peças Cortadas**

Fonte: REGER, Relatório Circunstanciado Anual 2020

O Gráfico – 13 demonstra a eficácia não apenas do uso do conjunto Audaces e de seus serviços para a produtividade das empresas vinculadas ao APL, mas comprova que as ações realizadas Por meio de uma Política Pública com uma gestão moderna elevou a produção de peças mesmo no ano de 2020 durante a pandemia pela COVID19. A prestação de serviços tecnológicos por transferência de tecnologia se consolidou como referência em Catalão.

#### 4.5 Qualificação Profissional No Apl De Confeção

O Quadro - 1 consolida de forma conjunta os dados gerais de produção do APL, segundo FALCÃO e DE REZENDE GUEDES (2021), o planejamento e o monitoramento de resultados na REDE COTEC é fundamental para o atingimento de resultados consistentes.

**Quadro 1 - Acompanhamento de Evolução APL de Confeção 2017 a 2020**

| ANO          | QUANTIDADE DE EMPRESAS ATENDIDAS | QUANTIDADE DE PEÇAS CORTADAS | Horas de Atendimento por Transferência de Tecnologia |
|--------------|----------------------------------|------------------------------|--|
| 2017         | 6                                | 36545                        | 170  |
| 2018         | 32                               | 32863                        | 131  |
| 2019         | 102                              | 14750                        | 678  |
| 2020         | 235                              | 998.867                      | 2232   |
| <b>TOTAL</b> | <b>375</b>                       | <b>1083025</b>               | <b>3211</b>  |

Fonte: REGER, Relatório Circunstanciado Anual 2020

A Qualificação Profissional é outro viés fundamental para o desenvolvimento regional por meio do empreendedorismo, pois para que os processos de produção bem como as inovações tecnológicas se consolidarem foi importante não apenas implementar a política pública de Educação Profissional, mas alinhar o planejamento pedagógico de forma aderente às demandas locais para atender as necessidades e gargalos das empresas e também preparar as pessoas para estarem aptas para as oportunidades de trabalho oriundas do Setor Produtivo de Confeções de Catalão. Assim gerar emprego e renda reduzindo desigualdades sociais por meio de oportunidades justas de inclusão.

**Quadro 2 – Cursos Ofertados de Capacitação Ofertados na modalidade presencial**

| TIPO        | MODALIDADE | EIXO TECNOLÓGICO           | CURSO  | Total de Matrículas |
|-------------|------------|----------------------------|--|---------------------|
| CAPACITAÇÃO | Presencial | PRODUÇÃO CULTURAL E DESIGN | ARTESANATO CRIATIVO COM PRODUTOS RECICLÁVEIS | 20                  |
|             |            |                            | ARTESANATO EM CROCHÊ                         | 15                  |
|             |            |                            | ARTESANATO EM PATCH APLIQUE                  | 6                   |
|             |            |                            | ARTESANATO EM TECIDO                         | 20                  |
|             |            |                            | CUSTOMIZAÇÃO DE ROUPAS                       | 35                  |
|             |            |                            | DESENHISTA DE MODA                           | 21                  |
|             |            |                            | PINTURA EM TECIDO                            | 20                  |
|             |            |                            | TÉCNICA DE ARTESANATO EM BORDADO À MÃO       | 60                  |
|             |            |                            | TÉCNICA DE ARTESANATO EM CROCHÊ E TAPEÇARIA  | 62                  |
|             |            |                            | TÉCNICAS DE CROCHÊ PARA INICIANTES           | 14                  |
|             |            |                            | TÉCNICAS DE MODELAGEM E COSTURA DE LINGERIE  | 59                  |
|             |            |                            | TÉCNICAS DE MODELAGEM E COSTURA DE MODINHA   | 126                 |
|             |            | PRODUÇÃO INDUSTRIAL        | ARTESANATO EM TECIDO                         | 14                  |
|             |            |                            | CONFECCIONADOR DE LINGERIE E MODA PRAIA      | 20                  |
|             |            |                            | COSTUREIRO DE MÁQUINA RETA E OVERLOQUE       | 189                 |
|             |            |                            | <b>Presencial Total</b>                      | <b>681</b>          |

Fonte: SIGA – Sistema Informatizado de Gestão Acadêmica

**Quadro 3 – Cursos Ofertados de Qualificação Ofertados na modalidade presencial**

| TIPO         | MODALIDADE | EIXO TECNOLÓGICO           | CURSO  | Total      |
|--------------|------------|----------------------------|--|------------|
| QUALIFICAÇÃO | Presencial | PRODUÇÃO CULTURAL E DESIGN | ARTESANATO EM BORDADO, CROCHÊ E CHINELO                        | 75         |
|              |            |                            | ARTESANATO EM CROCHÊ   | 12         |
|              |            |                            | ARTESANATO EM PATCHWORK EMBUTIDO E BORDADO EM VAGONITE         | 21         |
|              |            |                            | ARTESANATO EM PINTURA EM TECIDO                                | 15         |
|              |            |                            | ARTESANATO EM PINTURA EM TELA                                  | 30         |
|              |            |                            | COSTUREIRO DE MÁQUINA RETA E OVERLOQUE                         | 40         |
|              |            |                            | COSTUREIRO MÉTODO PRÁTICO                                      | 14         |
|              |            |                            | DESENHISTA DE MODA   | 27         |
|              |            | PRODUÇÃO INDUSTRIAL        | TÉCNICAS DE ARTESANATO: BORDADO, CROCHÊ, CHINELOS E RECICLAGEM | 31         |
|              |            |                            | CONFECCIONADOR DE LINGERIE                                     | 32         |
|              |            |                            | CONFECCIONADOR DE LINGERIE E MODA PRAIA                        | 23         |
|              |            |                            | COSTUREIRO DE MÁQUINA RETA E OVERLOQUE                         | 343        |
|              |            |                            | COSTUREIRO MÉTODO PRÁTICO                                      | 23         |
|              |            |                            | <b>TOTAL</b>   | <b>686</b> |

Fonte: SIGA – Sistema Informatizado de Gestão Acadêmica

**Quadro 4** – Cursos Técnicos Ofertados na modalidade EaD

| TIPO          | MODALIDADE | EIXO TECNOLÓGICO           | CURSO  | Total |
|---------------|------------|----------------------------|--|-------|
| CURSO TÉCNICO | EAD        | PRODUÇÃO CULTURAL E DESIGN | TÉCNICO DE NÍVEL MÉDIO EM PRODUÇÃO DE MODA - EAD | 26    |

Fonte: SIGA – Sistema Informatizado de Gestão Acadêmica

Os Quadros 2, 3 e 4 consolidam o total de 1.393 matrículas em cursos voltados para a área de confecção e moda, classificados pelo Catálogo Nacional de cursos do MEC nos eixos tecnológicos Produção Cultural e Design e Produção Industrial, para estes cursos é utilizado o laboratório de confecção que dispõe de sala de aula, máquinas de costura, mesas para realizar Atividades Prático-Acadêmicas -APAS de desenho de molde e corte, bem como a parte de costura.

Segundo CAMARGO (2018), as atividades de ensino das instituições de ensino devem ser orientadas para uma forte contextualização e relevância para a realidade, a fim de aplicar efetivamente conteúdos significativos para desenvolver habilidades úteis e necessárias para promover as realizações profissionais e pessoais dos alunos.

Nesse sentido às Atividades Prático Acadêmicas para os cursos na área de confecção e moda, são fundamentais para garantir a integralidade e qualidade nos processos pedagógicos e acadêmicos, assegurando a atenção ao aluno e também a sua formação de forma consistente, pois as atividades realizadas pelos alunos mediadas pelo professor propiciam a articulação, mobilização dos conhecimentos e das habilidades adquiridas que ajudam o aluno da realização de funções laborais vinculadas ao curso realizado no desempenho de suas tarefas, proporcionando também a aplicação dos conteúdos teóricos de forma prática, gerando autonomia e por fim tornando o mesmo apto para o mercado de trabalho.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O APL de Confeções de Catalão – GO bem como a atuação da REDE COTEC na promoção de ações voltadas para a qualificação profissional e Desenvolvimento Regional nos últimos possibilitou conforme os números apresentados resultados consistentes no aumento de produção por meio da prestação de serviços tecnológicos para empresas e empreendedores/produtores por meio de transferência de tecnologia com uso da inovação tecnológica mais moderna em confecção que é o conjunto Audaces.

Em paralelo, a oferta de cursos de qualificação por meio da Educação Profissional também contribui para a melhoria nos processos internos da execução dos serviços nas empresas e por parte dos empreendedores/produtores. Assim é possível gerar desenvolvimento por meio da capacitação de pessoas para o mercado de trabalho.

Foi notório que as ações estratégicas implementadas no APL de Confeções, tiveram um papel relevante, uma que ao investir em inovação, desenvolvimento tecnológico e humano, empreendedorismo, gestão eficiente e sustentabilidade, possibilitou aumento da competitividade, resiliência e sucesso a longo prazo, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social da região.

Os dados pesquisados apontam que os esforços, investimentos e estratégias empreendidas pela REDE COTEC no APL de Confeções de Catalão – GO foi bem sucedido, fato é que além do aumento da produção do próprio APL em volume de peças cortadas e horas de serviços utilizadas pelos setor produtivo, também houve um expressivo aumento na quantidade de empresas e empreendedores/produtores que se apropriaram dos serviços tecnológicos oferecidos por esta Arranjo Produtivo Local.



## REFERÊNCIAS

ALVES, S. F. et al (2015). **Sustentabilidade e competitividade no setor têxtil e de confecções: um estudo de caso brasileiro**. RAI Revista de Administração Industrial, Rio de Janeiro, v. 37, n. 2, p. 243-258, abr./jun.

BOISIER, Sérgio. (2022) **Em busca do esquivo desenvolvimento regional: entre a caixa preta e o projeto político**. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/135/137>.

Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). **Ucinet for windows: software for social network analysis**. Harvard, MA: Analytic Technologies.

BRASIL, MDE (2020). Catálogo Nacional dos Cursos Técnicos. **Brasília:[sn]**.

Carmargo, Fausto. (2018). **A sala de aula inovadora [recurso eletrônico]: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo** / Fausto Camargo, Thuinie Daros. Porto Alegre: Penso. e-PUB.

CASSIOLATO, José Eduardo; DE MATOS, Marcelo Pessoa; LASTRES, Helena MM. (2008). **Arranjos Produtivos Locais: uma alternativa para o desenvolvimento**. CEP, v. 20, p. 006.

COSTA, Wagno Pereira da. (2011). **ARRANJO PRODUTIVO LOCAL COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICA NO DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DE GOIÁS (2002-2008)**. 2011. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia.

CROCCO, Marco Aurélio et al (2003). **Metodologia de identificação de arranjos produtivos locais potenciais**. Cedeplar, jul. (Texto para Discussão, n. 212).

DE REZENDE GUEDES, Leonardo Guerra; DA VEIGA JARDIM FILHO, José Leopoldo (2020). **On the Evaluation of Companies Maturity for Implementing Strategic Information Systems Planning**. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 11, p. 84371-84383.

FALCÃO, Douglas Araújo; DE REZENDE GUEDES, Leonardo Guerra (2021). **Technological development and Innovation from shared management in professional education: rede Itego, Goiás, Brazil. Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 18017-18024.

Freeman, C. (1995). **The national system of innovation in historical perspective. Cambridge Journal of Economics**, 19(1), 5-24.

GONÇALVES, S. C. (2018). **Capital humano e desenvolvimento local: um estudo de caso do Arranjo Produtivo Local de Confeções de Goiânia**. Revista Brasileira de Gestão de Talentos, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 1-17, jan./abr.

GRANITO, Roberta Aparecida Neves et al (2007). **Desenvolvimento regional e novos paradigmas: iniciativas de promoção do desenvolvimento na comunidade da Mangueira**. Cadernos EBAPE. BR, v. 5, n. 2, p. 1 a 14-1 a 14.

INSTITUTO REGER (2018). **Relatório De Pesquisa: Perfil Das Empresas do APL De Confeção De Catalão, Goiânia - Goiás**.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M (2017). **Scientific methodology**. São Paulo: Ed. Atlas.

MELO, J. A. de; SOUZA, R. C. De. (2016). **Gestão eficiente e competitividade no setor têxtil e de confecções: um estudo de caso brasileiro. Gestão & Produção**, São Carlos, v. 23, n. 2, p. 331-342, abr./jun.

MINISTÉRIO DE TRABALHO. **Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho**. NR 17 Ergonomia. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/Empregador/segsau/Legislacao/Normas/conteudo/nr17>.

Peppers, Don; Rogers, Martha .(2014). **Uma para um: marketing na era digital**. Rio de Janeiro: Editora Campus.

SANTOS, Gustavo Antônio Galvão dos; DINIZ, Eduardo José; BARBOSA, Eduardo Kaplan. (2004). **Aglomerações, arranjos produtivos locais e vantagens competitivas locais**.

---

SANTOS, F. C. dos; SILVA, S. C. P. da. (2017). **Empreendedorismo e desenvolvimento local: um estudo de caso do Arranjo Produtivo Local de Confeções de Goiânia**. Revista de Administração Contemporânea, Florianópolis, v. 21, n. 6, p. 1042-1059, nov./dez.

SILVEIRA, M. C (2005). **Iniciativas de promoção de desenvolvimento local no município do Rio de Janeiro: características e dilemas**.

SILVEIRA, J. C. et al. (2020). **Inovação e competitividade no setor têxtil e de confecções: um estudo de caso brasileiro**. RAI Revista de Administração Industrial, Rio de Janeiro, v. 42, n. 4, p. 449-469, out./dez.

SCHUMPETER, Joseph A. (1982). **A teoria da evolução econômica**. São Paulo: Editora Nova Cultural.

ZACCHI, G. P.; BELLEH, H. M. V. (2005). **Desenvolvimento sustentável e a organização do espaço regional** Disponível em: [http://www.ftc.br/revistafsa/upload/20-06-2005\\_11-51-46\\_Gian\\_sustentavel.pdf](http://www.ftc.br/revistafsa/upload/20-06-2005_11-51-46_Gian_sustentavel.pdf).

# DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA ACOMPANHAMENTO DOS EGRESSOS DO IFMS

**Matheus Daniel Cristal Comparotto Gomes** (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul; E-mail: matheus.gomes@estudante.ifms.edu.br)

## RESUMO

O Conselho Superior do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul (IFMS) aprovou, através da Resolução Nº 59 de 25 de outubro de 2018, o Programa de Acompanhamento de Egressos. Esse, por sua vez, consiste em uma ferramenta de avaliação da instituição pelos seus próprios egressos. O juízo de valor de cada egresso é de suma importância, pois se trata de uma avaliação externa da instituição. Isto posto, será desenvolvido um aplicativo para prover oportunidades de emprego e informações sobre cursos da instituição aos egressos e regular a Pesquisa do Perfil do Egresso mencionada no documento do Programa de Acompanhamento de Egresso.

**Palavras-Chave:** Egresso, Aplicativo, Pesquisa, Empregabilidade, Verticalização.

## INTRODUÇÃO

Desde a promulgação da Lei nº 10.861, em 2004, que instituiu o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), o cenário educacional brasileiro passou a contar com mecanismos formais para assegurar a qualidade da

educação superior e avaliar o desempenho institucional e acadêmico. O objetivo central dessa lei é fornecer uma estrutura para avaliar tanto as instituições de ensino superior quanto os cursos de graduação e o desenvolvimento de seus estudantes, de modo a identificar e responder às necessidades de formação e qualificação da sociedade. Em consonância com essa legislação, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul (IFMS) criou, em 2018, por meio da Resolução nº 59, o Programa de Acompanhamento de Egressos. Esse programa foi concebido para ser mais do que uma simples ferramenta de avaliação institucional, buscando envolver diretamente os ex-alunos na construção de uma visão mais ampla e atualizada do impacto da formação recebida.

A importância de acompanhar a trajetória dos egressos vai além da avaliação institucional, estendendo-se à construção de políticas educacionais e à oferta de oportunidades que possam atender às demandas emergentes do mercado de trabalho. No caso do IFMS, o Programa de Acompanhamento de Egressos se estrutura como uma forma de captar dados relevantes sobre empregabilidade, continuidade dos estudos (verticalização) e empreendedorismo, permitindo uma análise criteriosa da adequação dos cursos oferecidos em relação ao perfil dos egressos e às demandas regionais.

Em um contexto de transformações rápidas, onde as habilidades exigidas pelo mercado se atualizam continuamente, a capacidade de um instituto de ensino de entender as trajetórias de seus ex-alunos torna-se crucial para ajustar suas práticas e currículos de forma alinhada às necessidades reais de formação. Dessa forma, a coleta desses dados, mediada por uma plataforma digital, representa um passo essencial na consolidação do relacionamento entre o IFMS e seus egressos.

Para atender a essas necessidades, propõe-se o desenvolvimento de um aplicativo que funcione como um elo entre a instituição e os egressos, facilitando o acesso a informações sobre novas oportunidades de formação e empregabilidade. A plataforma também visa promover a atualização constante do perfil do egresso, disponibilizando uma interface amigável para a coleta de dados sobre sua atuação profissional e acadêmica. Essa aproximação digital permite que o IFMS não só mantenha contato com seus ex-alunos, mas também forneça uma resposta ágil às demandas por aperfeiçoamento educacional e profissional da região. Mais ainda, com essa ferramenta, o IFMS cumpre seu papel como agente de desenvolvimento regional, consolidando-se como um espaço que incentiva o crescimento acadêmico e o aprimoramento contínuo dos profissionais formados pela instituição. Essa iniciativa reflete o compromisso do IFMS com a promoção de uma educação que responda dinamicamente aos desafios contemporâneos, promovendo um impacto positivo tanto para os egressos quanto para a comunidade em geral.

## JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento de um aplicativo para o acompanhamento dos egressos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS) apresenta uma justificativa sólida baseada em necessidades institucionais e educacionais. Em um contexto em que as instituições de ensino buscam melhorar a avaliação de suas práticas e fomentar o desenvolvimento profissional de seus alunos egressos, torna-se essencial ter um meio de mensurar o impacto da formação oferecida, monitorando os percursos profissionais e acadêmicos dos ex-alunos. Esse acompanhamento é fundamental não só para adequar as práticas educacionais e curriculares, mas também para estabelecer políticas de aprimoramento dos programas oferecidos pelo IFMS, possibilitando ajustes com base nas necessidades reais do mercado de trabalho e na formação continuada dos egressos.

Além disso, o aplicativo proporciona um ponto de convergência onde as demandas dos egressos e as ofertas de cursos e oportunidades de emprego da instituição se encontram de forma prática e acessível. A justificativa para tal desenvolvimento também reside na verticalização da educação, que é um dos eixos estruturantes da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Ao oferecer uma plataforma que promove tanto a empregabilidade quanto a formação continuada dos egressos, o IFMS estará contribuindo para a missão institucional de incentivar o desenvolvimento regional e a qualificação profissional, cumprindo, assim, com seu papel de agente transfor-

mador na sociedade. Diante disso, o aplicativo não será apenas uma ferramenta digital, mas um meio de reforçar a conexão entre o IFMS e seus egressos, permitindo que a instituição responda de forma dinâmica e proativa aos desafios contemporâneos da educação e do mercado de trabalho.

## OBJETIVO GERAL

Desenvolver um aplicativo móvel para acompanhamento dos egressos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS), visando facilitar o acesso a oportunidades de emprego, cursos de qualificação e formação continuada oferecidos pela instituição, além de permitir a coleta de dados e a realização da Pesquisa do Perfil do Egresso, conforme estipulado no Programa de Acompanhamento de Egressos.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do projeto visam detalhar as funcionalidades e os processos necessários para o pleno funcionamento do aplicativo, e são estabelecidos como se segue:

- Prover uma plataforma interativa e acessível para egressos do IFMS, permitindo-lhes acesso rápido e eficiente a oportunidades de emprego e cursos oferecidos pela instituição, com o intuito de promover o desenvolvimento profissional contínuo dos egressos;
- Implementar funcionalidades que possibilitem a coleta e análise dos índices

de empregabilidade, verticalização e empreendedorismo dos egressos, alinhando esses dados com as metas e diretrizes do Programa de Acompanhamento de Egressos;

- Facilitar a comunicação entre o IFMS e seus egressos, criando um canal direto para o compartilhamento de informações, novidades institucionais e eventos de interesse, de modo a manter os egressos informados e conectados à instituição;
- Desenvolver uma interface intuitiva e amigável que permita aos usuários preencher a Pesquisa do Perfil do Egresso, auxiliando o IFMS na avaliação contínua e no aperfeiçoamento de seus programas educacionais com base nos feedbacks obtidos.

## METODOLOGIA

Foi adotado o modelo de processo de software em cascata (SOMMERVILLE, 2011), o qual dividiu o desenvolvimento do projeto em seis etapas:

### 1. Planejamento

Com base no tempo disponível até o prazo final para desenvolver o aplicativo, testá-lo, publicá-lo e colocá-lo em produção, a equipe concordou em desenvolver um Produto Mínimo Viável com as funcionalidades básicas para estabelecer o contato entre os egressos e as empresas parceiras da instituição e ofertar aos egressos os cursos da instituição, como Cursos Técnicos Integrados, Formação Inicial e



Continuada - FIC, Graduação, Pós-Graduação etc, além de propriamente satisfazer a Pesquisa do Perfil do Egresso mencionada no documento do Programa de Acompanhamento de Egressos. Para estabelecer comunicação efetiva com a Pró-Reitoria de Extensão, a Diretoria de Gestão de Tecnologia da Informação e a Assessoria de Comunicação Social, foi convocado para o papel de co-orientador e Product Owner deste projeto o ex-Diretor de Relações Institucionais e então Diretor Executivo da Reitoria, Prof. Me. Robson Lubas Arguelho, o qual aceitou o papel e se reuniu com a equipe nos dias 22 de dezembro de 2021, 25 de abril de 2022 e 1º de junho de 2022 para justificar o problema.

## 2. Análise

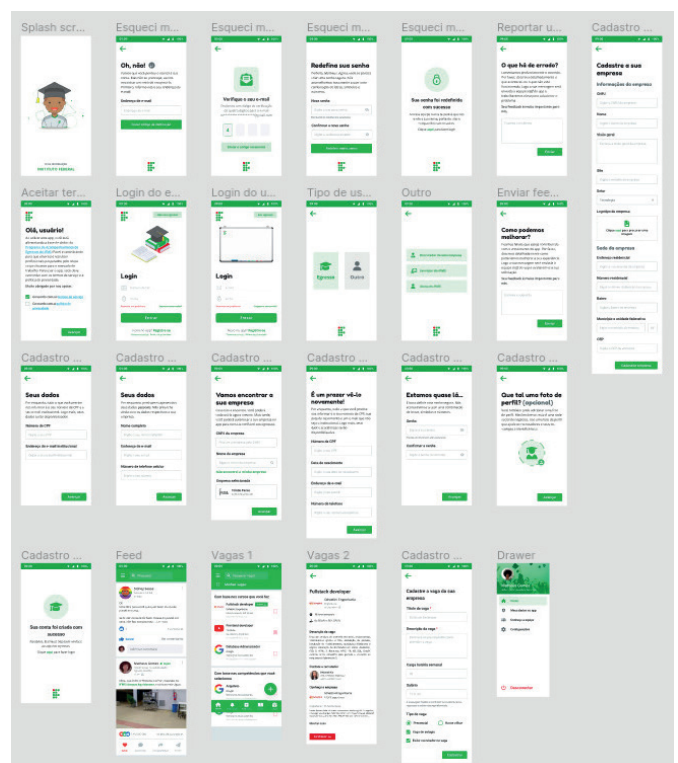
Para evitar sobrecarga de trabalho à equipe, cada orientando recebeu um papel referente ao desenvolvimento do aplicativo. Júlia Trindade Picolo, discente do Curso Técnico Integrado em Informática, ficou responsável pelo back-end. Déborah Niz Santos, discente do mesmo curso, ficou responsável pelo protótipo visual. Matheus Daniel Cristal Comparotto Gomes, discente do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet, ficou responsável pelo front-end. Como ainda não havia sido obtido um serviço de consulta para puxar os dados dos egressos, a equipe concordou que um protótipo visual de baixa fidelidade do aplicativo seria necessário para especificar à Diretoria de Gestão de Tecnologia da Informação quais dados devem ser puxados de um egresso. Além disso, também seria ne-

cessário enviar o protótipo para correções em conformidade com o Manual da Identidade Visual da instituição.

## 3. Design

Foi confeccionado, no dia 29 de abril de 2022, um protótipo visual de alta fidelidade do aplicativo com vinte e cinco telas. A partir do protótipo, foi esboçado o diagrama Entidade Relacionamento e logo após o seu respectivo modelo relacional. Entretanto, para respeitar o tempo restante até o prazo final do projeto, alguns elementos do protótipo e do modelo relacional foram excluídos para reduzir a complexidade da implementação. Para ratificar tal exclusão, foi feita uma lista de endpoints, no dia 8 de julho de 2022, com vinte e sete endpoints e respectivas especificações como rota, método de requisição, corpo da requisição e observações facultativas.

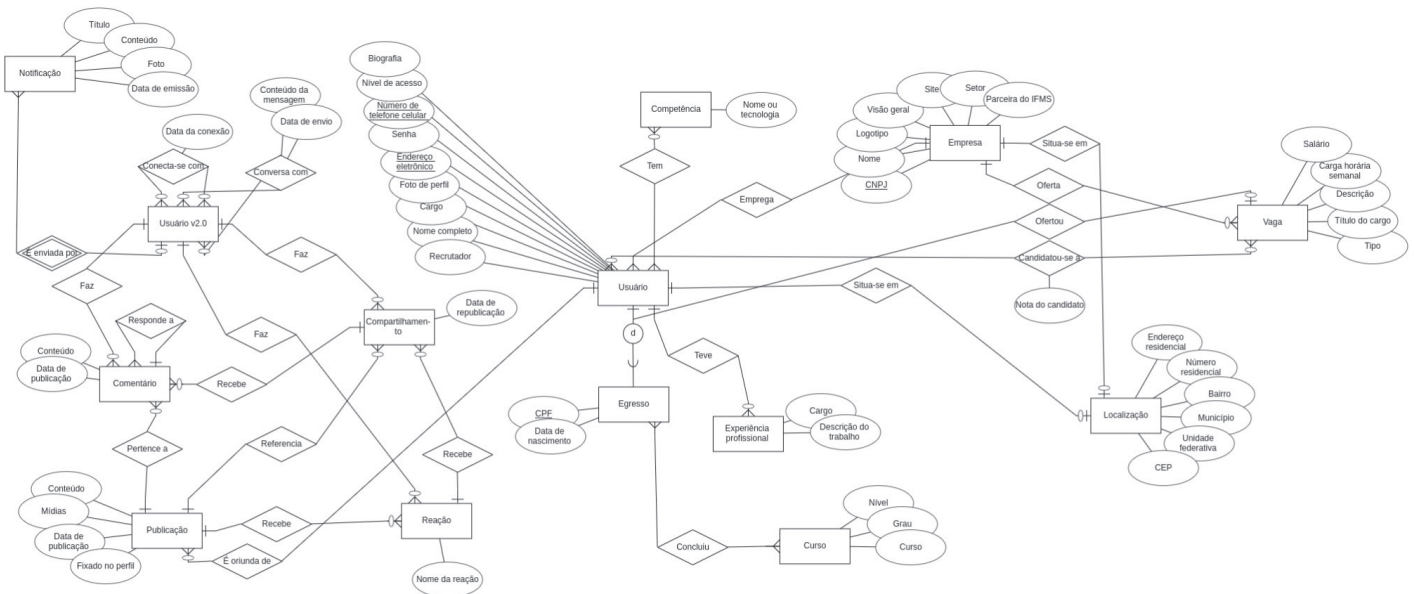
Figura 1. Protótipo visual do aplicativo.



Fonte: acervo pessoal.

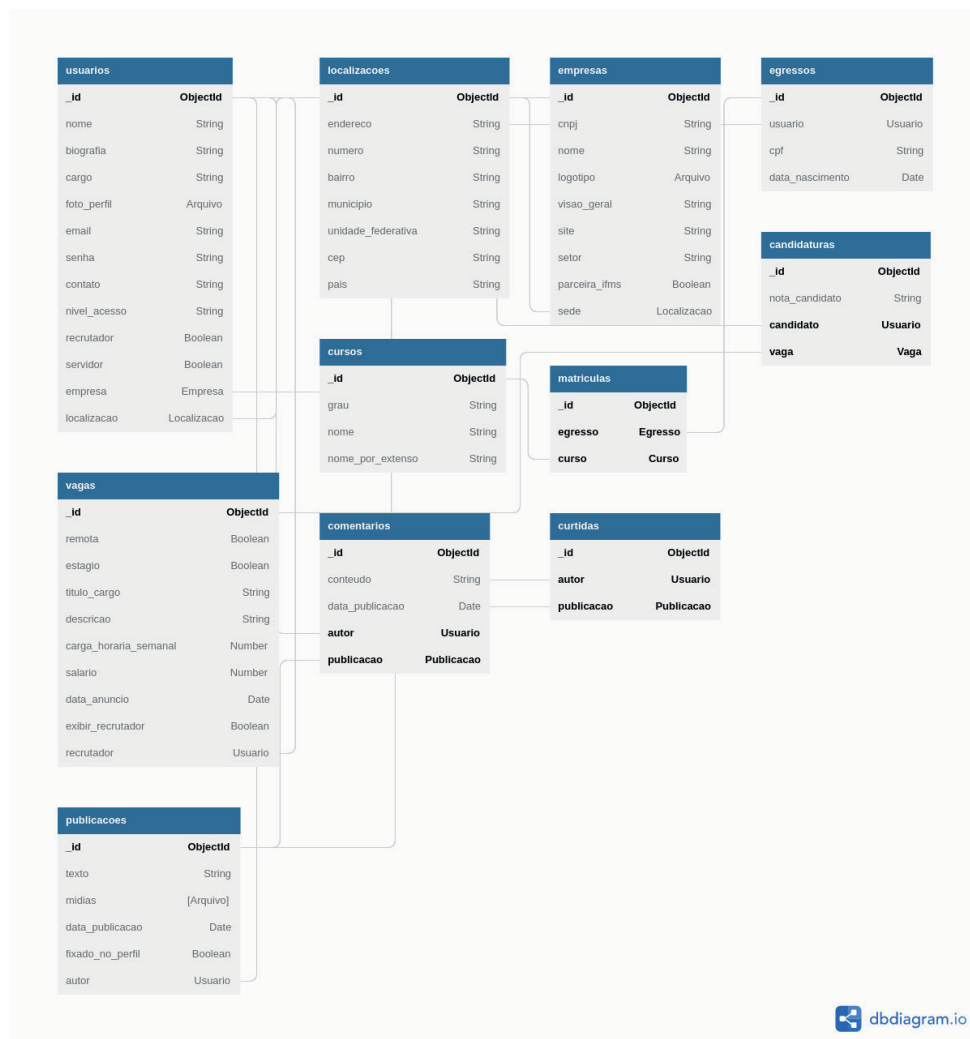
## DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA ACOMPANHAMENTO DOS EGRESSOS DO IFMS

Figura 2. Diagrama Entidade Relacionamento.



Fonte: acervo pessoal.

Figura 3. Modelo relacional.



Fonte: acervo pessoal.

Figura 4. Sexta página da lista de endpoints.

## 1. Servidores/recrutadores

### POST /usuarios

O Prof. Sidney explicou que os dados podem ser puxados dos ingressos (professores e alunos) apenas pelo e-mail institucional. Nesse caso, acho que esse é o corpo da requisição necessário:

```
{
  "email": "fulano@estudante.ifms.edu.br",
  "senha": "fulano123",
  "servidor": true,
  "foto_perfil": <Arquivo>
}
```

A foto de perfil é opcional.

Para cadastrar um recrutador, ele deve nos informar todos os seus dados.

```
{
  "nome_completo": "Ciclano",
  "email": "ciclano@asdrubalsoft.com",
  "telefone_celular": "(22) 2222-2222",
  "empresa": "62c6063ac06e2f870313d95a",
  "recrutador": true,
  "foto_perfil": <Arquivo>
}
```

A empresa será cadastrada ou selecionada durante o cadastro do recrutador, como explicado em [POST /empresas](#).

### GET /usuarios

É interessante que todas as rotas do tipo **GET** recebam parâmetros do tipo GET, como:

```
/servidores?nome=Sidney+Sousa
```

Uma dica: esses parâmetros estão no objeto `req.query`.

Fonte: acervo pessoal.

## 4. Implementação

### 4.1. Módulo back-end

Foi desenvolvida uma API RESTful em Express, com base na lista de endpoints, que consumirá o serviço de consulta da Diretoria de Gestão de Tecnologia da Informação, de modo a manipular os dados dos egressos, ingressos e servidores envolvidos no aplicativo.

### 4.2. Módulo front-end

Foi desenvolvido um aplicativo em React Native, com base no protótipo visual, que consumirá o serviço de consulta do módulo back-end.

## 5. Testes

Serão realizados testes de caixa-preta com o objetivo de aperfeiçoar a experiência do usuário.

## 6. Manutenção

Após a entrega do produto, todo o código-fonte de ambos os módulos estará sob responsabilidade da Pró-Reitoria de Extensão como previsto no Cap. IV Art. 7º Inc. II do documento do Programa de Acompanhamento de Egressos, “gerenciar a Página do Egresso, no site do IFMS, e as campanhas de pesquisa” (BRASIL, 2018). É digno de nota que a “Página do Egresso” supracitada teve sua proposta

original alterada, uma vez que será desenvolvido um aplicativo móvel em vez de uma página no site do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS).

## APOIO FINANCEIRO

- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n.º 10.861, de 14 de abril de 2004, Institui o **Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior** – SINAES e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 abr. 2004;

MATO GROSSO DO SUL. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Mato Grosso do Sul (IFMS)**. Conselho Superior (COSUP).

Resolução Nº 59, de 25 de outubro de 2018. **Aprova o Programa de Acompanhamento de Egressos do IFMS**. [S. l.], 25 out. 2018. Disponível em: <https://www.ifms.edu.br/centrais-de-conteudo/documentos-institucionais/programas/anexo-059-2018-aprova-programa-de-acompanhamento-de-egressos-do-ifms.pdf>. Acesso em: 26 set. 2022;

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 1. ed. [S. l.]: Pearson, 2011. 548 p. ISBN 978-85-7936-108-1.

# EXPLORANDO A UTILIZAÇÃO DE APRENDIZADO DE MÁQUINA NA SEGMENTAÇÃO DE IMPRESSÕES DIGITAIS

**Marco César Chaul** – (Neokoros Brasil Ltda; E-mail: [chaul@neokoros.com](mailto:chaul@neokoros.com))

**Sandrerley Ramos Pires** – (UFG; E-mail: [sandrerley@ufg.br](mailto:sandrerley@ufg.br))

## RESUMO

A precisão na identificação biométrica por impressões digitais é crucial em segurança e identificação civil. O uso de Inteligência Artificial (IA) tem otimizado essencialmente as etapas de segmentação e correspondência de impressões no pipeline de reconhecimento. A segmentação aprimora a distinção entre impressão e fundo, enquanto a correspondência analisa se duas impressões são do mesmo dedo. Este trabalho investiga os modelos de IA aplicados e os avanços na qualidade, concluindo que a IA é essencial para aperfeiçoar esses algoritmos.

**Palavras-Chave:** Impressões Digitais, Inteligência Artificial, Redes Convolucionais, Biometria, Fingerprint.

## INTRODUÇÃO

O reconhecimento de impressões digitais é uma das técnicas biométricas mais utilizadas para autenticação e identificação de indivíduos. O processo de reconhecimento de impressão digital é composto por diversas etapas, incluindo aquisição de imagem, pré-processamento, extração de características e correspondência [Maltoni et al., 2009]. Cada uma dessas etapas é crucial para garantir a precisão

e confiabilidade do sistema de reconhecimento de impressões digitais.

Neokoros Brasil Ltda, uma empresa com experiência em soluções de identificação biométrica e controle de acesso, visa melhorar seu algoritmo de reconhecimento de impressões digitais através da incorporação de tecnologias avançadas de Inteligência Artificial (IA) e aprendizado profundo (deep learning) [Goodfellow, 2016].

Historicamente, as técnicas de processamento de imagem têm sido amplamente utilizadas para o reconhecimento de impressões digitais. No entanto, com o rápido desenvolvimento de técnicas de IA, tem havido um aumento significativo na adoção de algoritmos de aprendizado de máquina para melhorar a eficiência e precisão dos sistemas de reconhecimento de impressões digitais [Abdullah and Al-Ashoor, 2020].

Uma das etapas críticas no pipeline de reconhecimento de impressões digitais é a segmentação da imagem, que envolve a identificação e isolamento da área que contém a impressão digital propriamente dita. Isso é essencial para garantir que o sistema não seja afetado por ruído ou artefatos fora da área de interesse, o que poderia levar a falsas correspondências ou falhas na autenticação [Bazen and Gerez, 2001].

Além da segmentação, a extração de características é outra etapa importante.



Isso inclui a identificação de minúcias, que são pontos característicos na estrutura da impressão digital, como bifurcações e terminações de linhas [Chamod et al., 2004]. A eficiência nessa etapa é crucial para garantir que as características relevantes sejam extraídas com precisão, permitindo uma correspondência eficaz.

O objetivo deste trabalho é analisar e avaliar a aplicação de Redes Neurais Convolucionais (CNNs), uma forma de aprendizado profundo, para a segmentação de imagens de impressões digitais e extração de características. A hipótese é que a aplicação de técnicas de IA nesta etapa possa aumentar a qualidade e precisão do algoritmo de reconhecimento de impressões digitais atualmente utilizado pela Neokoros Brasil Ltda [Schuch et al., 2017a].

Avaliar e comparar o desempenho do algoritmo melhorado com outras soluções disponíveis no mercado é essencial para entender o seu posicionamento e identificar áreas para futuras melhorias.

As técnicas de Inteligência Artificial (IA) selecionadas para este estudo envolvem o emprego de Redes Neurais Convolucionais (CNNs) [Schuch et al., 2017a, Schuch et al., 2017b] e Redes Neurais Profundas (DNNs) [Goodfellow, 2016]. Essas técnicas serão empregadas na segmentação da imagem de forma a isolar eficientemente a região que contém a impressão digital. O modelo desenvolvido terá como entrada a imagem bruta contendo a impressão digital e produzirá como saída uma máscara binária que indica a região de interesse, facilitando a subsequente remoção do fundo da ima-

gem e melhorando a precisão do processo de reconhecimento.

A escolha dessas técnicas de IA estão fundamentadas em suas capacidades comprovadas de extração de características e aprendizado de representações de imagens [Goodfellow, 2016, Kaelbling et al., 1996]. A fundamentação e justificativa detalhada para o uso de Redes Neurais Convolucionais e Redes Neurais Profundas são apresentadas na seção 3 deste trabalho.

Diante do exposto, este trabalho tem como foco a criação e avaliação de um modelo inteligente destinado a melhorar o processo de segmentação de imagens no pipeline clássico de reconhecimento de impressões digitais. Além disso, o trabalho examina a viabilidade e os impactos de integrar esses modelos ao processo de reconhecimento, procurando quantificar os potenciais benefícios e desvantagens. A contribuição primária deste trabalho reside na análise empírica realizada e na expectativa de alcançar um aprimoramento na qualidade do processo de reconhecimento de impressões digitais.

O artigo está estruturado em cinco seções, começando com esta introdução. A seção 2 descreve as técnicas de IA empregadas no estudo; a seção 3 detalha a abordagem proposta; a seção 4 apresenta e discute os resultados obtidos; e, finalmente, a seção 5 traz as conclusões deste trabalho.

## 2. Referencial Teórico

Esta seção discute conceitos fundamentais e técnicas relacionadas ao reconhe-



cimento de impressões digitais e redes neurais, essenciais para a compreensão da abordagem proposta neste trabalho.

## 2.1 Impressão Digital

Impressões digitais são formadas por padrões de cristas e sulcos na superfície dos dedos, palmas das mãos e solas dos pés [Champod et al., 2004]. Na imagem de uma impressão digital, as cristas são visíveis como linhas escuras, enquanto os sulcos aparecem como regiões claras. O objetivo do reconhecimento de impressões digitais é identificar características únicas conhecidas como minúcias, que incluem terminações e bifurcações das cristas [Jain et al., 2004]. Além das minúcias, a localização do núcleo e a identificação de deltas são também importantes para o reconhecimento [Maltoni et al., 2009]. A Figura 1 ilustra uma imagem de impressão digital.

Figura 1: Imagem de uma impressão digital, mostrando as cristas e os sulcos.



## 2.2 Processo de Reconhecimento de Impressões Digitais

O reconhecimento de impressões digitais envolve várias etapas. As principais incluem: realce da imagem para melhor distinção das cristas; segmentação para identificar a região da imagem contendo a impressão digital; determinação das orientações locais das cristas; aplicação de filtros, como o filtro de Gabor [Gabor, 1946], para extração de características; e identificação das minúcias. Com essas informações, é possível criar uma assinatura única para a impressão digital, que será usada no processo de reconhecimento.

## 2.3 Aprendizado de Máquina

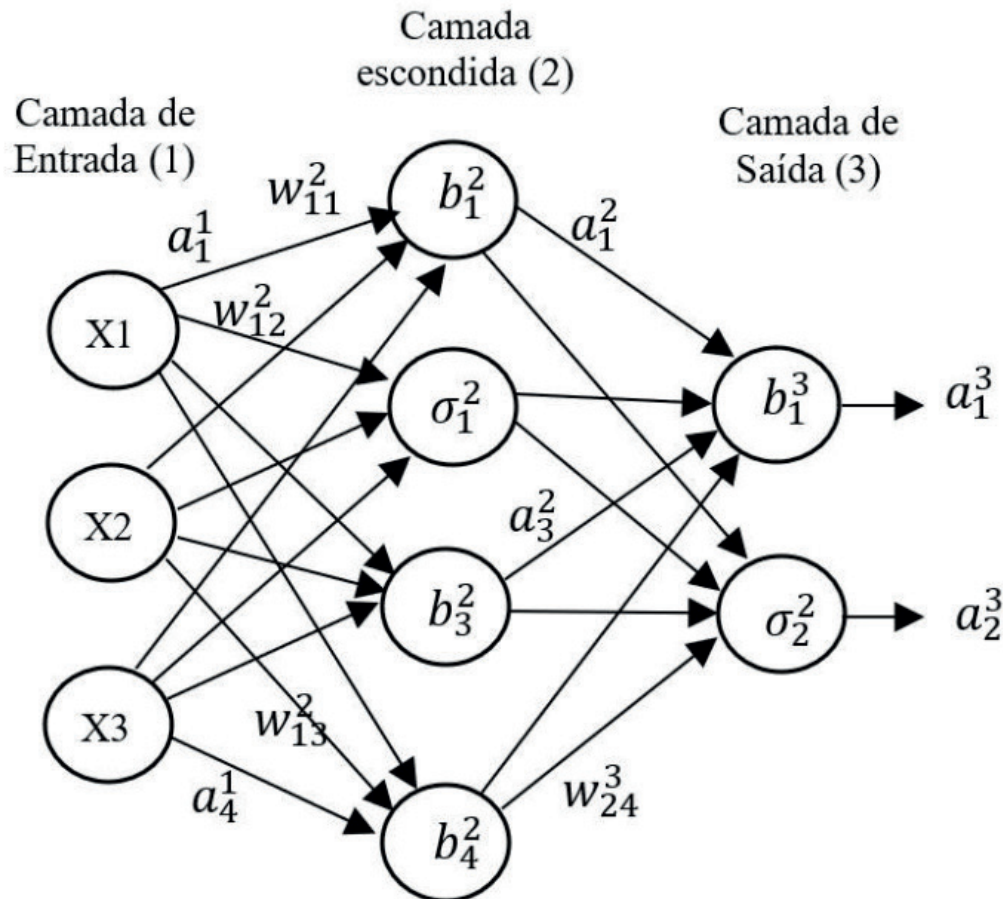
O aprendizado de máquina, uma subárea da Inteligência Artificial, envolve o desenvolvimento de algoritmos que podem melhorar seu desempenho e fazer previsões a partir de dados [Mitchell, 1997]. Há três categorias principais: aprendizado supervisionado, onde o algoritmo aprende a partir de exemplos rotulados; aprendizado não supervisionado, que identifica padrões em dados não rotulados; e aprendizado por reforço, onde um agente aprende a tomar ações com base em recompensas e punições [Russell and Norvig, 2016, Kaelbling et al., 1996].

## 2.4 Redes Neurais Artificiais

Redes neurais artificiais são modelos computacionais inspirados no cérebro

humano, compostos por neurônios interconectados [Russell and Norvig, 2016]. Cada neurônio recebe um conjunto de entradas, realiza cálculos e produz uma saída através de uma função de ativação. O treinamento de redes neurais envolve ajustar os pesos das conexões para minimizar o erro entre as saídas desejadas e as saídas produzidas pela rede. A Figura 2 ilustra um modelo genérico de uma rede neural.

Figura 2: Modelo genérico de uma rede neural artificial.



A atualização dos pesos é geralmente realizada através do algoritmo de retropropagação (backpropagation) [Rumelhart et al., 1986]. Durante o treinamento, o erro é calculado e retropropagado através da rede para atualizar os pesos de maneira proporcional à contribuição de cada peso ao erro.

### 2.4.1 Segmentação da Area de Impressão Digital

A segmentação é uma etapa crítica no reconhecimento de impressões digitais, pois envolve a identificação e isolamento da região da imagem contendo a impressão digital. Diversas técnicas foram propostas para a segmentação de imagens de impressões digitais, incluindo métodos baseados em limiarização, morfologia matemática, e classificadores [Bazen and Gerez, 2001, Xin et al., 2004, Vasconcelos and Pedrini, 2018].

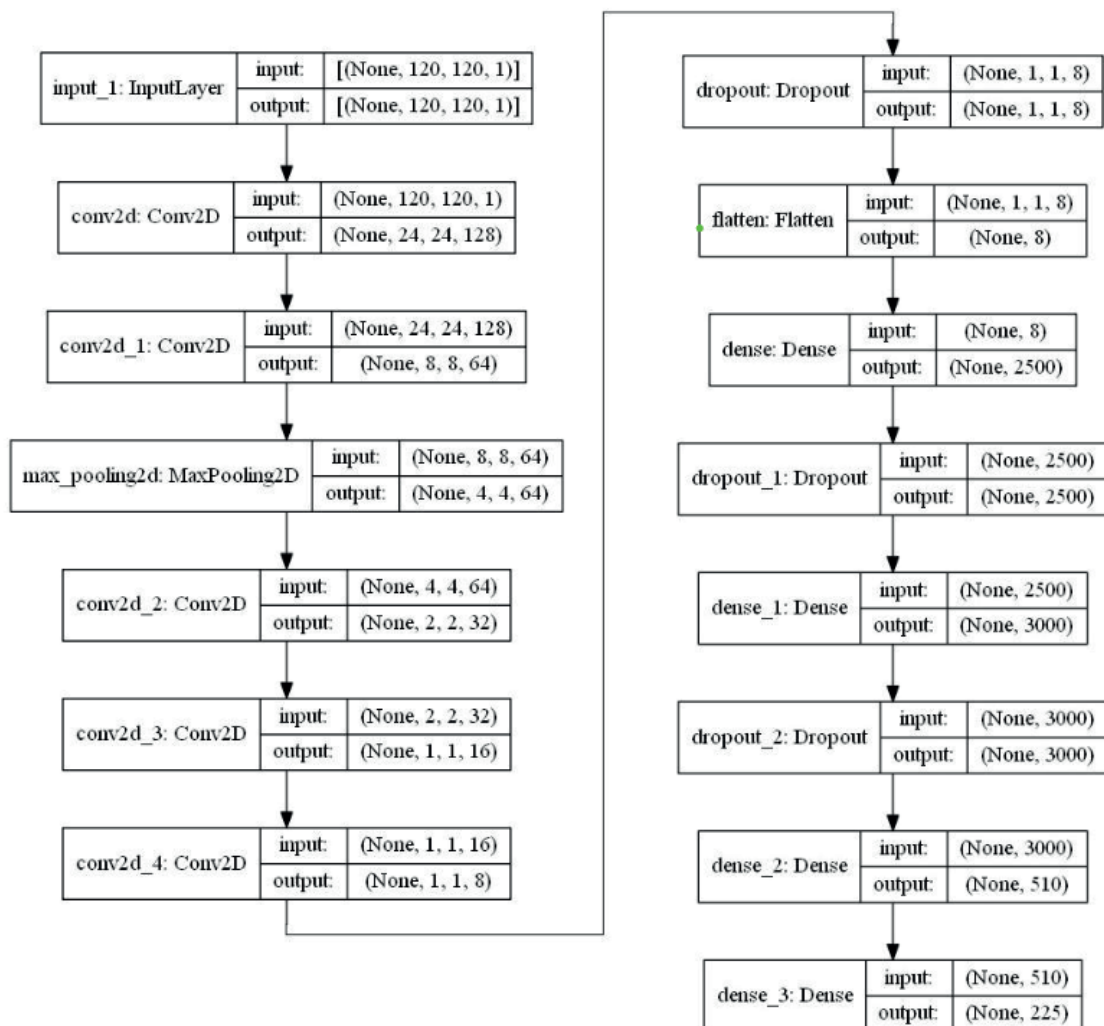
### 3. A ABORDAGEM PROPOSTA

Esta seção descreve a abordagem proposta para a segmentação de imagens de impressões digitais, focando na separação da área de interesse da imagem. O método é baseado no uso de redes neurais convolucionais, que são treinadas usando um conjunto de dados específico.

#### 3.1 Arquitetura da Rede Neural

A rede neural convolucional utilizada para a segmentação foi projetada para identificar eficientemente as regiões da imagem que representam a impressão digital. A arquitetura consiste em duas camadas de convolução iniciais, seguidas por uma camada de pooling que reduz a dimensionalidade da imagem por um fator de quatro. Em seguida, há três camadas adicionais de convolução, três camadas de dropout para prevenir overfitting, e finalmente quatro camadas densamente conectadas. As funções de ativação ReLU são empregadas em todas as camadas, exceto a última, que utiliza uma função sigmoide. A Figura 3 ilustra a arquitetura da rede neural convolucional.

Figura 3: Arquitetura da rede neural convolucional proposta para a segmentação de imagens de impressões digitais.



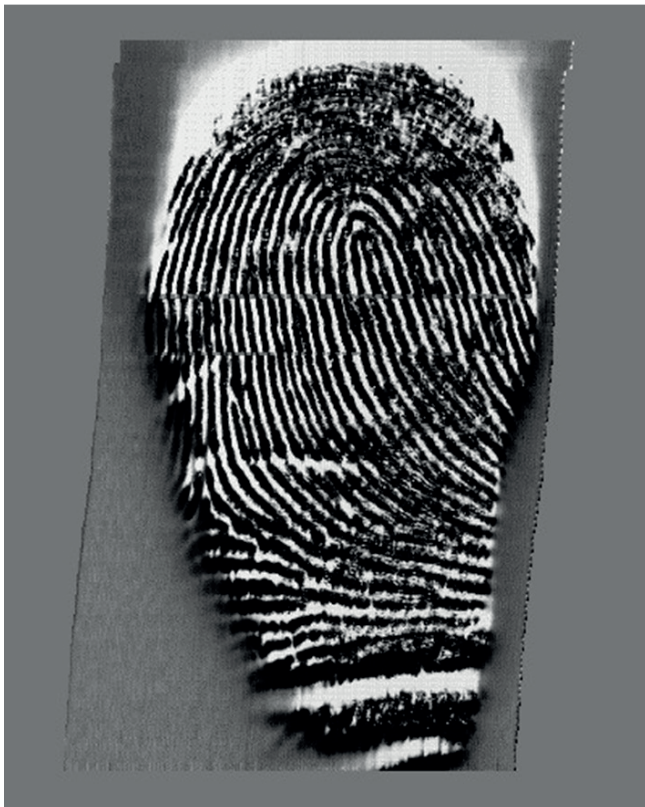
### 3.2 Dataset Utilizado

Para treinar e avaliar o desempenho da rede neural, foram utilizadas as bases de dados DB1, DB2, DB3 e DB4 do FVC2006, contendo um total de 6720 imagens de impressões digitais. Essas bases são provenientes de diferentes tipos de sensores e incluem imagens geradas artificialmente. O uso dessas bases de dados é padrão na área, devido à sua qualidade e diversidade, facilitando a avaliação do desempenho do algoritmo em diferentes cenários.

### 3.3 Geração dos Targets

Para a geração dos targets, foi empregado o algoritmo atualmente melhor classificado no FVC o Neurotechnology v12.0. Todas as imagens do dataset foram processadas por esse algoritmo, resultando em imagens em preto e branco representando a área da impressão digital. Essas imagens foram analisadas em blocos de 8x8 pixels, determinando se cada bloco correspondia à área da impressão digital ou ao fundo, com base na quantidade de pixels pretos presentes.

**Figura 4:** Comparação entre a imagem original (a) e o resultado do processamento pela Neurotechnology (b), utilizado para geração de targets.



(a) Imagem original



(b) Imagem resultante do processamento pela Neurotechnology.



### 3.4 Treinamento e Avaliação

A rede neural foi treinada usando os targets gerados e as imagens do dataset. Devido à natureza bem definida das impressões digitais, com cristas e vales distintos, a rede convolucional conseguiu aprender eficientemente o padrão representativo.

Os testes realizados com imagens de bancos de dados públicos demonstraram uma AUC de 99,70% no processo de segmentação de impressões digitais. Os resultados detalhados, incluindo análises de desempenho e comparações com outras abordagens, são apresentados na Subseção 4.1.

AUC é uma sigla em inglês que significa "Area Under the Curve", ou Área Sob a Curva em português. Nas métricas de avaliação de um modelo de classificação, geralmente se refere a curva ROC (Receiver Operating Characteristic). A AUC fornece uma medida agregada do desempenho de um modelo em todos os limites possíveis. Ela pode variar de 0 a 1. Um modelo cujas previsões são 100% corretas terá uma AUC de 1, enquanto um modelo cujas previsões são 100% incorretas terá uma AUC de 0. Um modelo com uma AUC de 0,5 não tem capacidade discriminativa e é equivalente a fazer previsões ao acaso.

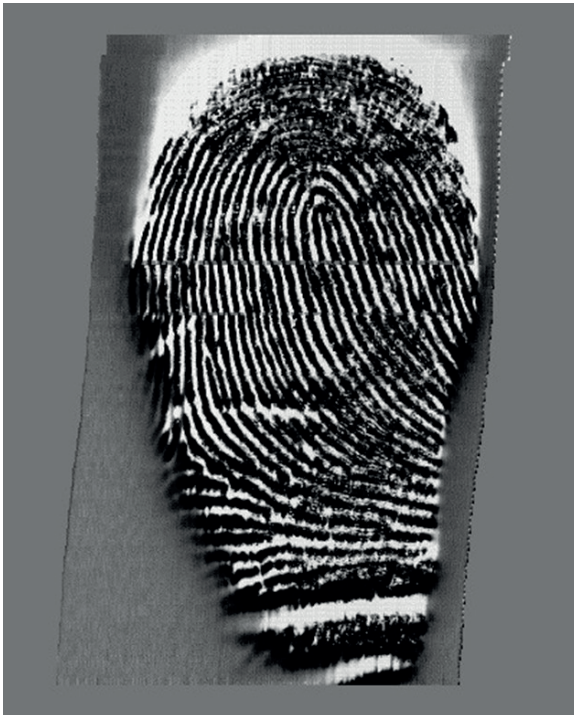
## 4. RESULTADOS E ANÁLISE

Esta seção apresenta os resultados obtidos com a abordagem proposta para segmentação de imagens de impressões digitais, juntamente com uma análise crítica dos resultados. Os aspectos mais importantes são discutidos, incluindo a eficácia da segmentação e as implicações desses resultados para a etapa de extração de minúcias.

### 4.1 Qualidade da Segmentação da Impressão Digital

A Figura 5 ilustra um exemplo de uma imagem antes e depois de passar pelo algoritmo de segmentação proposto. A Figura 5a mostra uma imagem de impressão digital de entrada que é de baixa qualidade, contendo diferentes regiões de fundo e partes da impressão digital que estão borradas.

**Figura 5:** Comparação entre a imagem original (a) e o resultado da segmentação (b).



(a) Imagem original



(b) Imagem resultante do processamento pela Neurotechnology.

A rede convolucional foi capaz de identificar de forma satisfatória as regiões da imagem que contém a impressão digital, como pode ser visto na Figura 5b. A segmentação resultante retém a área de interesse, enquanto o fundo é deixado em branco. Notavelmente, a rede conseguiu descartar a porção borrada da imagem, que não continha características de impressão digital úteis. A acurácia média do modelo de segmentação foi de 96%. Uma análise dos erros revelou que o modelo tende a interpretar algumas porções da impressão digital como fundo. No entanto, isso não impacta negativamente o processo de reconhecimento, uma vez que as regiões remanescentes ainda contêm informações suficientes para a identificação.



## 4.2 Impacto na Extração de Minúcias

O impacto da segmentação na etapa de extração de minúcias é ilustrado na Figura 6. A Figura 6a mostra as minúcias extraídas usando o algoritmo clássico, enquanto a Figura 6b mostra as minúcias após aplicar a segmentação proposta.

**Figura 6:** Comparação entre minúcias identificadas sem segmentação (a) e com segmentação (b).



É evidente que o número de minúcias identificadas pelo algoritmo clássico é significativamente maior devido à presença de ruído e regiões de fundo. Ao restringir a área de análise para apenas a região contendo a impressão digital, o modelo proposto efetivamente elimina as minúcias falsas. Embora a área de análise seja reduzida, ainda existem suficientes minúcias verdadeiras (cerca de quarenta) para possibilitar um reconhecimento de impressão digital eficaz.

## 4.3 Conclusão

Este trabalho apresentou uma abordagem inovadora para aprimorar o processo de verificação de impressões digitais, empregando técnicas de Inteligência Artificial.

### 4.3.1 Contribuições e Resultados

A introdução de uma rede neural convolucional para a segmentação de imagens de impressões digitais mostrou-se uma contribuição valiosa. Ao focar especificamente

na região de interesse, a segmentação eficiente mitigou a extração de minúcias falsas, que era um problema notório com algoritmos tradicionais. A acurácia do modelo proposto superou os métodos convencionais utilizados anteriormente, mesmo em cenários com imagens de baixa qualidade. Isso implica em melhorias significativas na confiabilidade e robustez dos sistemas de identificação de impressões digitais, o que é especialmente benéfico para aplicações de alta segurança.

### 4.3.2 Integração e Implementação Futura

Como próxima etapa, é imperativo integrar os modelos desenvolvidos com o algoritmo principal. O algoritmo foi implementado em C++, e a integração com os modelos de aprendizado de máquina será realizada através da biblioteca OpenCV.

**OpenCV** OpenCV, que significa Open Source Computer Vision, é uma biblioteca de programação popular e altamente eficiente para processamento de imagens e visão computacional. Oferece interfaces em C++, Python, Java e suporta diversos sistemas operacionais, incluindo Windows, Linux, e macOS. É amplamente usado em aplicações de visão computacional em tempo real devido ao seu alto desempenho e conjunto abrangente de funcionalidades. Uma das vantagens de usar o OpenCV é a sua capacidade de integrar-se facilmente com várias bibliotecas e ferramentas de aprendizado de máquina, o que o torna uma opção ideal para a integração dos modelos de aprendizado de máquina desenvolvidos neste projeto com o algoritmo de verificação de impressões digitais implementado em C++.

**ONNX** ONNX, que significa Open Neural Network Exchange, é um formato aberto para representar modelos de aprendizado profundo. Ele permite que os desenvolvedores movam modelos entre diferentes frameworks de aprendizado de máquina, como TensorFlow, PyTorch, e Caffe2, com mais facilidade. Ao exportar modelos TensorFlow no formato ONNX, é possível garantir compatibilidade com uma ampla gama de bibliotecas e ferramentas, além de otimizar o desempenho em diferentes plataformas e dispositivos.

**Processo de Integração** No contexto deste trabalho, os modelos TensorFlow desenvolvidos para segmentação de imagens e avaliação de similaridade serão exportados no formato ONNX. Posteriormente, esses modelos serão carregados no ambiente C++ utilizando a biblioteca OpenCV. Isso permitirá que o algoritmo principal de verificação de impressões digitais se beneficie das capacidades de aprendizado de máquina dos modelos, aumentando significativamente a precisão e eficiência do processo. A integração de OpenCV e ONNX oferece uma abordagem flexível e otimizada para alcançar os objetivos de desempenho e escalabilidade necessários em aplicações de verificação de impressões digitais em tempo real.

---

### 4.3.3 Perspectivas e Recomendações

A abordagem proposta mostra grande promessa, e há um otimismo considerável em relação a sua aplicação prática. No entanto, é importante reconhecer que há espaço para aprimoramentos futuros. Por exemplo, explorar novas arquiteturas de redes neurais e técnicas de pré-processamento de imagens podem potencialmente aumentar a acurácia da segmentação. Além disso, a análise de desempenho em cenários do mundo real e a otimização para diferentes dispositivos serão essenciais para garantir a viabilidade e escalabilidade da solução. Em suma, este trabalho serve como um ponto de partida promissor para avanços contínuos no campo de verificação de impressões digitais.

## REFERÊNCIAS

[Abdullah and Al-Ashoor, 2020] Abdullah, S. A. and Al-Ashoor, A. (2020). **An artificial deep neural network for the binary classification of network traffic**. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(1).

[Bazen and Gerez, 2001] Bazen, A. and Gerez, S. (2001). **Segmentation of fingerprint images**. 12.

[Champod et al., 2004] Champod, C., Lennard, C. J., Margot, P., and Stoilović M. (2004). **Fingerprints and Other Ridge Skin Impressions**. CRC Press, Boca Raton, FL, first edition.

[Gabor, 1946] Gabor, D. (1946). **Theory of communication**. In *Journal of IEE* (London), volume 93, pages 429 – 457. IJCB.

[Goodfellow, 2016] Goodfellow, I. (2016). **Deep Learning**. The Mit Press, second edition.

[Jain et al., 2004] Jain, A., Ross, A., and Prabhakar, S. (2004). **An introduction to biometric recognition**. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 14(1):4 – 20.

[Kaelbling et al., 1996] Kaelbling, L. P., Littman, M. L., and Moore, A. W. (1996). **Reinforcement learning: A survey**. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 4:237–285.

[Maltoni et al., 2009] Maltoni, D., Maio, D., Jain, A. K., and Prabhakar, S. (2009). **Handbook of Fingerprint Recognition**. Springer, second edition.

[Mitchell, 1997] Mitchell, T. (1997). **Machine Learning**. McGraw-Hill International Editions. McGraw-Hill.

[Rumelhart et al., 1986] Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., and Williams, R. J. (1986). **Learning representations by back-propagating errors**. *Nature*, 323:533–536.

[Russell and Norvig, 2016] Russell, S. and Norvig, P. (2016). **Artificial Intelligence: A Modern Approach. Always learning.** Pearson.

[Schuch et al., 2017a] Schuch, P., Schulz, S. D., and Busch, C. (2017a). **Convnet regression for fingerprint orientations.** In **Scandinavian Conference on Image Analysis**, pages 325 — 336. SCIA.

[Schuch et al., 2017b] Schuch, P., Schulz, S. D., and Busch, C. (2017b). **Deep expectation for estimation of fingerprint orientation fields.** In **International Joint Conference on Biometric pages** 185 – 190. IJCB.

[Vasconcelos and Pedrini, 2018] Vasconcelos, R. and Pedrini, H. (2018). **Fingerprint image quality assessment based on oriented pattern analysis.** **Lecture Notes in Computer Science**, 11401:19–22.

[Xin et al., 2004] Xin, Y., Jiangang, C., Tian, J., and Chen, X. (2004). **Segmentation of fingerprint images using linear classifier.** **EURASIP Journal on Advances in Signal Processing**, 2004.

# O FUTURO DAS INTELIGÊNCIAS E SEUS ABEIRAMENTOS COM A APRENDIZAGEM

**Vinicius Oliveira Seabra Guimarães** – (Doutor em Educação pela PUC Goiás, com pós-doutorado em Educação pela UNIFAL-MG, é Mestre em Educação e possui diversas especializações nas áreas de docência, gestão escolar e coordenação pedagógica. Atualmente, é professor visitante no Programa de Mestrado em Ensino para a Educação Básica no Instituto Federal Goiano (PPG-EnEB) e Diretor da Escola do Futuro do Estado de Goiás (EFG) em Aparecida de Goiânia/GO. Também atua como Diretor Acadêmico da Faculdade de Piracanjuba (FAP), coordenador de pós-graduação e pesquisa, além de ser professor-tutor e formador na UEG e UFSC. E-mail: vs.seabra@gmail.com)

## RESUMO

O texto aborda as diferenças e interações entre a Inteligência Orgânica, Inteligência Artificial, Inteligência Emocional e Inteligências Múltiplas. Cada uma dessas inteligências possui características, impactos e aplicações distintos na sociedade. A Inteligência Orgânica está ligada à biologia e evolução dos organismos vivos, enquanto a Inteligência Artificial envolve a criação de sistemas que imitam a inteligência humana. A Inteligência Emocional foca no gerenciamento e compreensão das emoções, e as Inteligências Múltiplas sugerem a existência de diferentes tipos de inteligência. O texto conclui que a inteligência do futuro dependerá de adaptação, criatividade, inteligência emocional, pensamento interdisciplinar e consciência ética, essenciais para navegar um mundo em constante mudança.

**Palavras-Chave:** 1. Inteligência Orgânica; 2. Inteligência Artificial; 3. Inteligência Emocional; 4. Inteligências Múltiplas; 5. Futuro da Inteligência

## INTRODUÇÃO

Neste capítulo vamos explorar as diferenças e abeiramentos possíveis entre

Inteligência Orgânica, Inteligência Artificial, Inteligência Emocional e Inteligências Múltiplas, apontando ao final como essas inteligências moldam o futuro das próprias concepções e aplicações da inteligência. Cada um desses campos tem suas próprias características distintas, impactos e aplicações na sociedade, o que torna essencial entender sua natureza e interconexões.

A Inteligência Orgânica refere-se à capacidade cognitiva e adaptativa de organismos vivos, incluindo seres humanos. É inerente à biologia e evolução. Esse tipo de inteligência depende de processos biológicos, como o sistema nervoso, que permitem a percepção, a aprendizagem, a tomada de decisões e a adaptação ao ambiente. A Inteligência Orgânica funciona de forma autônoma e não é criada ou programada externamente.

A Inteligência Artificial (IA), refere-se à criação de sistemas de computador capazes de realizar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana, como aprendizado, raciocínio e resolução de problemas. É construída por humanos usando algoritmos, programação e dados. Essa inteligência depende da programação e treinamento humano. Exemplos tangíveis desta inteligência são: chatbots, carros autônomos, assistentes virtuais como a Siri, análise de dados em grande escala.



A Inteligência Emocional, refere-se à habilidade de reconhecer, compreender, gerenciar e usar emoções de forma eficaz, tanto em relação a si mesmo quanto aos outros. Ela envolve a consciência das próprias emoções e das emoções dos outros. Esse tipo de inteligência se aplica na capacidade de lidar com o estresse, empatia, habilidades sociais, autogestão emocional. Um dos autores mais proeminentes nessa linha de abordagem é o Daniel Goleman (2005; 2012).

As Inteligências Múltiplas, refere-se à teoria proposta por Howard Gardner (1994; 1995) que sugere a existência de diferentes tipos de inteligência, além da inteligência tradicionalmente medida pelo QI. Gardner (1994; 1995) identificou oito inteligências: linguística, lógico-matemática, musical, espacial, corporal-cinestésica, interpessoal, intrapessoal e naturalista. Para esse autor, cada pessoa possui uma combinação única dessas inteligências. A teoria das Inteligências Múltiplas influenciou a forma como a educação é concebida, promovendo uma abordagem mais diversificada e personalizada.

De forma sucinta e preliminar, pode-se entender que a Inteligência Orgânica é a capacidade inerente à biologia e evolução dos organismos vivos, enquanto a Inteligência Artificial é a criação de sistemas de computador que imitam a inteligência humana. A Inteligência Emocional se concentra na compreensão e gerenciamento das emoções, enquanto as Inteligências Múltiplas consideram a existência de várias formas diferentes de inteligência em seres humanos. Cada uma dessas áreas tem suas próprias características, influências e aplicações na vida humana e na sociedade.

## INTELIGÊNCIA ORGÂNICA E INTELIGÊNCIA HUMANA

A Inteligência Orgânica é a capacidade cognitiva presente em organismos vivos, incluindo seres humanos. Destaque para a evolução da inteligência orgânica e sua importância na adaptação ao ambiente.

A “Inteligência Orgânica” não é um termo amplamente reconhecido na literatura acadêmica ou científica. Por essa razão, delimitaremos o conceito no que tange a capacidade cognitiva e adaptativa de organismos vivos, incluindo seres humanos, que é uma característica fundamental da biologia e da evolução.

Organismos vivos, ao longo da evolução, desenvolveram a capacidade de se adaptar ao seu ambiente. Essa adaptação é uma forma de inteligência orgânica, pois envolve a detecção de mudanças no ambiente e a capacidade de ajustar comportamentos, fisiologia e estruturas para sobreviver e prosperar.

A inteligência orgânica muitas vezes envolve a capacidade de aprender com a experiência. Isso pode ser observado em muitos animais, que podem aprender a evitar ameaças, encontrar alimentos e resolver problemas com base em suas experiências passadas.

A comunicação entre células e sistemas dentro de organismos também pode ser considerada uma forma de inteligência orgânica. Por exemplo, o sistema imunológico é capaz de reconhecer e combater invasores estrangeiros, como bactérias, vírus e células cancerígenas, através de comunicação intrínseca e coordenação.

Os organismos vivos, incluindo seres humanos, exibem a capacidade de tomar decisões com base em informações sensoriais e processamento de dados biológicos. Isso pode envolver decisões relacionadas à alimentação, reprodução, movimento e sobrevivência.

A evolução é um processo biológico fundamental que pode ser vista como uma forma de inteligência orgânica. Organismos se adaptam e evoluem ao longo do tempo para melhor se adequarem aos desafios ambientais, muitas vezes através da seleção natural.

Vale destacar que a inteligência orgânica não envolve necessariamente raciocínio abstrato ou pensamento complexo, como é típico na inteligência artificial ou na inteligência humana. Em vez disso, ela se baseia em processos biológicos e adaptativos que permitem que os organismos sobrevivam e prosperem em seus ambientes específicos.

Há diferença entre Inteligência Orgânica e Inteligência Humana, porém neste capítulo aplicamos a lógica da Inteligência Orgânica como equivalente a Inteligência Humana. Desta forma, a distinção entre ambas está relacionada ao escopo e à natureza desses conceitos: Inteligência orgânica é um conceito amplo que se aplica a todos os seres vivos, não apenas aos seres humanos. Refere-se à capacidade cognitiva e adaptativa presente em organismos vivos em geral. Inteligência humana é um subconjunto da inteligência orgânica, limitada aos seres humanos. Refere-se à capacidade cognitiva específica da espécie humana.

A Inteligência Humana, de acordo com Nogueira (2012; 2015) é altamente de-

envolvida e complexa, envolvendo habilidades como raciocínio lógico, pensamento abstrato, linguagem, memória de longo prazo, criatividade e consciência. Portanto, a principal diferença entre esses dois conceitos reside no escopo e na aplicabilidade. A inteligência orgânica é um termo que se aplica a todos os seres vivos, enquanto a inteligência humana é uma manifestação específica da inteligência orgânica, exclusiva da espécie humana é caracterizada por um alto nível de complexidade cognitiva e habilidades mentais únicas.

## INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

A Inteligência Artificial (IA) é um campo da ciência da computação que se concentra no desenvolvimento de sistemas de computador capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana. Ela visa criar programas e máquinas que podem pensar, aprender e tomar decisões de maneira autônoma. A IA é um campo multidisciplinar que abrange diversos domínios, como aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural, visão computacional e robótica. Abaixo, apresento o conceito de IA e alguns dos principais autores que contribuíram para o seu desenvolvimento:

A IA refere-se ao desenvolvimento de sistemas de computador e algoritmos que podem realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana. Isso inclui a capacidade de aprender com dados, tomar decisões com base em informações, resolver problemas complexos, compreender e gerar linguagem natural, reconhecer padrões em dados e muito mais.

A IA tem aplicações em uma ampla gama de setores, incluindo medicina, finanças, transporte, jogos, automação industrial e muito mais.

### Principais Autores da Inteligência Artificial:

**Alan Turing** (1912-1954): Turing é frequentemente considerado um dos pioneiros da IA. Ele formulou o “Teste de Turing”, um conceito que propôs uma maneira de avaliar se uma máquina pode exibir comportamento inteligente indistinguível do de um ser humano.

**John McCarthy** (1927-2011): McCarthy é conhecido por cunhar o termo “Inteligência Artificial” em 1956, quando ele organizou a Conferência de Dartmouth, que é frequentemente vista como o marco inicial do campo da IA.

**Herbert Simon** (1916-2001): Simon é conhecido por seu trabalho em resolução de problemas e tomada de decisão na IA. Ele desenvolveu programas de computador que simulavam o pensamento humano.

**Marvin Minsky** (1927-2016): Minsky é um dos fundadores da IA e fez contribuições significativas para o campo, incluindo a criação do primeiro programa de visão computacional.

**John Hopfield** (1933-2020): Hopfield fez contribuições importantes para as redes neurais artificiais, um subcampo da IA que se inspira no funcionamento do cérebro para resolver problemas.

**Geoffrey Hinton** (Nascido em 1947): Hinton é uma figura proeminente no cam-

po do aprendizado profundo (deep learning), uma área da IA que tem produzido avanços significativos em tarefas como visão computacional e processamento de linguagem natural.

**Yoshua Bengio** (Nascido em 1964): Bengio é outro líder no campo do aprendizado profundo e tem contribuído para o desenvolvimento de algoritmos de aprendizado profundo, como redes neurais profundas.

**Andrew Ng** (Nascido em 1976): Ng é conhecido por seu trabalho no desenvolvimento de cursos de aprendizado de máquina online, que ajudaram a tornar o campo mais acessível a um público amplo.

### INTELIGÊNCIA EMOCIONAL (IE)

A Inteligência Emocional (IE) é uma capacidade psicológica que envolve o reconhecimento, a compreensão e a gestão das próprias emoções e das emoções dos outros. Essa habilidade permite que as pessoas lidem eficazmente com as emoções, tanto as suas como as dos outros, para melhorar os relacionamentos, tomar decisões mais informadas e alcançar um bem-estar emocional geral.

Um dos principais autores da Inteligência Emocional (IE) é o psicólogo americano Daniel Goleman, especialmente a partir da publicação do livro “Inteligência Emocional”, publicado em 1995. Goleman desempenhou um papel fundamental na difusão do conceito de IE e na explicação de sua importância para o sucesso pessoal e profissional. Goleman foi um dos

primeiros a trazer a IE para o público em geral. Seu livro tornou o conceito acessível e compreensível para uma audiência mais ampla, explicando como as emoções desempenham um papel crucial em nossas vidas.

Goleman (2005; 2012) definiu a IE como a capacidade de reconhecer, compreender e gerenciar nossas próprias emoções, bem como as emoções dos outros. Ele enfatizou que a IE é uma habilidade fundamental que vai além do QI (Quociente de Inteligência) tradicional e é essencial para o sucesso pessoal e profissional. Goleman (2005; 2012) destacou como a IE afeta diversos aspectos da vida, incluindo relacionamentos, trabalho, saúde mental e bem-estar geral. Ele argumentou que a capacidade de lidar eficazmente com emoções é tão importante quanto habilidades técnicas e cognitivas.

As ideias de Goleman (2005; 2012) sobre IE influenciaram a educação e o mundo dos negócios. Ele argumentou que a IE pode ser ensinada e cultivada, em muitas escolas e empresas adotaram programas de desenvolvimento de IE para melhorar o desempenho e o bem-estar de alunos e funcionários.

Baseando em Daniel Goleman (2005; 2012), a Inteligência Emocional é geralmente dividida em cinco componentes principais, a saber:

**Autoconhecimento Emocional:** Envolve a habilidade de reconhecer e compreender suas próprias emoções, incluindo identificar sentimentos específicos, suas causas e como eles afetam seu comportamento.

**Autorregulação:** Refere-se à capacidade

de controlar e gerenciar suas próprias emoções de maneira saudável e construtiva. Isso inclui a gestão do estresse, a capacidade de lidar com a frustração e a capacidade de manter o equilíbrio emocional em situações desafiadoras.

**Empatia:** É a habilidade de reconhecer e compreender as emoções e perspectivas dos outros. A empatia permite que você se coloque no lugar de outra pessoa e compreenda suas necessidades e sentimentos.

**Habilidades Sociais:** Isso inclui a capacidade de interagir eficazmente com os outros, construir relacionamentos saudáveis e resolver conflitos de maneira construtiva. As habilidades sociais também envolvem a comunicação eficaz e a influência positiva sobre os outros.

**Motivação:** Refere-se à capacidade de direcionar as emoções para atingir objetivos pessoais e profissionais. Pessoas com alta motivação emocional tendem a ser mais persistentes, resilientes e orientadas para objetivos.

## INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS (IM)

A teoria das “Inteligências Múltiplas” foi proposta por Howard Gardner, um psicólogo e pesquisador da Universidade de Harvard, em 1983. Essa teoria sugere que a inteligência humana não pode ser simplificada em um único quociente de inteligência (QI), como tradicionalmente se acreditava. Em vez disso, Gardner (1994; 1995) argumenta que a inteligência é composta por múltiplas facetas ou tipos de inteligência, cada uma delas representando uma capacidade cognitiva



ou talento específico.

Gardner (1994; 1995) identificou inicialmente sete inteligências em sua teoria e posteriormente acrescentou uma oitava. As inteligências múltiplas de Howard Gardner são as seguintes:

**Inteligência Linguística:** Refere-se à habilidade de usar palavras eficazmente, tanto na comunicação oral quanto na escrita. Pessoas com alta inteligência linguística tendem a ser bons escritores, oradores e comunicadores de forma geral.

**Inteligência Lógico-Matemática:** Envolve a capacidade de resolver problemas complexos, raciocinar logicamente e compreender relações matemáticas. É a forma tradicional de inteligência medida pelo QI.

**Inteligência Musical:** Refere-se à habilidade de apreciar, compreender e criar música. Pessoas com alta inteligência musical têm um bom senso de ritmo, melodia e harmonia.

**Inteligência Espacial:** Envolve a capacidade de perceber o mundo visual e espacialmente, bem como a habilidade de resolver problemas através da manipulação de objetos no espaço. É importante em campos como arte, arquitetura e navegação.

**Inteligência Corporal-Cinestésica:** Relaciona-se à habilidade de usar o corpo de forma habilidosa para resolver problemas ou criar produtos. Isso inclui atletas, dançarinos e artesãos.

**Inteligência Interpessoal:** Refere-se à capacidade de compreender e se rela-

cionar eficazmente com outras pessoas. Pessoas com alta inteligência interpessoal são geralmente boas em empatia, comunicação e construção de relacionamentos.

**Inteligência Intrapessoal:** Envolve a capacidade de se autoconhecer e compreender suas próprias emoções, motivações e metas. É a base da autocompreensão e do desenvolvimento pessoal.

**Inteligência Naturalista:** Acrescentada posteriormente por Gardner, essa inteligência está relacionada à capacidade de observar e compreender a natureza, incluindo plantas e animais. Envolve uma conexão profunda com o ambiente natural.

É importante ressaltar que Gardner (1994; 1995) argumenta que todas as pessoas têm uma combinação única dessas inteligências, e algumas podem ser mais predominantes do que outras. Sua teoria das Inteligências Múltiplas influenciou a educação e o entendimento da diversidade de habilidades e talentos humanos, promovendo uma abordagem mais personalizada no ensino e na avaliação do potencial das pessoas.

De acordo com a teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner, as diferentes inteligências podem ser estimuladas e desenvolvidas por meio da educação e do ambiente. A teoria de Gardner (1994; 1995) sugere que as pessoas têm diferentes pontos fortes em várias inteligências, e essas habilidades podem ser cultivadas e aprimoradas com a abordagem certa.

A teoria das Inteligências Múltiplas reconhece que a inteligência não é uma única



entidade, mas sim um conjunto diversificado de capacidades. Estimular essas inteligências por meio da educação e do ambiente pode ajudar as pessoas a alcançar seu potencial máximo e a se destacar em áreas que se alinham com suas habilidades naturais e interesses.

## INTELIGÊNCIA ORGÂNICA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A Inteligência Orgânica e a Inteligência Artificial apresentam semelhanças e distinções. Apresentam abeiramentos, contraposições e possíveis pontos de colaboração. As principais diferenças entre inteligência orgânica e artificial estão em sua natureza, origem, capacidades cognitivas e relação com a consciência. Enquanto a inteligência orgânica é inerente à biologia, com consciência e aprendizado biológico, a inteligência artificial é tecnologicamente criada, simulando processos cognitivos sem consciência ou subjetividade. Ambas têm seu lugar em contextos específicos e podem complementar-se em muitas aplicações da vida moderna.

As principais semelhanças e abeiramentos entre a Inteligência Orgânica e a Inteligência Artificial são: **Processamento de Dados:** Tanto a inteligência orgânica quanto a inteligência artificial envolvem o processamento de informações e dados para realizar tarefas específicas; **Adaptação ao Ambiente:** Ambas as formas de inteligência podem se adaptar ao ambiente em que operam. A inteligência orgânica faz isso através da evolução e do aprendizado, enquanto a IA o faz através de programação e algoritmos; **Resolução de Problemas:** Tanto seres humanos quanto

sistemas de IA podem ser usados para resolver problemas complexos, cada um com suas próprias abordagens e métodos.

A realidade do século XXI requer uma integração entre a Inteligência Artificial (IA) e a Inteligência Orgânica. Desta forma, a IA pode ser usada para fornecer análises e informações relevantes que ajudam os seres humanos a tomar decisões informadas em diversas áreas, como medicina, finanças e negócios. A IA pode ser usada para auxiliar médicos no diagnóstico de doenças, análise de imagens médicas, planejamento de tratamento e pesquisa de medicamentos. Isso complementa o julgamento clínico humano. A IA pode ser usada em ambientes educacionais para personalizar o ensino e adaptá-lo às necessidades individuais dos alunos. Além disso, a IA pode criar ambientes de aprendizado interativos e adaptativos. Sistemas de tradução automática baseados em IA podem ajudar na comunicação entre pessoas que falam idiomas diferentes, facilitando a troca de informações e ideias em escala global. A IA pode automatizar tarefas mundanas e repetitivas, permitindo que os seres humanos se concentrem em atividades mais criativas e estratégicas.

A Inteligência Artificial também pode colaborar na assistência à mobilidade urbana, pois a IA em veículos autônomos pode melhorar a segurança nas estradas e fornecer maior mobilidade para pessoas com deficiências. A IA também pode ser usada em dispositivos e sistemas de monitoramento de saúde para idosos, auxiliando na detecção de problemas de saúde e no fornecimento de cuidados apropriados. A IA pode ser usa-

da para criar arte visual, música e outras formas de expressão criativa, colaborando com artistas humanos ou produzindo obras independentes. A IA pode acelerar a pesquisa científica, analisando grandes conjuntos de dados, simulações e modelagem complexa em áreas como biologia, astronomia e física. Em jogos de vídeo e simulações, a IA pode criar personagens e cenários mais realistas, proporcionando experiências de jogo mais envolventes.

É importante notar que a integração bem-sucedida da IA com a inteligência orgânica deve ser realizada com ética, transparência e consideração cuidadosa dos impactos sociais, econômicos e éticos. Além disso, a IA deve ser vista como uma ferramenta que complementa as habilidades humanas, em vez de substituí-las. O objetivo é criar sistemas que ajudem a melhorar a qualidade de vida, o trabalho e a tomada de decisões das pessoas, aproveitando o melhor das capacidades orgânicas e artificiais.

A integração da Inteligência Artificial (IA) com a Inteligência Orgânica (a capacidade cognitiva dos seres vivos, incluindo seres humanos) pode trazer muitos benefícios, mas também apresenta desafios e problemas potenciais. Segue alguns possíveis problemas que podem surgir na integração dessas duas formas de inteligência: a) Privacidade e Segurança: A coleta e o uso de grandes quantidades de dados pessoais para treinar algoritmos de IA podem levantar preocupações de privacidade e segurança. Vazamentos de dados e uso indevido de informações pessoais são riscos significativos. b) Dependência Tecnológica: A crescente dependência de sistemas de IA pode criar vulnerabilidades em nossa infraestrutura

e economia. Falhas técnicas ou ataques cibernéticos podem ter impactos significativos.

Outros recorrentes desafios são: c) Desemprego Tecnológico: A automação de tarefas por meio da IA pode resultar em desemprego em certos setores, à medida que trabalhos anteriormente realizados por seres humanos são automatizados. d) Aprimoramento Desigual: Nem todas as pessoas têm igualdade de acesso à tecnologia e aos benefícios da IA, o que pode aprofundar as desigualdades sociais e econômicas. e) Efeitos Psicológicos: A interação constante com sistemas de IA, como assistentes virtuais, pode ter efeitos psicológicos indesejados, incluindo isolamento social e diminuição da interação humana. f) Ética em Tomada de Decisão: A delegação de decisões importantes a sistemas de IA levanta questões éticas sobre quem é responsável por decisões incorretas ou prejudiciais.

Para abordar esses problemas, é fundamental adotar uma abordagem ética e responsável na integração da IA com a inteligência orgânica. Isso inclui o desenvolvimento de regulamentações adequadas, a transparência nos algoritmos de IA, a ênfase na diversidade e equidade na coleta de dados, a promoção do aprendizado contínuo para a adaptação às mudanças tecnológicas e o compromisso com valores éticos e humanos fundamentais. A integração bem-sucedida da IA com a inteligência orgânica deve ser guiada por princípios que priorizem o benefício humano, a justiça e a responsabilidade.

## INTELIGÊNCIA EMOCIONAL E INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS

Ambas as teorias, inteligência emocional e as inteligências múltiplas, oferecem perspectivas complementares sobre as habilidades e capacidades que os seres humanos possuem e destacam a importância de uma abordagem mais holística para avaliar o potencial humano.

A inteligência emocional, popularizada por Daniel Goleman (2005; 2012), destaca a capacidade de reconhecer, compreender e gerenciar nossas próprias emoções, bem como as emoções dos outros. Ela engloba competências como a autorregulação emocional, a empatia, a motivação intrínseca e o reconhecimento de emoções em si e nos outros. A inteligência emocional reconhece que a inteligência não se limita apenas à capacidade cognitiva, mas também envolve habilidades sociais e emocionais fundamentais para o sucesso pessoal e interpessoal.

Por outro lado, a teoria das inteligências múltiplas, desenvolvida por Howard Gardner (1994; 1995), sugere que a inteligência não é uma única entidade, mas sim um conjunto diversificado de capacidades cognitivas. Gardner identificou inicialmente sete tipos de inteligência, incluindo linguística, lógico-matemática, musical, espacial, corporal-cinestésica, interpessoal e intrapessoal. Posteriormente, ele acrescentou uma oitava inteligência, a naturalista. Cada uma dessas inteligências representa uma habilidade ou talento específico, e as pessoas podem possuir combinações únicas delas.

A relação entre a inteligência emocional e

as inteligências múltiplas reside na ideia de que a inteligência humana é multifacetada e inclui tanto habilidades cognitivas quanto emocionais e sociais. As habilidades emocionais, como autorregulação, empatia e autorreflexão, podem ser consideradas uma parte importante das inteligências interpessoal e intrapessoal de Gardner (1994; 1995). Isso significa que as inteligências múltiplas reconhecem a importância das habilidades emocionais e sociais na avaliação do potencial humano, alinhando-se com os princípios fundamentais da inteligência emocional.

Além disso, a inteligência emocional pode ser vista como uma lente através da qual se pode entender e aprimorar as diferentes inteligências múltiplas. Por exemplo, a capacidade de reconhecer e gerenciar as emoções pode ser fundamental no desenvolvimento de habilidades interpessoais, como trabalhar em equipe ou resolver conflitos, e na melhoria do desempenho em áreas como música, esportes e arte.

A relação entre a inteligência emocional e as inteligências múltiplas está na ideia de que a inteligência humana é diversificada e inclui habilidades cognitivas, emocionais e sociais. Juntas, essas teorias oferecem uma visão mais completa do potencial humano, destacando a importância de desenvolver habilidades emocionais e sociais, juntamente com habilidades cognitivas, para alcançar o sucesso pessoal e interpessoal de forma mais abrangente. A compreensão dessas teorias pode orientar a educação, o desenvolvimento pessoal e a avaliação do potencial humano em uma variedade de contextos.

A relação entre inteligência emocional e inteligências múltiplas reside em sua vi-

são complementar da inteligência humana. Enquanto a inteligência emocional se concentra nas habilidades emocionais e sociais, as inteligências múltiplas reconhecem a diversidade de talentos e habilidades cognitivas. Juntas, essas abordagens podem oferecer uma compreensão mais abrangente da inteligência e do potencial humano.

Embora essas duas teorias compartilhem algumas semelhanças, é importante notar que a teoria das inteligências múltiplas de Howard Gardner se concentra em diferentes tipos de habilidades e talentos cognitivos, como linguística, lógico-matemática, musical, etc., enquanto a inteligência emocional se concentra especificamente na compreensão e gerenciamento de emoções.

## FUTURO DAS INTELIGÊNCIAS

À medida que avançamos rapidamente em direção a uma era marcada por avanços tecnológicos e transformações sociais sem precedentes, faz-se necessário dialogar sobre o futuro das inteligências (NOGUEIRA, 2012; 2015). A inteligência, que sempre foi uma característica intrínseca dos seres humanos, está agora entrando em um território onde interações com sistemas de IA e tecnologias inovadoras estão moldando a maneira como pensamos, aprendemos e nos relacionamos com o mundo. No entanto, o futuro da inteligência não deve ser percebido apenas como uma questão de avanços tecnológicos; ele também está intrinsecamente ligado à evolução de nossa sociedade e à maneira como decidimos usar e

compartilhar o conhecimento.

À medida que a inteligência artificial (IA) continua a se desenvolver, estamos testemunhando máquinas e algoritmos que podem processar informações em escalas anteriormente inimagináveis, realizar tarefas complexas e até mesmo aprender com base em experiências passadas. No entanto, isso também nos leva a questões éticas e filosóficas profundas sobre o papel da inteligência humana neste cenário. Devemos abordar cuidadosamente como a IA será utilizada e como ela afetará nossa sociedade. A automação de tarefas rotineiras pode liberar seres humanos para se concentrarem em tarefas mais criativas e complexas, mas também pode resultar em desemprego tecnológico e desigualdades econômicas crescentes.

O futuro da inteligência também abrange a educação e o desenvolvimento humano. À medida que reconhecemos a diversidade de habilidades e talentos humanos, refletida na teoria das inteligências múltiplas de Howard Gardner (1994; 1995), devemos repensar nossos sistemas educacionais. A educação do futuro deve ser personalizada, reconhecendo e nutrindo as habilidades individuais de cada aluno, seja ela em inteligência linguística, matemática, musical, espacial, interpessoal ou outras. Também devemos promover a inteligência emocional, capacitando as pessoas a reconhecer e gerenciar suas próprias emoções e as dos outros, conforme destaca Nogueira (2012; 2015).

Além disso, o futuro da inteligência está intrinsecamente ligado à ética e à responsabilidade. Devemos considerar como as tecnologias de IA são usadas, especial-



mente em áreas sensíveis como medicina, justiça, privacidade e segurança. A garantia de que essas tecnologias sejam desenvolvidas e utilizadas de maneira ética é essencial para evitar abusos e prejuízos.

Em última análise, o futuro da inteligência será moldado por nossas escolhas e ações como sociedade. Devemos abraçar a tecnologia como uma ferramenta para melhorar a qualidade de vida, o conhecimento e a eficiência, mas também garantir que a humanidade permaneça no controle e que os valores éticos e morais continuem a guiar nossas decisões. A inteligência do futuro não será apenas uma questão de quociente de inteligência (QI) ou capacidades tecnológicas, mas também de inteligência emocional, inteligência social, sabedoria e consciência coletiva. Em última análise, o futuro da inteligência deve ser moldado por uma visão humanística que valorize o potencial humano e promova o bem-estar de todos.

O desenvolvimento da inteligência no futuro está inextricavelmente ligado à evolução da sociedade, marcada por avanços tecnológicos, mudanças culturais e desafios globais. À medida que visualizamos esse cenário, é evidente que o desenvolvimento da inteligência desempenhará um papel central na construção de uma sociedade mais adaptável, inclusiva e consciente.

Primeiramente, a tecnologia desempenhará um papel fundamental no desenvolvimento da inteligência no futuro. A inteligência artificial (IA), a aprendizagem de máquina e a automação continuarão a evoluir, transformando a maneira como aprendemos e trabalhamos. A IA poderá

personalizar a educação, adaptando-se ao ritmo e estilo de aprendizado de cada indivíduo. Plataformas de e-learning e realidade virtual proporcionarão experiências de aprendizado imersivas, permitindo que as pessoas explorem virtualmente conceitos complexos e se engajem em ambientes de aprendizado interativos.

A inteligência do futuro também estará profundamente relacionada à capacidade de compreender e resolver problemas complexos. À medida que enfrentamos desafios globais, como mudanças climáticas, escassez de recursos e pandemias, a inteligência coletiva será essencial. A colaboração global e a interdisciplinaridade se tornarão mais comuns, permitindo que as sociedades aproveitem a diversidade de conhecimento e experiência para abordar problemas globais.

A inteligência emocional desempenhará um papel cada vez mais importante no desenvolvimento da sociedade do futuro. À medida que as interações sociais se tornam mais globais e virtuais, a empatia, a inteligência social e a resolução de conflitos se tornarão habilidades essenciais para promover a compreensão mútua e a cooperação.

Além disso, o desenvolvimento da inteligência no futuro estará intrinsecamente ligado à educação ao longo da vida. À medida que o conhecimento se torna obsoleto mais rapidamente, as pessoas precisarão de habilidades de aprendizado contínuo para se manterem relevantes no Mundo do Trabalho (LIMA, 2010). A educação não se limitará mais à juventude, mas será uma jornada ao longo da vida, permitindo que as pessoas se adaptem às mudanças e explorem novas oportu-



nidades.

No entanto, a relação entre o desenvolvimento da inteligência e a sociedade do futuro não se trata apenas de avanços tecnológicos. Também envolve questões éticas e culturais. À medida que a IA e a automação se tornam mais proeminentes, surgem preocupações sobre o desemprego tecnológico e a desigualdade econômica. É crucial que a sociedade do futuro busque soluções que equilibrem o potencial da tecnologia com a equidade social e o bem-estar humano.

O desenvolvimento da inteligência no futuro será moldado pela tecnologia, pela capacidade de resolver problemas complexos, pela inteligência emocional e pela educação ao longo da vida. Essa evolução não é apenas um reflexo das mudanças tecnológicas, mas também uma resposta aos desafios sociais, econômicos e ambientais que enfrentamos. À medida que buscamos construir uma sociedade mais inteligente e adaptável, é imperativo que também consideremos como esses avanços afetarão o bem-estar e a igualdade de oportunidades para todos.

Como aplicação prática do futuro da inteligência, temos duas perspectivas tangíveis: as tecnologias afetivas e as tecnologias assistivas.

A tecnologia afetiva, também conhecida como computação afetiva, é um campo em rápido crescimento que se concentra na capacidade das máquinas de reconhecer, compreender e responder às emoções humanas. Essa área da tecnologia oferece uma ampla gama de possibilidades e aplicações que podem afetar profundamente diversas áreas da nossa

vida. Neste texto, discutirei algumas das principais possibilidades e aplicações da tecnologia afetiva.

Uma das aplicações mais visíveis da tecnologia afetiva é a interação homem-máquina aprimorada. Com sistemas de reconhecimento de emoções, dispositivos como assistentes virtuais e chatbots podem detectar o estado emocional dos usuários e ajustar suas respostas de acordo. Isso pode levar a interações mais personalizadas e eficazes em campos como atendimento ao cliente, assistência médica virtual e educação online. Imagine um chatbot que pode detectar quando um estudante está frustrado e oferecer suporte adicional em um tópico difícil.

Outra aplicação importante da tecnologia afetiva está na saúde mental. A detecção de emoções pode ser usada para monitorar o bem-estar emocional das pessoas e identificar sinais precoces de problemas de saúde mental, como ansiedade ou depressão. Os aplicativos de saúde mental podem usar a tecnologia afetiva para fornecer suporte personalizado, sugerir estratégias de enfrentamento e até mesmo alertar profissionais de saúde quando for necessário intervenção.

Na indústria de entretenimento, a tecnologia afetiva pode transformar a forma como consumimos conteúdo. Por exemplo, sistemas de recomendação de filmes ou música podem levar em consideração não apenas suas preferências declaradas, mas também seu estado emocional atual, sugerindo conteúdo que corresponda ao seu humor. Além disso, jogos eletrônicos podem se adaptar dinamicamente com base nas emoções do jogador, tornando a experiência mais envol-

vente e imersiva.

Em setores como publicidade e marketing, a tecnologia afetiva pode ser usada para medir as reações emocionais das pessoas a anúncios e campanhas. Isso permite que as empresas ajustem suas estratégias de marketing com base nas respostas emocionais dos consumidores, aumentando a eficácia de suas campanhas publicitárias.

Outra aplicação importante da tecnologia afetiva está na área da educação. Sistemas de tutoria virtual podem monitorar o engajamento emocional dos alunos, identificando quando eles estão desinteressados ou frustrados e adaptando o conteúdo e o método de ensino para mantê-los motivados e envolvidos.

No entanto, é importante destacar que a tecnologia afetiva também levanta questões éticas e de privacidade. A coleta e o uso de dados emocionais precisam ser cuidadosamente regulamentados para proteger os direitos e a privacidade das pessoas. Enfim, a tecnologia afetiva oferece uma ampla gama de possibilidades e aplicações que têm o potencial de melhorar nossa interação com a tecnologia, nossa saúde mental, nosso entretenimento e até mesmo nossa educação. À medida que essa área continua a se desenvolver, é essencial equilibrar os benefícios com as considerações éticas e de privacidade, garantindo que a tecnologia afetiva seja usada para melhorar nossas vidas de maneira responsável e ética.

A interseção entre a tecnologia assistiva e a inteligência artificial (IA), representa um avanço notável no campo da acessibilidade e na melhoria da qualidade de

vida das pessoas com deficiências ou limitações funcionais. A combinação dessas duas áreas oferece possibilidades e aplicações que têm o potencial de revolucionar a forma como indivíduos com necessidades especiais interagem com o mundo ao seu redor.

Em primeiro lugar, a tecnologia assistiva alimentada pela IA tem o poder de personalizar soluções de suporte de maneira sem precedentes. Por meio do aprendizado de máquina e da análise de dados, os dispositivos podem adaptar suas funcionalidades de acordo com as necessidades específicas de cada usuário. Isso não apenas aumenta a eficácia das tecnologias assistivas, mas também proporciona uma experiência mais individualizada e empoderadora.

Um exemplo notável disso é a interface cérebro-computador (BCI) que utiliza IA. Ela permite que indivíduos com paralisia ou incapacidade motora comuniquem-se e controlem dispositivos apenas com o pensamento. Esse avanço possibilita que pessoas que antes eram limitadas por suas deficiências recuperem a capacidade de se comunicar e realizar tarefas cotidianas de forma independente.

Outra aplicação importante da tecnologia assistiva e da IA está na área da saúde. A IA pode ser usada para prever, diagnosticar e tratar condições médicas, muitas das quais podem afetar pessoas com deficiências. Dispositivos inteligentes de monitoramento de saúde podem alertar os pacientes sobre mudanças em seus sinais vitais, permitindo uma resposta precoce a problemas de saúde. Além disso, a IA está sendo usada no desenvolvimento de próteses e dispositivos médicos

avançados, proporcionando uma melhoria significativa na qualidade de vida de indivíduos com deficiências físicas.

No campo da educação, a tecnologia assistiva impulsionada pela IA está tornando o ensino mais acessível. Leitores de tela aprimorados, sistemas de tradução de texto para fala, assistentes virtuais e softwares de aprendizado adaptativo são exemplos de tecnologias que podem oferecer suporte personalizado a alunos com deficiências ou dificuldades de aprendizado. Isso permite que esses alunos tenham acesso a uma educação de qualidade, adaptada às suas necessidades individuais.

Além disso, a IA desempenha um papel importante na automação de tarefas rotineiras de cuidados pessoais para pessoas com deficiências, como se vestir, tomar medicamentos e realizar tarefas domésticas. Isso pode aumentar significativamente a independência e a qualidade de vida desses indivíduos.

No entanto, é importante destacar que, à medida que a tecnologia assistiva e a IA continuam a se desenvolver, questões éticas e de privacidade surgem. A coleta e o uso de dados pessoais e médicos devem ser cuidadosamente regulamentados para proteger a privacidade e a segurança das pessoas. Além disso, é fundamental que a acessibilidade digital seja incorporada desde o início no desenvolvimento dessas tecnologias, garantindo que elas sejam verdadeiramente inclusivas.

A combinação da tecnologia assistiva e da inteligência artificial oferece possibilidades e aplicações promissoras para melhorar a vida de pessoas com deficiências

ou limitações funcionais. Essa convergência representa um passo significativo em direção à inclusão, independência e qualidade de vida para todos, e deve ser continuamente desenvolvida e aprimorada para garantir que suas promessas sejam alcançadas de maneira ética e acessível.

Um dos campos mais impactantes da tecnologia assistiva é a mobilidade. Cadeiras de rodas motorizadas, scooters elétricos e exoesqueletos motorizados estão permitindo que pessoas com dificuldades de locomoção se movimentem com mais facilidade e independência. Além disso, tecnologias de controle de voz e dispositivos de rastreamento ocular estão capacitando pessoas com deficiências motoras graves a controlar dispositivos eletrônicos e até mesmo interagir com o ambiente ao seu redor.

A comunicação é outra área vital em que a tecnologia assistiva desempenha um papel fundamental. Sistemas de comunicação alternativa e aumentativa (CAA), como softwares de símbolos ou dispositivos de comunicação por texto e voz, permitem que pessoas com dificuldades na fala se expressem e se comuniquem de maneira eficaz. Além disso, aplicativos de tradução de linguagem de sinais estão facilitando a comunicação entre pessoas surdas e ouvintes, promovendo a inclusão.

Na educação, a tecnologia assistiva também está desempenhando um papel importante. Leitores de tela, softwares de reconhecimento de texto e livros digitais acessíveis estão tornando o conteúdo educacional mais acessível para alunos com deficiências visuais. Além disso, as

tecnologias de apoio ao aprendizado, como jogos educacionais acessíveis e ferramentas de organização, estão ajudando alunos com dificuldades de aprendizado a alcançar seu pleno potencial.

Embora as possibilidades e aplicações da tecnologia assistiva sejam vastas e impactantes, é essencial ressaltar a importância da acessibilidade e da personalização. A tecnologia assistiva deve ser adaptada às necessidades específicas de cada indivíduo, levando em consideração suas habilidades, preferências e limitações. Além disso, a acessibilidade digital e o design inclusivo são princípios fundamentais para garantir que as soluções tecnológicas sejam verdadeiramente acessíveis a todos.

A tecnologia assistiva está desempenhando um papel vital na promoção da inclusão, independência e qualidade de vida de pessoas com deficiências ou limitações funcionais. Suas possibilidades e aplicações são diversas, impactando áreas como mobilidade, comunicação, educação, vida independente e saúde. À medida que a tecnologia assistiva continua a evoluir, é fundamental que a sociedade continue a investir em sua pesquisa, desenvolvimento e implementação, garantindo que ela seja acessível e personalizada para atender às necessidades individuais de todos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A “nova inteligência do futuro” estará intrinsecamente ligada à capacidade de adaptação. Em um mundo em rápida transformação, a habilidade de se ajustar a novas tecnologias, ambientes de trabalho e contextos sociais será essencial. Isso inclui a capacidade de aprender rapidamente e de forma contínua, bem como de se reinventar quando necessário.

A inteligência do futuro também estará enraizada na criatividade e na resolução de problemas. A automação e a inteligência artificial podem assumir muitas tarefas rotineiras, mas a criatividade humana, a capacidade de pensar “fora da caixa” e de encontrar soluções inovadoras para desafios complexos permanecerão inigualáveis. Isso inclui a aptidão para a resolução de problemas éticos e sociais, à medida que enfrentamos dilemas cada vez mais complexos.

A inteligência emocional continuará a desempenhar um papel crucial. À medida que nos tornamos cada vez mais conectados digitalmente, a capacidade de compreender e gerenciar nossas próprias emoções, bem como de se relacionar efetivamente com os outros, será essencial para o sucesso pessoal e profissional.

A capacidade de pensar de forma interdisciplinar também será uma característica importante da nova inteligência. Muitos dos desafios que enfrentamos, como a crise climática e os problemas de saúde global, requerem uma abordagem holística que integre conhecimentos de diversas disciplinas.

Além disso, a ética e a consciência social terão um papel fundamental na nova inteligência. À medida que enfrentamos dilemas éticos complexos relacionados à tecnologia, privacidade, justiça social e sustentabilidade, a capacidade de tomar decisões informadas e éticas será cada vez mais valorizada.

Enfim, a nova inteligência do futuro não será apenas uma questão de QI ou conhecimento técnico, mas sim um conjunto diversificado de habilidades que incluirá adaptação, criatividade, inteligência emocional, pensamento interdisciplinar e consciência ética. Essas habilidades capacitam os indivíduos a navegar em um mundo em constante mudança, resolver problemas complexos e contribuir para uma sociedade mais justa e sustentável. À medida que nos preparamos para o futuro, é crucial que nossos sistemas educacionais e sociais evoluam para cultivar essas habilidades e preparar as gerações futuras para os desafios e oportunidades que estão por vir.



---

## REFERÊNCIAS

GARDNER, Howard. **Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1994.

GARDNER, Howard. **Inteligências múltiplas: a teoria na prática.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

GOLEMAN, Daniel. **Trabalhar com inteligência emocional.** 3. ed. Lisboa: Temas e Debates. 2005.

GOLEMAN, Daniel. **Inteligência Emocional: a teoria revolucionária que redefine o que é ser inteligente.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

LIMA, Ari. **A importância da inteligência emocional para o sucesso de uma organização.** São Paulo: Saraiva, 2010.

NOGUEIRA, Adriana Tanese. **Inteligente, não simplesmente esperto.** In: **PSICOLOGIA Dialética.** [S. l.], 2 maio 2012. Disponível em: <http://www.psicologia.dialetica.com/2012/05/inteligente-nao-simplesmente-esperto.html> Acesso em: 09 ago. 2023.

NOGUEIRA, Adriana Tanese. **O que é Inteligência.** In: **GAZETA Brazilian News.** [S. l.], 26 nov. 2015. Disponível em: <https://www.gazetanews.com/o-que-e-inteligencia/index.html#> Acesso em: 11 set. 2023.

# INTEGRAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E IOT NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM CIDADES INTELIGENTES

**Maria Elisa Terra Dias** – (Aluna do Curso de Engenharia de Software do Centro Universitário Alves Faria - UNIALFA)

**Rhyanne Silva De Lima** – (Aluna do Curso de Engenharia de Software do Centro Universitário Alves Faria - UNIALFA)

**Marcos Dias de Paula** – (Professor Titular da Disciplina de Inteligência Artificial da Escola Politécnica da UNIALFA)

## RESUMO

As cidades inteligentes representam uma abordagem inovadora para enfrentar os desafios da urbanização, garantia da qualidade de vida e do desenvolvimento sustentável. Este artigo busca analisar, por meio da metodologia de revisão bibliográfica, apresentar os conceitos e aplicações do uso da integração da Inteligência Artificial (IA) e da Internet das Coisas (IoT) no monitoramento ambiental de cidades inteligentes e por meio de um estudo de caso da primeira cidade brasileira certificada como cidade inteligente, demonstrar como estas tecnologias podem ser fortes aliadas na transformação das cidades em cidades inteligentes. Ao final é apresentado uma proposta de fluxo de implementação das tecnologias como IA e IoT em cidades como estratégia de transformação em cidades inteligentes.

**Palavras-Chave:** Cidades inteligentes, desenvolvimento sustentável, inteligência artificial, Internet das Coisas, monitoramento ambiental.

## ABSTRACT:

Smart cities represent an innovative approach to address the challenges of urbaniza-

tion, ensuring quality of life and sustainable development. This article aims to analyze, through the literature review methodology, present the concepts and applications of the use of the integration of Artificial Intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT) in the environmental monitoring of smart cities and, through a case study of the first Brazilian city certified as a smart city, demonstrate how these technologies can be strong allies in the transformation of cities into smart cities. At the end, a proposal for the implementation flow of technologies such as AI and IoT in cities is presented as a strategy for transformation into smart cities.

**Keywords:** Smart cities, sustainable development, artificial intelligence, Internet of Things, environmental monitoring.

## INTRODUÇÃO

O conceito de Cidades Inteligentes tem surgido como uma abordagem inovadora para enfrentar os desafios da urbanização, almejando integrar tecnologias avançadas com o objetivo de aprimorar a qualidade de vida dos habitantes urbanos e otimizar o uso de recursos. No entanto, um dos pilares centrais nesse contexto é o desenvolvimento sustentável, buscando um equilí-

brio entre o desenvolvimento econômico, social e ambiental.

Nesse contexto, a busca por cidades sustentáveis tem se destacado, não apenas como um objetivo ambiental, mas também como uma estratégia competitiva para as cidades que desejam atrair investimentos e se destacar em um cenário global. Isso se deve ao reconhecimento de que uma cidade que é conhecida por seu meio ambiente saudável ganha vantagem competitiva em relação a outras regiões. A rápida urbanização global está exercendo pressão sobre a oferta de serviços essenciais, como água potável, saneamento, moradia e saúde pública, mas também está gerando oportunidades de eficiência e inovação tecnológica.

A integração de tecnologias de Inteligência Artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT) surge como uma das principais tendências para o monitoramento ambiental em Cidades Inteligentes. A capacidade dessas tecnologias de coletar e analisar grandes volumes de dados de forma eficiente pode ser fundamental para a identificação e monitoramento de problemas ambientais. Além disso, as Cidades Inteligentes, de acordo com a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, devem incorporar IA e IoT em suas estratégias para monitorar e proteger o meio ambiente e promover o desenvolvimento sustentável.

As cidades inteligentes são um modelo de desenvolvimento urbano que busca a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos por meio da adoção de tecnologias e inovações. A integração da inteligência artificial (IA) e da internet das coisas (IoT) é uma das principais tendências para o desenvolvimento de cidades inteligentes sus-

tentáveis.

A Carta Brasileira de Cidades Inteligentes, documento que define os princípios e diretrizes para o desenvolvimento de cidades inteligentes no Brasil, destaca a importância da integração da IA e da IoT para a sustentabilidade. O documento afirma que “a integração da IA e da IoT pode contribuir para a melhoria da eficiência energética, a redução da poluição e a otimização do uso dos recursos naturais”.

O presente artigo tem como objetivo analisar a integração da IA e da IoT no desenvolvimento sustentável em cidades inteligentes. O estudo será realizado por meio de uma revisão bibliográfica e de um estudo de caso de uma cidade inteligente brasileira.

A partir das considerações anteriores, surge a seguinte questão: Como podemos otimizar a integração entre inteligência artificial e Internet das Coisas (IoT) para desempenhar um papel mais efetivo na promoção da sustentabilidade em cidades inteligentes?

Para discutir esta questão, o presente trabalho tem como objetivo analisar os desafios e oportunidades da integração da inteligência artificial e IoT para o desenvolvimento sustentável em cidades inteligentes por meio da metodologia de revisão sistemática da literatura sobre os conceitos inerentes ao tema e, de forma complementar, apresentar um estudo de caso de uma cidade brasileira, como forma de evidenciar as aplicações de IA e IOT como ferramentas para o desenvolvimento sustentável na processo de transformação das cidades em cidades inteligentes.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na era da 4ª Revolução Industrial, a interseção entre a Inteligência Artificial (IA), a Internet das Coisas (IoT) e o desenvolvimento sustentável emergiu como uma força transformadora, especialmente no contexto das cidades inteligentes. Dameiri (2012) argumenta que a convergência dessas tecnologias oferece oportunidades sem precedentes para otimizar recursos, melhorar a eficiência operacional e promover uma gestão urbana mais inteligente e sustentável. Nesse cenário, a IA e a IoT desempenham papéis complementares, permitindo a coleta, análise e interpretação de dados em tempo real para impulsionar a tomada de decisões informadas e a implementação de políticas voltadas para a sustentabilidade.

A visão de Guan (2012) aprofunda essa perspectiva, destacando que a integração dessas tecnologias não apenas melhora a qualidade de vida dos habitantes urbanos, mas também abre caminho para uma infraestrutura mais resiliente e ambientalmente responsável. Ao capacitar as cidades a se tornarem mais conectadas e adaptáveis, a IA e a IoT desempenham um papel crucial na busca por soluções inovadoras para desafios complexos, como o gerenciamento de recursos naturais, a redução de emissões de carbono e a mitigação de desastres ambientais. Assim, ao abraçar essas tecnologias emergentes, as cidades inteligentes podem se posicionar na vanguarda do desenvolvimento sustentável, promovendo um futuro mais próspero e equitativo para seus cidadãos.

### 2.1 Cidades Inteligentes

Conforme destacado por Caragliu, Del Bo e Nijkamp (2011), uma cidade alcança o status de “inteligente” quando os investimentos em capital humano e social, bem como em mobilidade urbana, impulsionam o desenvolvimento econômico sustentável e uma elevada qualidade de vida, aliados à gestão eficiente dos recursos naturais por meio de uma governança participativa. Segundo a pesquisa conduzida por Sant’Ana et al. (2021), a concepção de Cidades Inteligentes está associada à integração das tecnologias de comunicação e informação para aprimorar as operações do setor público.

Quando abordamos o título de Cidade Inteligente, reforçando que, é necessário obter uma certificação para que uma cidade seja caracterizada como uma Smart City (Cidade Inteligente), essa certificação é disposta pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) tendo como base três normas internacionais, a NBR ISO 37120, 37122 e 37123, tais normas são regulamentadas pelo World Council on City Data, instituição ligada à ONU (Organização das Nações Unidas).

Para obter a certificação de cidade inteligente, é necessário passar por um processo rigoroso composto por quatro etapas: submissão dos indicadores e normas aos responsáveis, análise e cadastro dos documentos recebidos, auditoria realizada por consultoria especializada e, por fim, auditoria pela ABNT. Durante esse processo, cada um dos 276 indicadores deve ser comprovado por meio de evidências documentais.

A definição do que vem a ser uma “Cidade Inteligente” tem sido amplamente discutido, apresentamos abaixo um quadro com



definições apresentadas pelos principais autores que discutem a temática:

**Tabela 1** – Definições de Cidades Inteligentes

| Definição  | Autor                   |
|--|-------------------------|
| "Uma Cidade Inteligente é uma cidade bem-sucedida construída sobre a 'inteligente' combinação de recursos e atividades de cidadãos autônomos, independentes e conscientes."  | (Giffinger et al. 2007) |
| "Uma cidade é considerada inteligente quando investimentos em capital humano e social, assim como em infraestrutura de comunicação tradicional (transporte) e moderna (TICs), impulsionam o crescimento econômico sustentável e uma alta qualidade de vida, com uma gestão sábia dos recursos naturais, por meio de uma governança participativa."   | (Caragliu et al. 2011)  |
| "Uma cidade inteligente é uma área geográfica bem definida, na qual tecnologias avançadas como TICs, logística, produção de energia, entre outras, cooperam para criar benefícios para os cidadãos em termos de bem-estar, inclusão e participação, qualidade ambiental e desenvolvimento inteligente; é governada por um conjunto bem definido de sujeitos, capazes de estabelecer as regras e políticas para o governo e desenvolvimento da cidade." | (Dameri 2013)           |
| "Uma cidade que monitora e integra as condições de todas as suas infraestruturas críticas, incluindo estradas, pontes, túneis, trilhos, metrô, aeroportos, portos marítimos, comunicações, água, energia, até mesmo edifícios importantes, pode otimizar melhor seus recursos, planejar suas atividades de manutenção preventiva e monitorar aspectos de segurança enquanto maximiza os serviços para seus cidadãos."                                  | (Hall et al. 2000)      |
| "Uma cidade conectando a infraestrutura física, a infraestrutura de TI, a infraestrutura social e a infraestrutura empresarial para alavancar a inteligência coletiva da cidade."  | (Harrison et al. 2010)  |
| "Uma cidade inteligente, segundo o ICLEI, é uma cidade que está preparada para fornecer condições para uma comunidade saudável e feliz diante das condições desafiadoras que as tendências globais, ambientais, econômicas e sociais podem trazer."  | (Guan 2012)             |
| "O uso de tecnologias de Computação Inteligente para tornar os componentes e serviços críticos da infraestrutura urbana, que incluem administração municipal, educação, saúde, segurança pública, imóveis, transporte e serviços públicos, mais inteligentes, interconectados e eficientes."   | (Washburn et al. 2009)  |



## 2.2 Cidades Inteligentes No Brasil

Segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), a ISO 37120 foi elaborada para permitir que as cidades avaliem e melhorem seu progresso em direção à inteligência e à sustentabilidade, utilizando um conjunto de indicadores específicos.

A ABNT Certificadora desenvolveu um processo de certificação de indicadores baseado nas normas ABNT NBR ISO 37120, ABNT NBR ISO 37122 e ABNT NBR ISO 37123. O principal objetivo desse processo é auxiliar as cidades a atraírem investimentos e promover o desenvolvimento econômico por meio de dados comparativos globais.

Esse processo possibilita a medição do desenvolvimento urbano sustentável, fornece informações para investimentos em infraestrutura com resultados mensuráveis, avalia a gestão do desempenho dos serviços urbanos e a qualidade de vida ao longo do tempo. Além disso, facilita a troca de informações e projetos por meio do compartilhamento de dados, permitindo comparações através de uma ampla gama de medidas de desempenho.

A certificação desenvolvida pela ABNT adota um processo evolutivo, classificando em 4 níveis para cada norma: Bronze, Prata, Ouro e Platina, dependendo da quantidade de indicadores certificados. Como

é um processo em constante evolução, as cidades certificadas têm a possibilidade de solicitar a avaliação de indicadores adicionais com o objetivo de alcançar um nível superior de certificação. Segundo o que foi pautado no congresso da Futurecom 2022, “Cidades inteligentes: as conquistas que o Brasil já tem”, em todo o mundo, apenas 79 cidades possuem essa certificação e vale ressaltar que, essa certificação não só destaca as aplicações tecnológicas, mas também coloca em evidência as boas práticas de gestão e sustentabilidade, o que afeta diretamente a qualidade de vida dos moradores.

Atualmente há iniciativas de cidades inteligentes estão em andamento em várias localidades ao redor do mundo, com a maioria concentrada na Europa (Caragliu et al., 2011; Manville et al., 2014), diversas nos Estados Unidos, Japão e China (Liu e Peng, 2013), e alguns projetos em outras partes do mundo, como no Brasil (Fortes et al., 2014), Emirados Árabes (Janajreh et al., 2013) e Coreia do Sul (Kshetri et al., 2014).

Esses dados evidenciam que a grande maioria dos projetos está concentrada em países desenvolvidos, com apenas alguns poucos projetos em países em desenvolvimento. No Brasil, já existem diversas iniciativas, como em São Paulo, Búzios, Recife e Joinville (KON, 2017, p.8).

[illegible]

**Figura 2 - Ranking Connect Smart Cities - 2016 - Urban Systems**

66

## 2.3 Desenvolvimento Sustentável Em Cidades Inteligentes

O conceito de Cidades Inteligentes tem ganhado destaque como uma abordagem inovadora para enfrentar os desafios da urbanização, buscando integrar tecnologias avançadas para melhorar a qualidade de vida dos habitantes urbanos e otimizar o uso de recursos. Um dos pilares centrais nesse contexto é o desenvolvimento sustentável, visando equilibrar o desenvolvimento econômico, social e ambiental.

A partir de 2009, a maioria da população global passou a residir em áreas urbanas (conforme a Organização das Nações Unidas em 2009), e frequentemente os recursos e a infraestrutura disponíveis nessas regiões não são adequadamente dimensionados para acomodar o crescimento e a concentração populacional. Uma estratégia para enfrentar essa questão envolve a implementação de cidades mais inteligentes, visando otimizar a utilização dos recursos e da infraestrutura de maneira sustentável, contribuindo para o aprimoramento da qualidade de vida dos habitantes urbanos.

Uma cidade que é conhecida por seu meio ambiente saudável ganha vantagem competitiva em relação a outras regiões que também buscam investimentos externos. Isso explica o uso do discurso do desenvolvimento sustentável como uma estratégia para obter reconhecimento e apoio (BEZERRA, 2005).

Quando fala-se de uma cidade sustentável, estamos nos referindo a um modelo urbano que, ao oferecer serviços equivalentes, procura minimizar o consumo de

energia proveniente de fontes fósseis e a utilização de recursos materiais. A compreensão desse conceito é essencial para abordar como as cidades contemporâneas podem reconciliar seu crescimento urbano com a proteção do meio ambiente e o uso eficiente dos recursos naturais.

*A noção de que as cidades deveriam ser mais sustentáveis está ligada diretamente ao conceito de modernização ecológica. Uma cidade sustentável é aquela que para uma mesma oferta de serviços, minimiza o volume de rejeitos (ACSELRAD, 2009).*

O conceito de cidade sustentável representa uma sociedade que reconhece sua capacidade de moldar e melhorar seu entorno ambiental. Nessa visão, a cidade não é apenas um elemento no ambiente, mas parte de um relacionamento harmônico.

*(...) cidade sustentável é o assentamento humano constituído por uma sociedade com consciência de seu papel de agente transformador dos espaços e cuja relação não se dá pela razão natureza-objeto e sim por uma ação sinérgica entre prudência ecológica, eficiência energética e equidade socioespacial (ROMERO, 2007).*

Uma cidade sustentável vai além de ter apenas edifícios sustentáveis em sua paisagem. Ela enfatiza a importância de incorporar parâmetros de sustentabilidade no desenvolvimento urbano tanto público quanto privado. (Carlos Leite, 2012).

A busca por um modelo padrão que guie o desenvolvimento em direção ao status de cidades sustentáveis e inteligentes enfrenta desafios consideráveis devido à grande diversidade de abordagens existentes. Atualmente, várias metodologias e programas utilizam indicadores de sustentabilidade como ferramentas de medição e



avaliação na administração urbana. No entanto, esses indicadores são apresentados em múltiplas configurações, adaptadas a diferentes contextos e propostas. Isso resulta em resultados variáveis, dependendo dos objetivos específicos de implementação (ALMEIDA; GONÇALVES, 2018).

O crescimento repentino vem causando desequilíbrios ao meio ambiente, uma situação que promove discussão sobre qual será o futuro das cidades e da população. Segundo o Relatório Mundial das Cidades 2022, aponta que a população mundial será 68% urbana até 2050, estimando um aumento de 2,2 bilhões de pessoas anualmente.

*A rápida urbanização está exercendo pressão sobre a oferta de água potável, de esgoto, do ambiente de vida e saúde pública. Mas a alta densidade dessas cidades pode gerar ganhos de eficiência e inovação tecnológica enquanto reduzem recursos e consumo de energia (ONU, 2015).*

Ao discorrer sobre o conceito de Cidades Sustentáveis, Vieira (2012) traça um panorama histórico que evidencia o avanço das pesquisas desde meados do século XIX, demonstrando a preocupação dos acadêmicos diante do crescente aumento da degradação ambiental e suas possíveis consequências para o futuro. A autora expõe as análises realizadas durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano e discute a criação, pela Organização das Nações Unidas (ONU), da Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento. Essa comissão defendeu a integração do progresso econômico com as questões ambientais, resultando no surgimento de uma nova abordagem conhecida como desenvolvimento sustentável, cuja definição engloba o seguinte

princípio: “desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias demandas” (VIEIRA, 2012).

Nalini e Levy (2017) argumentam que, aparentemente, as justificativas fornecidas até o momento oferecem um nível conceitual básico. Isso sugere que as cidades inteligentes e sustentáveis seriam, portanto, cidades baseadas em um paradigma inteligente de gestão, apoiadas por tecnologias de informação e comunicação, com o propósito de promover o crescimento sustentável em todas as suas dimensões. Nesse cenário, a inteligência serviria como um meio, enquanto a sustentabilidade se configura como o objetivo final.

## 2.4 Inteligência Artificial E Internet Das Coisas Em Cidades Inteligentes

A integração de inteligência artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT) é uma das principais tendências tecnológicas para o monitoramento ambiental em cidades inteligentes. Essas tecnologias permitem coletar e analisar grandes volumes de dados de forma rápida e eficiente, o que pode ser usado para identificar e monitorar.

problemas ambientais, como poluição do ar, água e solo, conforme cita Abreu e Marchiorri (2021) quando diz:

*A integração de IA e IoT pode ser uma ferramenta poderosa para o monitoramento ambiental em cidades inteligentes. A IA pode ser usada para analisar grandes volumes de dados coletados por sensores IoT, identificar padrões e tendências, e prever eventos futuros. Isso pode ajudar as cidades a tomar medidas*

*proativas para prevenir ou mitigar problemas ambientais.” (Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para cidades inteligentes, 2021).*

De acordo com Bartleson (2014), a Internet das Coisas é considerada uma das mais significativas revoluções tecnológicas já presenciadas pela humanidade. Este aspecto está em constante desenvolvimento e progressivamente adentrando a vida de todos. Pode ser categorizado em quatro áreas principais de conveniência: dispositivos portáteis, residências inteligentes e seus dispositivos, veículos conectados e cidades inteligentes.

A Internet das Coisas (IoT) refere-se à conexão de objetos cotidianos, como lâmpadas para iluminação pública, semáforos de trânsito, sensores de qualidade de água e ar, câmeras de vídeo, etc., à rede da Internet. Esses objetos devem ser identificados com um nome único, ter sua posição e estado conhecidos, e ser acessíveis por meio de uma rede interoperável (Coetzee and Eksteen, 2011).

O futuro das cidades inteligentes está cada vez mais direcionado para a integração da tecnologia, um tema que tem sido amplamente debatido globalmente. Um exemplo notável ocorreu em Curitiba, durante as últimas edições do Smart City Business America Congress & Expo, considerado o maior congresso de gestão urbana da América Latina. Esse evento reuniu especialistas para discutir soluções e tecnologias voltadas para o desenvolvimento urbano (QUEIROZ, 2018).

Bartleson (2014) comenta que Cidades Inteligentes pode soar futurista, porém governos já inteligentes estão colocando recursos da Internet das Coisas para ajudar

os seus cidadãos. Alguns destes projetos, programas e iniciativas são:

- O Programa “comunidades inteligentes” de Chicago traz a consciência das tecnologias digitais e da Internet para empresas, famílias e indivíduos;
- A iniciativa “City24/7” de Nova York que oferece aos seus moradores e visitantes informações importantes oriundas do governo, empresas e outras pessoas. Estas informações são apresentadas em qualquer dispositivo móvel ou em telas grandes que substituem telefones públicos desatualizados;
- A iniciativa inteligente da cidade de Amsterdam tem 45 projetos em andamento, alguns deles são gestão de energia, colaboração de saúde, acesso Wi-Fi gratuito;
- A estratégia inteligente da cidade de Lyon inclui soluções de transporte e gestão de recursos;
- Os parques tecnológicos inteligentes que estão em desenvolvimento em Kalkara, Malta, e Kochi, na Índia;

A Internet das Coisas apresenta uma ampla gama de possíveis aplicações em Cidades Inteligentes. Alguns exemplos incluem: monitoramento da estrutura de edifícios históricos, detecção de contêineres de lixo cheios, vigilância de ruídos próximos a áreas críticas como escolas e hospitais, supervisão das condições de semáforos e luminárias públicas, além do controle do consumo de energia elétrica e água em residências inteligentes (Zanella et al., 2014).

Beck (2020) argumenta que o conceito de cidade inteligente é impreciso, permitindo diversas interpretações. Ele destaca que, apesar dessa imprecisão, o conceito está



intimamente ligado às Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs). Essas tecnologias, através da Internet das Coisas (IoT), da infraestrutura de rede e de aplicativos, melhoram o dia a dia dos habitantes urbanos, oferecendo serviços mais acessíveis e flexíveis. Além disso, promovem uma economia colaborativa e compartilhável, incentivando o empreendedorismo e a inovação com novas tecnologias e abordagens para aproveitar a cidade. Isso é especialmente evidente em atividades relacionadas ao meio ambiente, energia, governança, educação, espaços públicos, mobilidade inteligente, saúde, inclusão social e negócios.

Segundo Lemos, cidadãos também precisam ser inteligentes, as pessoas não apenas podem entender melhor o ambiente em que vivem, mas também sugerir ideias criativas e inovadoras para melhorar suas cidades.

*O uso da Internet das Coisas, da computação em nuvem e do Big Data, associado ao Open Data — política de abertura de dados públicos pelas instituições governamentais —, pode ajudar no trânsito (carros, postes, semáforos e pessoas trocando informações em tempo real), no controle da poluição ambiental (sensores de CO<sub>2</sub> ou de ruído, em pontos estratégicos da cidade, que se comunicam com aplicativos de celular), no uso mais eficiente da eletricidade (tecnologia smart grid, na qual objetos sabem o que consomem e são auto-programados para poupar energia durante o seu funcionamento), etc. (LEMOS, 2012).*

Segundo a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes (MDR, 2021), as cidades inteligentes são aquelas que usam tecnologias digitais para melhorar a qualidade de vida de seus habitantes e promover o desenvolvimento sustentável. O monitoramento

ambiental é um dos principais pilares das cidades inteligentes, pois é essencial para proteger a saúde e o bem-estar dos cidadãos e para preservar o meio ambiente.

*As cidades inteligentes devem usar IA e IoT para monitorar o meio ambiente de forma proativa e eficiente. Essas tecnologias podem ajudar a identificar e prever problemas ambientais, como poluição, mudanças climáticas e desastres naturais. Isso pode permitir que as cidades tomem medidas para mitigar os impactos desses problemas e proteger seus habitantes.” (Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, 2022).*

A Internet das Coisas oferece uma solução ideal para o gerenciamento dos numerosos dispositivos conectados em uma cidade inteligente. Assim, os dados coletados na cidade são encaminhados para plataformas de software ou aplicativos para armazenamento e processamento, possibilitando a criação de serviços inovadores para a cidade.

Pode haver uma grande variedade de “Coisas” conectadas em um sistema de IoT, desde celulares, relógios e computadores até veículos e geladeiras. A Internet das Coisas conecta o mundo digital e físico adicionando serviços e inteligência para a internet sem a intervenção direta de seres humanos.

*“A tecnologia em suas mãos se atualiza e evolui em um ritmo muito maior do que qualquer sistema autoritário que o governo possa pensar em utilizar.” (NECKERMANN, 2017).*

Quando falamos de Cidades Inteligentes, é possível citar o autor Pierre Lévy, destacando suas teorias sobre inteligência coletiva e cibercultura, que podem ser relevantes para a compreensão de como as cidades podem se beneficiar da tecnologia

e da colaboração digital para se tornarem mais eficientes, inclusivas e sustentáveis.

*“...a partir dessa escuta contínua, os indivíduos e grupos que animam a cidade inteligente podem exprimir os problemas que lhes parecem mais importantes para a vida coletiva, tomar posição sobre esses problemas e formular argumentos com apoio a suas posições.” (LEVY, 2003,).*

A inteligência inovadora é vista como o nível mais avançado da inteligência urbana nas Cidades Inteligentes e Sustentáveis, pois impulsiona um processo contínuo de aprimoramento e/ou criação e/ou adaptação de produtos, serviços, ambiente construído e/ou processos urbanos de acordo com os princípios da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável. Para essa finalidade, a inteligência inovadora pode se valer tanto da inteligência artificial quanto da inteligência humana (BECK, 2020).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este artigo foi elaborado com base nas metodologias de revisão bibliográfica, para apresentação e discussão dos conceitos relativos ao tema e também da um estudo de caso para evidenciar as aplicações do uso da integração da Inteligência Artificial (IA) e da Internet das Coisas (IoT) no monitoramento ambiental de cidades inteligentes.

Conforme Macedo (1994), a pesquisa bibliográfica representa o primeiro passo em qualquer investigação científica, visando revisar a literatura existente para evitar redundância no tema de estudo ou experimentação. Por outro lado, Lakatos e Marconi (2003, p. 183) destacam que a

pesquisa bibliográfica não se limita a repetir o que já foi dito ou escrito sobre um determinado assunto, mas possibilita uma análise do tema sob uma nova perspectiva ou abordagem, levando a conclusões inovadoras.

Conforme Amaral (2007), a pesquisa bibliográfica desempenha um papel crucial em todo trabalho científico, influenciando todas as etapas de uma pesquisa ao fornecer o embasamento teórico sobre o qual o trabalho se fundamentará. Essa etapa envolve o levantamento, seleção, fichamento e arquivamento de informações relevantes para a pesquisa.

A pesquisa científica geralmente se inicia com uma fase de pesquisa bibliográfica, na qual o pesquisador busca obras já publicadas relevantes para entender e analisar o tema que será investigado.

*[...] a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (FONSECA, 2002).*

Já o estudo de caso, de acordo com Goode e Hatt (1969), o método do estudo de caso é categorizado como uma forma de análise qualitativa. Ele não é uma técnica específica; em vez disso, é uma abordagem para estruturar dados sociais enquanto mantém a integridade do objeto social

em estudo.

Conforme Gil (1996) e Berto e Nakano (2000), o estudo de caso envolve uma análise detalhada e profunda de um ou mais objetos, visando proporcionar um conhecimento abrangente e minucioso sobre eles.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As questões globais de sustentabilidade são reconhecidas como um dos principais desafios do século XXI, com a temática sendo cada vez mais aplicada e estudada, destacada pela teoria do Triple Bottom Line, que enfatiza a necessidade de considerar as esferas sociais, econômicas e ambientais para alcançar o desenvolvimento sustentável. Complementarmente, as cidades emergem como epicentros dos problemas ambientais globais, onde as dimensões social, econômica e ambiental se entrelaçam intensamente. Nesse contexto, as cidades se tornam áreas de foco para a implementação de soluções, pois a sustentabilidade global não pode ser alcançada sem uma transformação fundamental nos modelos de pensamento, gestão e planejamento urbano (European Commission, 2007).

As cidades inteligentes surgiram como um fenômeno relativamente recente sendo visto como uma sucessão da cidade da informação, cidade digital e cidade sustentável. No entanto, sua popularidade cresceu consideravelmente, após 2013, superando outras terminologias, como cidade sustentável. Em suma, as cidades inteligentes são entendidas como aquelas que fazem uso extensivo das tecnologias de informação e comunicação para fortalecer suas

vantagens competitivas, representando um modelo conceitual onde o desenvolvimento urbano é impulsionado pelo capital humano, coletivo e tecnológico. (Caragliu et al., 2011).

*Uma cidade inteligente se forma quando investimentos em capital humano e social e tradicional (transporte) e moderna (TIC) infraestruturas tecnologias de comunicação alimentam um crescimento econômico sustentável e qualidade de vida, com uma gestão sábia dos recursos naturais por meio de uma governança participativa (CARAGLIU et al., 2011).*

Portanto, considerando todos esses pontos, Hiremath(2013) descreve desenvolvimento urbano sustentável como a busca por um equilíbrio entre o progresso das áreas urbanas e a preservação do meio ambiente, com foco na equidade de renda, emprego, habitação, serviços básicos, infraestrutura social e transporte nas áreas urbanas. De acordo com Dhingra e Chattopadhyay (2016), uma cidade inteligente e sustentável estabelece metas que podem ser alcançadas de maneira flexível, confiável, escalável, acessível e resiliente. Assim, as cidades precisam prover serviços mais eficientes e adaptáveis para seus habitantes (Angelidou, 2015).

### 4.1 Integração De Tecnologias

A história da Inteligência Artificial (IA) remonta a séculos atrás, tendo suas raízes em influências tão antigas quanto a sugestão de Descartes no século XVII de que os animais poderiam ser comparados a máquinas.

A década de 1950 marcou o momento em

que John McCarthy cunhou o termo “Inteligência Artificial” e organizou a primeira conferência sobre o tema, impulsionando avanços em áreas como aprendizado de máquina e chatbots. Desde então, a IA tem progredido rapidamente, com avanços em reconhecimento de padrões e Processamento de Linguagem Natural (NLP), tornando-se uma parte integrante de nossas vidas contemporâneas, presente em assistentes virtuais, carros autônomos e sistemas de recomendação, entre muitas outras aplicações (OLIVEIRA, 2018).

Paralelamente, a ascensão da Internet das Coisas (IoT) como uma realidade palpável reflete uma jornada própria, iniciada no final do século XX com a evolução da internet e o desenvolvimento de tecnologias de comunicação sem fio. No entanto, foi nos últimos anos que a IoT começou a mostrar seu verdadeiro potencial, impulsionada pela miniaturização de sensores, o aumento da capacidade de armazenamento e o desenvolvimento de algoritmos de análise de dados. Fundamentada em conceitos-chave de conectividade e coleta de dados em tempo real, a IoT tem aplicações vastas em setores tão diversos quanto saúde, agricultura, indústria, transporte e casa inteligente.

O termo “Internet das Coisas” (IoT) foi criado em 1999 por Kevin Ashton, um visionário e pioneiro da tecnologia nascido na Inglaterra. Ashton previu que, em um futuro próximo, todas as “coisas” como televisores, geladeiras, carros, cafeteiras, máquinas industriais, entre outras, e não apenas computadores e smartphones (que ainda não existiam em 1999), estariam conectadas à internet. Essa visão se concretizou cerca de 20 anos depois, e hoje é difícil

imaginar a vida sem estarmos conectados à rede global. No entanto, a IoT começou a ganhar forma a partir de 2010, quando surgiram os primeiros produtos conectados à web.

Esses avanços convergem em direção a um futuro em que a integração da inteligência artificial e da IoT promete catalisar o desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes, oferecendo soluções inovadoras para os desafios urbanos contemporâneos (FACCIONI, 2018).

A Internet das Coisas (IoT – Internet of Things) e Inteligência Artificial (IA - Intelligence artificial) tem promovido a diversidade de objetos inteligentes com capacidade de sensoriamento, processamento, gerenciamento e comunicação, sua integração representa uma abordagem inovadora para enfrentar os desafios urbanos nas cidades inteligentes. Essa combinação permite melhorar a eficiência energética ao monitorar e controlar o consumo de energia em tempo real, prever e mitigar riscos ambientais como enchentes e poluição do ar, e aprimorar a segurança pública através de sistemas de vigilância inteligente. Além disso, possibilita otimizar a mobilidade urbana com sistemas de transporte inteligente, gerenciando o fluxo de veículos e reduzindo congestionamentos e emissões de poluentes. Em suma, a integração de IA e IoT oferece um vasto potencial para impulsionar o desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes, abordando questões-chave como eficiência energética, segurança pública e mobilidade urbana (ASHTON 2014, OLIVEIRA 2021).

## 4.2 Estudo De Caso: Cidade Inteligente Brasileira



De acordo com a Prefeitura da Cidade de São José dos Campos, em março de 2022, São José dos Campos tornou-se a primeira cidade inteligente brasileira a ser certificada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com base em normas internacionais NBR ISO 37120, 37122 e 37123, regulamentadas pelo World Council on City Data. Esta certificação representa um marco significativo no desenvolvimento urbano do Brasil, reconhecendo os esforços da cidade em adotar práticas de gestão inteligente e sustentável.

A certificação da ABNT destaca o compromisso de São José dos Campos com o desenvolvimento urbano eficiente e voltado para o futuro. Para receber esta certificação, a cidade passou por uma rigorosa avaliação, que levou em consideração.

276 indicadores contidos nas três normas em setores como serviços urbanos, qualidade de vida e práticas sustentáveis. Esses indicadores foram medidos de acordo com padrões internacionais estabelecidos pelo World Council on City Data, garantindo a comparabilidade e consistência dos dados entre diferentes cidades ao redor do mundo.

Os critérios da certificação abrangem uma ampla gama de aspectos relacionados à sustentabilidade e eficiência urbana. Por exemplo, a norma NBR ISO 37120 estabelece indicadores de desempenho relacionados à qualidade do ar, gestão de resíduos, acesso a serviços de saúde e educação, entre outros. Já a norma NBR ISO 37122 trata de indicadores específicos de infraestrutura urbana, como transporte público, energia, água e saneamento. Por fim, a norma NBR ISO 37123 aborda indicadores relacionados à governança e participação

cidadã, como transparência, acesso à informação e engajamento comunitário.

A conquista da certificação pela ABNT coloca São José dos Campos na vanguarda do desenvolvimento urbano no Brasil, servindo como um exemplo inspirador para outras cidades do país. Além disso, demonstra o potencial das normas internacionais como uma ferramenta poderosa para promover a sustentabilidade e a inovação em áreas urbanas em todo o mundo.

A cidade de São José dos Campos é um exemplo de cidade inteligente e sustentável, destacando-se por diversas características:

No Centro de Segurança e Inteligência, reconhecido como o melhor projeto de segurança do país, são utilizadas câmeras com tecnologia avançada, como reconhecimento facial e leitura de placas. Além disso, há uma ampla rede de Wi-Fi gratuito em locais públicos e salas de aula conectadas, permitindo o monitoramento em tempo real interligado com bases da Polícia Militar e do COI (Centro de Operações Integradas).

A Linha Verde, composta por ônibus 100% elétricos, é um corredor sustentável que conecta as regiões mais populosas da cidade ao centro, contribuindo para a inclusão e compactação urbana. Inclui tecnologias sustentáveis, como asfalto ecológico, ciclovia, calçadas acessíveis e alimentação elétrica por usina fotovoltaica.

O mapeamento da qualidade dos pavimentos abrange um sistema de monitoramento online de 2.800 quilômetros de vias, utilizando carros equipados com sensores para identificar anomalias no pavimento. Isso permite a identificação de trechos que necessitam de recapeamento e consertos,



contribuindo para a manutenção das vias públicas.

Com cobertura 100% de lâmpadas de LED, a cidade proporciona uma iluminação mais eficiente, moderna e sustentável em toda a sua extensão.

A prefeitura oferece 85% dos serviços online, proporcionando praticidade e agilidade aos cidadãos. Além disso, o sistema de estacionamento rotativo conta com sensores que informam a população sobre a disponibilidade de vagas, contribuindo para a mobilidade urbana.

Os semáforos inteligentes, integrados com tecnologia do Google Maps, otimizam o fluxo de tráfego na cidade. Além disso, o monitoramento por satélite permite uma fiscalização mais eficiente do território municipal, contribuindo para a prevenção de infrações ambientais.

A frota de veículos elétricos da prefeitura e o serviço de carros elétricos compartilhados, com sistema dockless, facilitam o acesso da população a veículos mais econômicos e sustentáveis.

A zona azul eletrônica, no novo modelo de estacionamento rotativo, as vagas são equipadas com sensores e a ocupação pode ser monitorada via aplicativo de smartphone. A quantidade de vagas disponíveis também é exibida em painéis eletrônicos instalados em várias áreas onde o serviço está em operação.

Além da certificação, São José dos Campos se destaca pelas diversas iniciativas que a consolidam como uma cidade inteligente e sustentável. Esses esforços não apenas beneficiam os cidadãos de São José dos Campos, mas também servem de inspiração e exemplo para outras cidades

do Brasil e do mundo. A certificação pela ABNT e as práticas inovadoras adotadas pela cidade destacam o papel das normas internacionais como uma ferramenta poderosa para impulsionar a sustentabilidade e a inovação urbana em todo o globo.

Em suma, São José dos Campos emerge como um modelo de sucesso de cidade inteligente e sustentável, demonstrando que é possível alcançar o equilíbrio entre desenvolvimento urbano e preservação ambiental por meio de uma abordagem centrada no bem-estar dos cidadãos e na utilização inteligente dos recursos disponíveis.

#### **4.3 Ia E Iot Como Ferramenta Para O Desenvolvimento Sustentável Das Cidades Inteligentes.**

Os resultados apresentados evidenciam a evolução e interseção entre a Inteligência Artificial (IA) e a Internet das Coisas (IoT) como catalisadores do desenvolvimento sustentável em cidades inteligentes. Ao analisar esses resultados à luz da literatura revisada, é possível observar uma consistência com estudos anteriores que reconhecem a IA e a IoT como elementos-chave para impulsionar o desenvolvimento sustentável em contextos urbanos (Ash-ton, 2014; Oliveira, 2021). A combinação dessas tecnologias permite abordar questões críticas, como eficiência energética e segurança pública, alinhando-se com as metas das cidades inteligentes.

Com base na pesquisa feita e nos resultados apresentados, foi elaborado uma sugestão de fluxo para implementação das tecnologias como IA e IoT em cidades

como estratégia de transformação em cidades inteligentes:

## 1. Diagnóstico e Planejamento Inicial

### a. Avaliação da Situação Atual

- **Análise de Infraestrutura:** Avaliar a infraestrutura existente, como rede de telecomunicações, transporte, energia, água e saneamento.
- **Identificação de Necessidades:** Identificar os principais desafios urbanos, como trânsito, segurança, gestão de resíduos e eficiência energética.

### b. Envolvimento das Partes Interessadas

- **Governança Participativa:** Envolver autoridades locais, cidadãos, empresas e instituições acadêmicas para obter uma visão holística e colaborativa.
- **Definição de Metas e Objetivos:** Estabelecer metas claras e mensuráveis para a implementação de IA e IoT.

## 2. Desenvolvimento de uma Estrutura Tecnológica

### a. Infraestrutura de Rede

- **Expansão da Conectividade:** Garantir a ampla cobertura de rede, incluindo 5G e Wi-Fi, para suportar dispositivos IoT.
- **Segurança de Dados:** Implementar protocolos de segurança para proteger dados coletados e transmitidos.

### b. Plataforma de Gestão de Dados

- **Coleta e Armazenamento:** Criar um sistema robusto para coleta, armazenamento e processamento de grandes volumes de dados.
- **Interoperabilidade:** Assegurar que diferentes sistemas e dispositivos possam se comunicar de forma eficaz.

## 3. Implementação de Soluções de IA e IoT

### a. Monitoramento e Gestão de Recursos

- **Eficiência Energética:** Implementar sensores inteligentes para monitorar e otimizar o consumo de energia em edifícios e iluminação pública.
- **Gestão de Resíduos:** Utilizar sensores em lixeiras para otimizar a coleta de lixo e reduzir custos operacionais.

### b. Mobilidade Urbana

- **Transporte Inteligente:** Desenvolver sistemas de transporte inteligente para gerenciar o tráfego em tempo real, reduzindo congestionamentos e emissões de poluentes.
- **Veículos Autônomos:** Integrar veículos autônomos para melhorar a eficiência e segurança do transporte público e privado.

### c. Segurança Pública

- **Vigilância Inteligente:** Implementar câmeras e sistemas de vigilância equipados com IA para monitorar e responder rapidamente a incidentes.
- **Sistemas de Alerta:** Criar sistemas de alerta para emergências, como desastres naturais, com base em dados coletados

em tempo real.

## 4. Desenvolvimento Urbano Sustentável

### a. Planejamento Urbano Inteligente

- Zonas Verdes e Infraestrutura: Utilizar IA para planejar e desenvolver zonas verdes e infraestrutura sustentável.
- Construções Inteligentes: Promover a construção de edifícios inteligentes que utilizam tecnologias de automação para melhorar a eficiência energética.

### b. Participação Cidadã

- Plataformas de Engajamento: Desenvolver plataformas digitais para facilitar a participação dos cidadãos na tomada de decisões urbanas.
- Transparência: Utilizar IA para analisar e divulgar dados sobre a gestão urbana de forma transparente e acessível.

## 5. Monitoramento e Avaliação Contínuos

### a. Avaliação de Desempenho

- Indicadores de Sucesso: Definir e monitorar indicadores de desempenho para avaliar a eficácia das soluções implementadas.
- Feedback dos Cidadãos: Coletar feedback contínuo dos cidadãos para ajustar e melhorar as soluções.

### b. Atualização e Manutenção

- Manutenção Preventiva: Implementar sistemas de manutenção preventiva para garantir a longevidade dos dispositivos IoT.

- Atualizações Tecnológicas: Manter as tecnologias atualizadas para garantir a eficiência e segurança contínuas.

## 6. Escalabilidade e Expansão

### a. Replicação de Soluções

- Pilotos e Expansão: Implementar projetos-piloto em bairros ou áreas específicas antes de expandir para toda a cidade.
- Parcerias e Colaborações: Estabelecer parcerias com outras cidades e organizações para compartilhar conhecimentos e recursos.

### b. Sustentabilidade Financeira

- Modelos de Financiamento: Desenvolver modelos de financiamento sustentável, incluindo parcerias público-privadas e investimentos em inovação.
- Economia Circular: Promover práticas de economia circular para garantir a sustentabilidade econômica e ambiental a longo prazo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada neste artigo demonstra como a integração da Inteligência Artificial (IA) e da Internet das Coisas (IoT) pode desempenhar um papel crucial no desenvolvimento sustentável das cidades inteligentes. As tecnologias discutidas não

apenas permitem o monitoramento ambiental mais eficaz, como também promovem a otimização de recursos e a melhoria da qualidade de vida urbana.

As cidades inteligentes, ao adotarem essas inovações, têm a oportunidade de enfrentar de maneira proativa os desafios da urbanização acelerada, como a poluição, o tráfego e o consumo energético, utilizando dados em tempo real para tomadas de decisão mais precisas. Essa integração de IA e IoT potencializa a criação de ambientes urbanos mais resilientes e sustentáveis, permitindo que as cidades alcancem seus objetivos de desenvolvimento com mais eficiência.

Além disso, ao adotar uma abordagem colaborativa, envolvendo cidadãos, governos e instituições privadas, essas soluções tecnológicas podem ser amplamente implementadas e expandidas, garantindo que os benefícios da transformação digital cheguem a todas as partes da sociedade. Essa convergência tecnológica abre caminho para a construção de cidades que não só atendem às necessidades do presente, mas que também se posicionam para um futuro mais sustentável e inclusivo.

Portanto, as conclusões deste estudo reforçam a importância de um planejamento estratégico e da aplicação de soluções tecnológicas avançadas para enfrentar os desafios urbanos. Espera-se que este trabalho inspire novas iniciativas de pesquisa e implementação que possam contribuir para o avanço das cidades inteligentes e a promoção do bem-estar social e ambiental.

---

## REFERÊNCIAS

Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., & Airaksinen, M. (2017). **Quais as diferenças entre cidades sustentáveis e inteligentes?** *Cidades*, 60, 234–245.

Artificial Adriano Del Pino Lino, Amanda Sizo. **A integração dos Sistemas Informáticos à Inteligência.**

ASHTON, Kevin. **Internet das Coisas, nova revolução da conectividade.** Porto BARTLESON, Karen. “The Internet Of Things Is A Standards Thing” *Electronic Design* 2014.

BECK, D. F. **O conceito de cidades inteligentes e sustentáveis a partir da análise do plano diretor estratégico de 2014 da cidade de São Paulo.** *Dissertação (Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis–Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brasil, 2020.*

BERNARDINI, Gleice. **Internet das coisas no Brasil: a comunicação nos processos interativos das cidades inteligentes.** 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2021.

BRITO, Lauro Gurgel de. **Direito à moradia em cidades sustentáveis: parâmetros de políticas públicas habitacionais.** *Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Sociais Aplicadas –Natal/RN, 2013.*

CARAGLIU, A., DEL BO, C., & NIJKAMP, P. (2009). **Smart cities in Europe.** *Serie research memoranda.*

CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. **Smart Cities in Europe.** *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82. doi:10.1080/10630732.2011.601117, 2011.

COVAS, António. **Cidades inteligentes e criativas: smartificação dos territórios.** Sílabo, 2020.

DAMERI, R. P. (2016). **Smart city research: A bibliometric analysis.** In *Smart city implementation.* Springer.



DAMERI, Roberto Patelli. **The Role of Artificial Intelligence in Smart Cities.** In: **Handbook of Research on Entrepreneurial Development and Innovation Within Smart Cities.** IGI Global, 2017. pp. 328-350.

Dhingra, M., & Chattopadhyay, S. (2016). **Avanço da inteligência dos assentamentos tradicionais - análise de casos de cidades antigas indianas e árabes.** *Revista Internacional de Ambiente Construído Sustentável*, 5(2), 549–563.

Dizdaroglu, D., & Yigitcanlar, T. (2014). **Uma ferramenta de avaliação em escala de parcelas para medir a sustentabilidade por meio de componentes do ecossistema urbano: o modelo MUSIX.** *Indicadores Ecológicos*, 41(1), 115–130.

EDUARDO MAGRINI. livro **A INTERNET DAS COISAS** 192 pg 2021.

FERREIRA, Maurício Lamano et al. **Cidades inteligentes e sustentáveis: problemas e desafios.** BENINI, Sandra Medina, p. 81-111, 2015.

FUTURECOM. **Cidades inteligentes: as conquistas que o Brasil já tem.** 2022.

GIFFINGER, R., FERTNER, C., KRAMAR, H., KALASEK, R., PICHLER-MILANOVIĆ, N., & MEIJERS, E. (2007). **Smart cities: Ranking of European medium-sized cities.** *Centre of Regional Science.*

GUANG, Xiang. **Artificial Intelligence in Smart Cities.** In: **Artificial Intelligence in IoT.** Springer, 2018. pp. 267-282.

Gudes, O., Kendall, E., Yigitcanlar, T., Pathak, V., & Baum, S. (2010). **Repensando o planejamento em saúde: uma estrutura para organizar a informação para sustentar o planejamento colaborativo em saúde.** *Revista de Gestão da Informação em Saúde*, 39(2), 18–29.

HALL, R. E. (2016). **Smarter cities: Opportunities for digital government.** IBM Center for The Business of Government.

HARRISON, C., ECKMAN, B., HAMILTON, R., HARTSWICK, P., KALAGNANAM, J., PARASZCZAK, J., & WILLIAMS, P. (2010). **Foundations for smarter cities.** IBM Journal of Research and Development.

Hiremath, R. B., Balachandra, P., Kumar, B., Bansode, S. S., & Murali, J. (2013). **Sustentabilidade urbana baseada em indicadores: uma revisão. Energia para o Desenvolvimento Sustentável**, 17(6), 555–563.

IEEE Consumer Electronics Magazine (Volume: 5, Edição: 1, Janeiro 2016) Página(s): 26 - 28 Data de publicação: 11 de dezembro de 2015

INTERNATIONAL FEDERATION OF LIBRARY ASSOCIATIONS AND INSTITUTIONS. IFLA **Statement on Libraries and Artificial Intelligence. Declaração**, de 17 de setembro de 2020.

KOMNINOS, Nicos. **Cidades inteligentes. Interface Administração Pública Local e Regional**, Anuário, p. 5-9, 2007.

KON, Fabio e SANTANA, Eduardo Felipe Zamboim. **Computação aplicada a Cidades Inteligentes: Como dados, serviços e aplicações podem melhorar a qualidade de vida nas cidades**. São Paulo/SP, 2017.

Lara, A., Costa, E., Furlani, T., & Yigitcanlar, T. (2016). **Inteligência que importa: caracterização abrangente e centrada no ser humano das cidades inteligentes. Revista de Inovação Aberta**, 2(8), 1–13.

LEITE, Carlos. **Cidades inteligentes, cidades sustentáveis**. Boolman. São Paulo, 2012

LEMOS, A. **Cidades Inteligentes**., FGV Executivo, v. 12, n. 2., julho/dezembro. M Faccioni Filho. Unisul Virtual, 2016.

Nicolescu, R., Huth, M., Radanliev, P., De Roure, D.: **Mapeando os valores da IoT**. J. Inf. Technol. 33(4), 345–360 (2018).

OLIVEIRA, R. F. **Inteligência artificial. Londrina: Educacional**, 2018. p. 12. **POSTSCAPES. Best internet of things definition**. 2017b.

POSTSCAPES. Internet of Things (IoT) History. 2017a.

---

**PREFEITURA SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, São José é certificada a primeira Cidade Inteligente do Brasil, 2022.**

Roy, M. (2009). **Planejamento para a urbanização sustentável em cidades de rápido crescimento: questões de mitigação e adaptação abordadas em Daca, Bangladesh. Habitat Internacional**, 33(3), 276–286.

São Paulo: FGV-EAESP., pp. 46-49, 2013.

TAULLI, T. **Introdução à inteligência artificial: uma abordagem não técnica.** São Paulo: Novatec, 2020. p. 10.

TURING, A. M. **Computing machinery and intelligence.** [Reino Unido], *Mind: New Series*, v. 59, n. 236, Oct. 1950, p. 433-460. DOI: 10.1093/mind/LIX.236.433.

URBAN SYSTEMS. **Ranking Connected Smart Cities**Urban Systems. 2020. Yigitcanlar, T. (2014). **Uma ferramenta de avaliação em escala de parcelas para medir a sustentabilidade por meio de componentes do ecossistema urbano: o modelo MUSIX.** *Indicadores Ecológicos*, 41(1), 115–130.

YIN, R. K. (2018). **Case study research and applications: Design and methods.** Sage publications.



# IMPRESSÃO 3D DE LENTES DE CONTATO EM HIDROGÉIS BIOATIVOS PARA LIBERAÇÃO CONTROLADA DE FÁRMACOS

**Elyson Lúcio dos Santos Ramos** (Física de Materiais - Universidade de Pernambuco; E-mail: elsr@poli.br )

**Lis Vieira Silva** (Física de Materiais - Universidade de Pernambuco; E-mail: lis.vieira@upe.br )

**Beatriz Alves Passos** (Física de Materiais - Universidade de Pernambuco; E-mail: beatriz.passos@upe.br)

**Júlio César de Fontes Patriota** (Departamento de Engenharia Biomédica - Universidade Federal de Pernambuco; E-mail: julio.fontes@ufpe.br)

**Bruna Letícia da Costa Crêspo** (Física de Materiais - Universidade de Pernambuco; E-mail: blcc@poli.br )

**Elaine Cavalcanti Rodrigues Vaz** (Física de Materiais - Universidade de Pernambuco; E-mail: ecriv@poli.br)

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo detalhar o desenvolvimento de lentes de contato terapêuticas impressas em 3D utilizando hidrogel. O processo inclui a síntese de hidrogel com HEMA, PEGDA e TPO, seguida pela fabricação mediante impressão 3D. Os resultados obtidos nos testes iniciais demonstraram haver viabilidade técnica para a produção dessas lentes, embora ajustes nos parâmetros de impressão ainda sejam necessários. Assim, a manufatura aditiva de lentes com hidrogel mostra-se promissora, necessitando de refinamentos e testes adicionais, como os de biocompatibilidade e eficácia terapêutica, para garantir um produto seguro e eficaz para uso clínico e comercial.

**Palavras-Chave:** Lentes de contato, fármacos, impressão 3D, hidrogel.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Tipos De Impressão 3d

A impressão 3D, também conhecida como manufatura aditiva, é uma tecnologia que permite a criação de objetos tridimensionais a partir de modelos digitais, utilizando diversos materiais, como plásticos, metais e biocompatíveis. Nesse processo, as camadas são construídas uma a uma, o que proporciona alta precisão e capacidade de personalização. De acordo com O Manual de Impressão 3D (Redwood et al., 2017), esse processo transformou a produção industrial, desde o setor automotivo até o aeroespacial, oferecendo novos níveis de complexidade e design que não eram possíveis com métodos tradicionais.

Essa tecnologia pode ser dividida em dois métodos principais de impressão: por resina (SLA/DLP/LCD) e por filamento fundido (FDM), a qual é mais comum. Este último método utiliza um filamento de plástico, que é aquecido até o ponto de fusão e extrudado através de um bico para formar camadas sucessivas que criam o objeto final. Dentre as características que tornam seu uso vantajoso, estão a resistência mecânica, a facilidade de uso, a variedade de materiais disponíveis (como PLA, ABS e PETG) e a versatilidade de aplicações. Por outro lado, a impressão



por resina, que inclui métodos como SLA (estereolitografia), DLP (processamento digital de luz) e LCD (Display de cristal líquido), oferece uma precisão e um nível de detalhe muito superiores. Este método utiliza uma resina líquida fotossensível, que é solidificada camada por camada através da exposição a uma fonte de luz UV, e é ideal para aplicações que exigem alta resolução e superfícies lisas, como a fabricação de componentes odontológicos, joias, modelos anatômicos e peças de engenharia de precisão.

Ambas as técnicas de manufatura têm transformado a maneira como produtos são desenvolvidos e fabricados, permitindo maior personalização e redução de custos e de tempo de produção. A escolha entre a impressão por filamento e por resina depende das necessidades específicas do projeto, incluindo os requisitos de precisão, resistência mecânica, compatibilidade do material e custo.

## 1.2 Lentes De Contato Em Hidrogel Bioativo

Na medicina, a impressão 3D tem se mostrado particularmente promissora, tanto do ponto de vista científico quanto do social. A capacidade de fabricar dispositivos médicos personalizados, como próteses, implantes e ferramentas cirúrgicas, pode melhorar significativamente a qualidade dos tratamentos e a qualidade de vida dos pacientes. Essa promessa já começou a se traduzir em realidade em diversas áreas, inclusive na oftalmologia, com a impressão por resina de lentes de contato (LC).

Uma aplicação emergente e de grande importância dessas lentes é a administração controlada de medicamentos. LC impressas em 3D podem liberar fármacos de maneira precisa e sustentada (Maulvi et al., 2016), pois a incorporação de agentes terapêuticos é feita na dosagem ideal e diretamente na matriz da lente. Dessa forma, elas superam os desafios tradicionais associados à administração tópica de medicamentos oculares, como a baixa penetração na córnea e a rápida eliminação lacrimal. Além disso, a precisão micrométrica da técnica por resina permite a fabricação de dispositivos que se ajustam perfeitamente à curvatura dos olhos dos usuários, proporcionando maior conforto e eficácia. Esse nível de personalização é particularmente benéfico para indivíduos com condições oftalmológicas específicas que não podem ser adequadamente tratadas com LC convencionais e exigem medicação contínua, como glaucoma, uveíte, infecções oculares crônicas e síndrome do olho seco.

Para desenvolver essas lentes, foi necessário considerar a estabilidade no meio ocular e a biocompatibilidade. Nesse contexto, a classe de materiais mais relevante é a dos hidrogéis (Alam et al., 2021), que são redes poliméricas tridimensionais capazes de absorver e reter grandes quantidades de água sem se dissolverem. Essa propriedade é crucial para manter o meio ocular úmido e confortável, ajudando a evitar a secura e a irritação. Ademais, os hidrogéis possuem a capacidade de encapsular remédios e fluidos biológicos, além de reagir a estímulos externos, como forças, pH, pressão e campo magnético (Liu et al., 2021), sendo assim materiais inteligentes ideais

para uso em contato direto com o corpo humano.

Estudos de referência nesse ramo já exploraram a viabilidade e a funcionalidade da utilização de diversos materiais como monômeros para a síntese do hidrogel, dentre eles o metilmetacrilato (MMA), que origina o acrílico, e o metacrilato de hidroxietila (HEMA). Concluiu-se que este último material é o mais indicado para se utilizar em LC, devido à sua flexibilidade, grande retenção hídrica e permeabilidade ao oxigênio (Alam et al., 2021). No entanto, o uso do HEMA sozinho pode não fornecer a resistência mecânica necessária para a impressão 3D e o uso prolongado de lentes de contato, uma vez que o HEMA, por si só, pode ser insuficientemente rígido. Para superar essa limitação, combina-se o HEMA com o reticulador polietileno glicoldiacrilato (PEGDA). O PEGDA oferece uma maior resistência mecânica e ajuda na formação de uma rede sólida e estável no hidrogel, o que é crucial para a integridade estrutural das lentes impressas em 3D (Hisham et al., 2023). Dessa forma, a combinação de HEMA e PEGDA resulta em um material que equilibra de maneira ideal flexibilidade e resistência mecânica.

Além disso, a inclusão do óxido de trime-til benzoil difenilfosfina (TPO) é essencial para a formação da rede sólida do hidrogel. O TPO atua como um fotoiniciador, reagindo com a luz UV para ajudar o PEGDA e o HEMA a formarem uma estrutura reticulada robusta (Hisham et al., 2023). Dessa forma, a combinação de HEMA e PEGDA, com o auxílio do TPO, proporciona um hidrogel adequado para a aplicação em lentes de contato terapêuticas impressas em 3D, oferecendo tanto flexi-

bilidade quanto resistência mecânica.

A integração dessa técnica na produção de lentes de contato representa um passo importante na melhoria da saúde ocular e no aumento da acessibilidade a soluções visuais personalizadas. A combinação de precisão, personalização e capacidade de administração de medicamentos faz das lentes de contato impressas em 3D uma perspectiva auspiciosa para a oftalmologia e a biomedicina.

## 2. JUSTIFICATIVA

As anomalias oculares representam ocorrências comuns e significativas no organismo humano, frequentemente exigindo intervenções médicas, sejam de caráter terapêutico ou tratamentos mais invasivos, para preservar ou restaurar a saúde visual. Tradicionalmente, o tratamento dessas condições envolve a administração de medicamentos, principalmente por meio de gotejamento ou de substâncias pastosas (Gaudana et al., 2010; Lang, 1995). Entretanto, a aplicação tópica de medicamentos apresenta desafios, incluindo a necessidade de frequente administração devido à rápida eliminação lacrimal e à baixa penetração dos fármacos na córnea, resultando em uma eficácia terapêutica subótima e em potencial toxicidade ocular e sistêmica (Liu et al., 2021). Ademais, tratamentos prolongados são muitas vezes necessários, exigindo que os pacientes mantenham uma rotina rigorosa de aplicação, o que pode afetar a adesão ao tratamento e, conseqüentemente, os resultados clínicos. Estudos indicam que mais de 90% dos fármacos utilizados para distúrbios

oculares são formulados como colírios ou pomadas (Sakr et al., 2024), reforçando a necessidade de inovações que possam otimizar a entrega e a eficácia desses medicamentos.

Uma solução promissora é o uso de sistemas inteligentes de lentes de contato, projetados para a administração ocular de fármacos. Essas lentes, fabricadas com tecnologias avançadas, como a impressão 3D em hidrogéis biocompatíveis, permitem a liberação controlada e sustentada de medicamentos diretamente na superfície ocular. Esse método não invasivo aumenta significativamente a biodisponibilidade dos fármacos, reduz a frequência de administração e melhora a aderência ao tratamento por parte dos pacientes (Hisham et al., 2023). Além disso, esses avanços tecnológicos permitem a produção customizada de lentes, adaptadas às necessidades específicas de cada paciente, oferecendo uma solução reprodutível em escala e, do ponto de vista socioeconômico, com baixo custo associado. Com todos esses aspectos positivos, o tratamento de doenças oculares com essas lentes personalizadas apresenta um grande potencial de adesão por parte dos pacientes e de replicabilidade pela indústria farmacêutica. Desde 2014, por exemplo, a aplicação de lentes de contato impressas em 3D para o tratamento da uveíte (uma inflamação ocular que pode levar à perda de visão e representa 7,4% dos atendimentos oftalmológicos de emergência) tem demonstrado resultados promissores, com melhorias significativas na eficácia terapêutica e na qualidade de vida dos pacientes (Franco et al., 2021).

Apesar da relevância social dessa frente de pesquisa e de inclusive haver avanços significativos nos estudos que já foram desenvolvidos, trata-se de uma área ainda pouco explorada, oferecendo vastas oportunidades para inovação e desenvolvimento científico de relevância social.

### 3. OBJETIVOS

O principal objetivo deste projeto é investigar, desenvolver e otimizar a impressão 3D de lentes de contato em hidrogéis bioativos, capazes de realizar a liberação controlada de fármacos, atendendo às condições mínimas para tornar o produto simultaneamente seguro e eficaz do ponto de vista médico e atrativo do ponto de vista comercial. Assim, este trabalho pretende oferecer uma inovação significativa para a área, com potencial de trazer benefícios consideráveis à sociedade. Para isso, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

1. Otimização do processo de impressão 3D: Utilizando inicialmente resina comercial, ajustar os parâmetros de impressão 3D usados para garantir o formato ideal e a produção de lentes de contato com alta precisão e qualidade, evitando defeitos estruturais, melhorando a reprodutibilidade e reduzindo custos.
2. Desenvolvimento de hidrogéis bioativos: Sintetizar hidrogéis baseados em polímeros biocompatíveis (HEMA e PEG-DA), cujas propriedades são adequadas para a fabricação de lentes de contato, garantindo a integridade estrutural e a capacidade de encapsulamento de medicamentos.

**3. Prototipagem e testes iniciais:** Produzir e testar protótipos das lentes de contato com hidrogéis bioativos em condições controladas de laboratório, avaliando a viabilidade técnica e funcional dos dispositivos.

**4. Caracterização físico-química:** Realizar a caracterização das propriedades físico-químicas dos hidrogéis desenvolvidos, como molhabilidade, transparência, entre outros, assegurando que as mesmas estejam em conformidade com os padrões estabelecidos na literatura de referência.

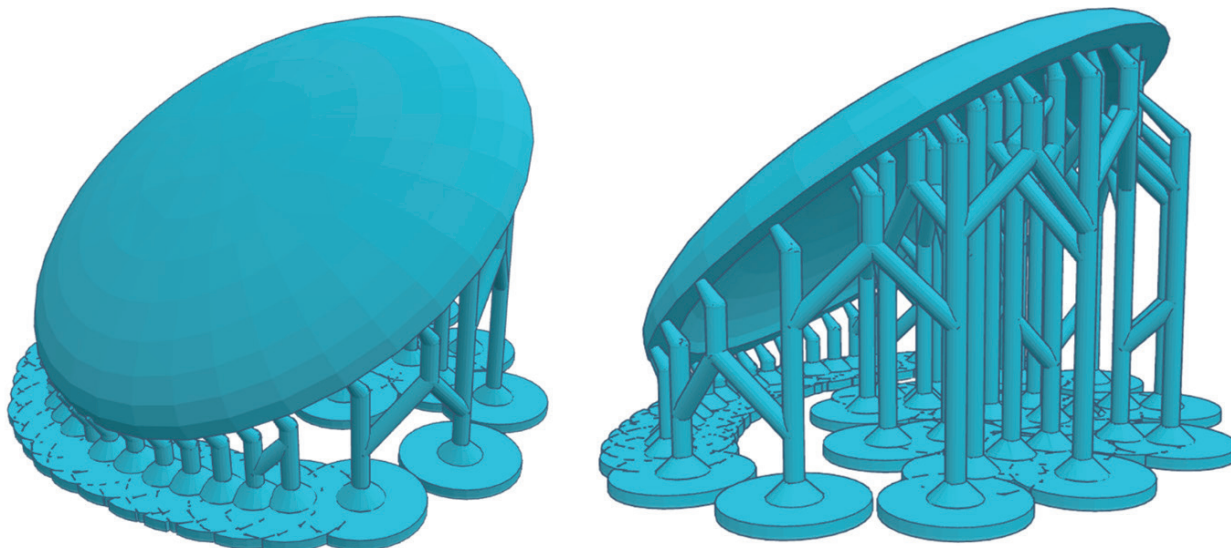
**5. Avaliação da liberação de fármacos:** Estudar a eficiência da liberação controlada de fármacos a partir das lentes de contato impressas, garantindo uma administração sustentada e eficaz de medicamentos diretamente na superfície ocular.

**6. Análise de biocompatibilidade:** Realizar testes de biocompatibilidade dos hidrogéis desenvolvidos, assegurando que os materiais utilizados não provoquem reações adversas quando em contato com o tecido ocular.

## 4. METODOLOGIA

Inicialmente, a fim de reduzir custos, o material utilizado durante a fase de otimização de parâmetros de impressão das LC foi a resina comercial Skin Bege. O modelo do corpo da lente foi feito no software MeshMixer e levado para fatiamento no software CHITUBOX. O aprimoramento dos parâmetros foi feito pelo método de tentativa e erro ao longo de várias impressões com a impressora 3D MARS 3 PRO da Elegoo, avaliando-se estabilidade do produto pós-cura, qualidade de resolução e tempo de impressão, mas mantendo-se sempre as dimensões da lente próximas às da literatura de referência. Ao final do processo, obteve-se o modelo com as medidas padronizadas de 14mm de diâmetro, 2,5mm de altura e 0,2mm de espessura (Figura 1).

**Figura 1:** Lentes de contato no software de fatiamento, prontas para impressão



Fonte: Autor.



Uma vez dominada a impressão com resina comercial comum, seguiu-se para a impressão com o hidrogel de fato. A manufatura aditiva das LC foi feita por estereolitografia do tipo MSLA com a utilização dos seguintes materiais: metacrilato de hidroxietila (HEMA), na função do monômero; polietileno glicoldiacrilato (PEGDA), como reticulador; e óxido de trimetil benzoil difenilfosfina (TPO) como fotoiniciador, por ser sensível à luz UV e, conseqüentemente, capaz de iniciar o processo de fotopolimerização.

A síntese do hidrogel baseou-se na mistura da proporção por volume de 1:1 do HEMA com o PEGDA, através de um agitador magnético, durante 15 minutos. Com a primeira agitação completa, foi adicionado 2,5% da massa da solução em TPO para uma segunda agitação de 30 minutos.

O modelo tridimensional foi levado ao programa de fatiamento CHITUBOX, no qual foi definido o posicionamento da lente na plataforma de impressão, envolvendo orientação, suportes e ângulo com a plataforma. Tais parâmetros estão dispostos na Tabela 1, bem como os parâmetros de impressão consoantes à resina sintetizada. O modelo foi rotacionado em um ângulo de 45° entre a parte interna da lente e a plataforma.

**Tabela 1** - Parâmetros de Impressão próprios para a resina produzida pela síntese de HEMA, PEGDA e TPO.

|                                      |                   |                                    |                        |
|--------------------------------------|-------------------|------------------------------------|------------------------|
| Altura da camada:                    | 0,070 mm          | Tempo de descanso após a retração: | 0,500 s                |
| Camadas de base:                     | 5                 | Distância elevação inferior:       | 5,000 + 0,000 mm       |
| Tempo de exposição:                  | 30,000 s          | Distância elevação:                | 5,000 + 0,000 mm       |
| Tempo de exposição da base:          | 80,000 s          | Distância retração inferior:       | 5,000 + 0,000 mm       |
| Contagem de camada de transição:     | 5                 | Distância retração:                | 5,000 + 0,000 mm       |
| Tipo de transição:                   | Linear            | Velocidade de elevação inferior:   | 60,000 + 0,000 mm/min  |
| Decremento do tempo de transição:    | não preenchido    | Velocidade de elevação:            | 90,000 + 0,000 mm/min  |
| Modo de espera durante a impressão:  | Tempo de descanso | Velocidade de retração inferior:   | 150,000 + 0,000 mm/min |
| Tempo de descanso antes da elevação: | 0,000 s           | Velocidade de retração:            | 150,000 + 0,000 mm/min |
| Tempo de descanso após a elevação:   | 0,000 s           |                                    |                        |

Fonte: Autor.

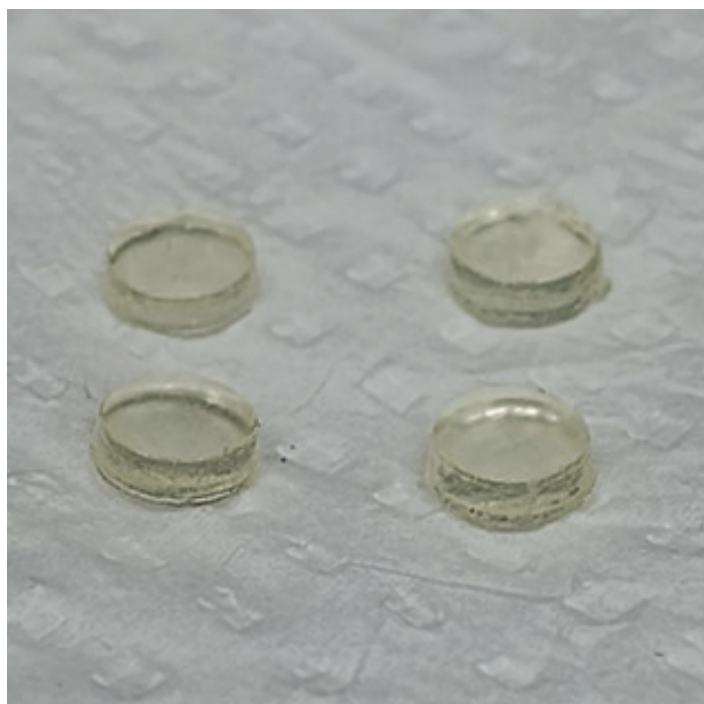


Para executar a fabricação, utilizou-se a impressora 3D MARS 3 PRO da Elegoo e a resina sintetizada. A pós-cura e a lavagem foram realizadas na Mercury Plus V2, também da Elegoo, sendo a lavagem feita com álcool isopropílico (isopropanol) e a pós-cura com uma exposição de 2 minutos em luz UV.

## 5. RESULTADOS ALCANÇADOS

Uma vez otimizado o modelo da lente no software e dominado o processo de impressão com resina comum, bem como a síntese do hidrogel, seguiu-se para a fase de impressão das lentes em hidrogel. O processo ainda carece de refinamento e sofisticação com relação aos parâmetros utilizados, todavia foi possível realizar a impressão de pequenos cilindros de hidrogel (Figura 2).

**Figura 2:** Cilindros impressos em hidrogel próprio.

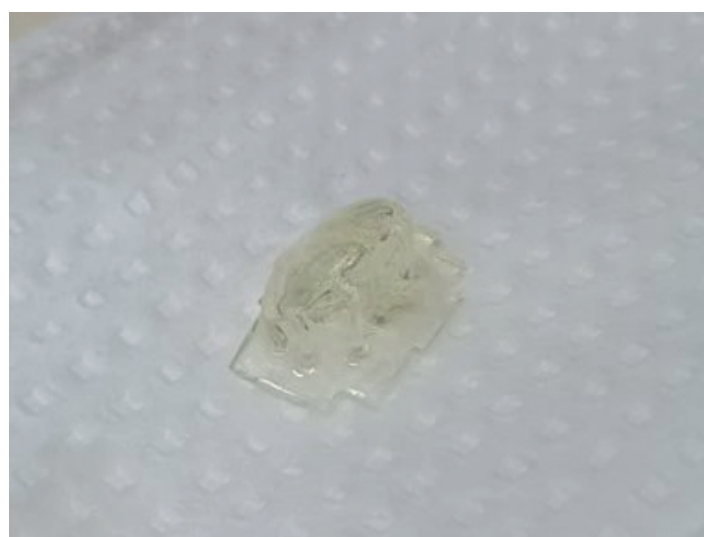


Fonte: Autor.

As amostras apresentaram um tom amarelado indesejável para a aplicação, possivelmente devido à contaminação com resina comercial usada anteriormente no equipamento.

A impressão das lentes, após a lavagem e a cura, resultou em uma peça levemente marcada pelos suportes de sustentação, como visto na imagem abaixo (Figura 3).

**Figura 3:** Lente de contato impressa em hidrogel.



Fonte: Autor.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do desenvolvimento do projeto e dos resultados obtidos, observa-se que é possível fabricar lentes de contato a partir de uma impressora 3D de resina comercial. A fabricação da lente ainda necessita de ajustes nos parâmetros de impressão e na implementação de suportes, entretanto, foi possível confirmar o cenário de impressões por meio do novo tipo de resina.

A partir deste estudo, foi organizada a base para o desenvolvimento das novas etapas do projeto, que incluem o início dos testes ópticos e mecânicos, testes de biocompatibilidade e a adição dos fármacos. O começo dessa nova fase demonstra-se essencial para a comprovação da qualidade e segurança da lente, a fim de obter-se um produto apto para a utilização e comercialização.

Apesar da não finalização, o projeto mostrou-se como uma alternativa viável de inovação significativa para a área da oftalmologia, com potencial de trazer benefícios consideráveis à sociedade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAM, Fahad et al. **Prospects for Additive Manufacturing in Contact Lens Devices. Advanced Engineering Matererials**, v. 23, n. 1, 2021, p. 2000941. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/adem.202000941>>. Acesso em: 20 ago. 2024.

GAUDANA, Ripal; ANANTHULA, Hari K.; PARENKY, Aswin; MITRA, Ashim K. **Ocular drug delivery**. The AAPS Journal, v. 12, n. 3, p. 348-360, 2010. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1208/s12248-010-9183-3>>. Acesso em: 8 abr. 2024.

HISHAM, Muhammed; SALIH, Ahmed E.; BUTT, Haider. **3D Printing of Multimaterial Contact Lenses**. ACS Biomaterials Science & Engineering, v. 9, n. 7, p. 4381–4391, jun. 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.3c00175>>. Acesso em: 8 abr. 2024.

LANG, John C. **Ocular drug-delivery conventional ocular formulations. Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 16, n. 1, p. 39-43, 1995. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0169-409X\(95\)00012-V](https://doi.org/10.1016/0169-409X(95)00012-V)>. Acesso em: 8 abr. 2024.

LIU, Cheng et al. **Hydrogel prepared by 3D printing technology and its applications in the medical field. Colloid and Interface Science Communications**, v. 44, p. 100498, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.colcom.2021.100498>>. Acesso em: 8 abr. 2024.

MAULVI, Furqan A.; SONI, Tejal G.; SHAH, Dinesh O. **A review on therapeutic contact lenses for ocular drug delivery**. Drug delivery, v. 23, n. 8, p. 3017-3026, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.3109/10717544.2016.1138342>>. Acesso em: 8 abr. 2024.

REDWOOD, Ben; SCHÖFFER, Filemon; GARRET, Brian. **The 3D Printing Handbook: Technologies, design, and applications**. 3D Hubs, 2017.

SAKR, Abdelrahman et al. **Multifunctional and multimaterial contact lenses: tailored solutions for tunable color filtering and tear pH sensing. Virtual and Physical Prototyping**, v. 19, n. 1, p. 2298411, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/17452759.2023.2298411>>. Acesso em: 8 abr. 2024.





**revista  
científica**  
campus party



GOIÁS  
**campus  
party**

metrópoli **GOVÊA**