

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BEBEDOURO

TECNOLOGIA EM BIG DATA NO AGRONEGÓCIO

**APLICAÇÃO DE CULTURA MAKER PARA APRENDIZADO
DE FLUXO DE CONTÊINERES EM PORTOS**

AUTOR: RODOLFO FELIPE PEREIRA DOS SANTOS

ORIENTADOR: PROF. DR. RENAN GUILHERME NESPOLO

BEBEDOURO

2026

ii

RODOLFO FELIPE PEREIRA DOS SANTOS

APLICAÇÃO DE CULTURA MAKER PARA APRENDIZADO DE FLUXO DE CONTÊINERES EM PORTOS

Monografia apresentada à Faculdade de Tecnologia
de Bebedouro, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Tecnólogo em Big Data no
Agronegócio

Orientador: **prof. Dr. Renan Guilherme Nespolo**

BEBEDOURO

2026

Eu falhei muitas e muitas vezes na vida. E é exatamente por isso que eu obtive sucesso.

MICHAEL JORDAN

iv

Agradecimentos

Agradeço primeiramente com todo o meu carinho e gratidão a:

Meus pais, João e Maria, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram incondicionalmente. Sua paciência, amor e incentivo foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Meu orientador, Renan, por sua orientação, apoio e valiosas contribuições ao longo desta jornada. Seu conhecimento e dedicação foram essenciais para a realização deste

trabalho.

Meus amigos, Paulo e Alexandre, por estarem ao meu lado em cada etapa desta caminhada, oferecendo apoio, compreensão e muitas vezes uma palavra de encorajamento quando eu mais precisava e a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a conclusão deste projeto, meu sincero agradecimento.

v

SANTOS, RODOLFO. FELIPE PEREIRA. **Aplicação de cultura maker para aprendizado do fluxo de contêineres em portos**. Trabalho de Graduação (Monografia). Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Bebedouro. 37 p. 2026.

RESUMO

O presente estudo aborda a aplicação de conceitos da Cultura *Maker* como uma estratégia pedagógica aplicada no contexto de movimentação de materiais, focando no segmento de fluxo operacional de contêineres de portos. Partindo da problemática da dificuldade de assimilação de conteúdos abstratos e pouco tangíveis por parte de alunos. Assim, o objetivo do presente estudo consiste em analisar como a utilização de abordagens práticas e *hands on* pode contribuir para gerar interesse e assim uma aprendizagem mais significativa desses conceitos, como é o caso das operações de contêineres. A metodologia adotada caracteriza-se como um estudo aplicado, de natureza qualitativa, envolvendo o desenvolvimento de um protótipo didático que simula o fluxo logístico de contêineres, utilizando materiais acessíveis e princípios da Cultura *Maker*, além da observação do engajamento e atendimento das expectativas ao longo de atividades que envolvam a cultura *Maker* em questão.

Palavras-chave: *Maker*; Logística; Contêineres, Aprendizagem, Armazenagem

vi

SANTOS, RODOLFO. FELIPE PEREIRA. **Aplicação de cultura maker para aprendizado do fluxo de contêineres em portos**. Trabalho de Graduação (Monografia). Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Bebedouro. 37 p. 2026.

ABSTRACT

This study addresses the application of Maker Culture concepts as a pedagogical strategy within the context of material handling, specifically focusing on the operational flow of port containers. It stems from the challenge students face in grasping abstract and intangible concepts. Thus, the study aims to analyze how practical, hands-on approaches can foster interest and facilitate more meaningful learning of these concepts—specifically regarding container operations. The methodology is characterized as an applied, qualitative study involving the development of an educational prototype that simulates container logistics flows using accessible materials and Maker Culture principles, alongside the observation of student engagement and the extent to which expectations were met during activities incorporating Maker Culture.

Keywords: *Maker; Logistics; Containers; Learning; Warehousing*

vii

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12	2
	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14	2.1
	CULTURA MAKER E SUA APLICAÇÃO NO CONTEXTO EDUCACIONAL.....	14	2.2
	METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO TÉCNICO E TECNOLÓGICO.....	15	2.3
	FABRICAÇÃO DIGITAL E MODELAGEM CAD.....	16	2.4
	LOGÍSTICA PORTUÁRIA E MOVIMENTAÇÃO DE CONTÊINERES.....	17	2.5
	PROTOTIPAGEM FÍSICA COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM.....	19	3
	MATERIAIS E MÉTODOS	20	3.1
	MATERIAIS UTILIZADOS	20	3.2
	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	21	
	3.3 CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO E COLETA DE DADOS	25	
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28	4.1
	LIMITAÇÕES	32	5
	CONCLUSÃO.....	33	

REFERÊNCIAS.....	34
APÊNDICE A.....	37

viii

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - AMBIENTE DE MODELAGEM NO SOFTWARE SOLIDWORKS.	17
FIGURA 2 -IMAGEM DE PORTO MARÍTIMO.....	18
FIGURA 3 - FLUXOGRAMA DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	21
FIGURA 4 - ESBOÇO INICIAL DAS PEÇAS A SEREM MANUFATURADAS.....	22
FIGURA 5 - VISÃO LATERAL DO DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.	23
FIGURA 6 - VISÃO LATERAL DO DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.	23
FIGURA 7 - TESTE DO PROTÓTIPO FINALIZADO.....	24

ix

Lista de Quadros

QUADRO 1 - DIFERENÇA ESQUEMÁTICA ENTRE ESTRATÉGIAS DE.....	15
APRENDIZAGEM ATIVA E PASSIVA.	15
QUADRO 2 - - BOAS PRÁTICAS E CUIDADOS NA ELABORAÇÃO DE.....	27
QUESTIONÁRIOS DE PESQUISA.....	27

x

Lista de Gráficos

GRÁFICO 1 - CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES.....	29
GRÁFICO 2 - PONTUAÇÃO TOTAL ANALISADA POR PERGUNTA.	30
GRÁFICO 3 - PONTUAÇÃO TOTAL ANALISADA POR PERGUNTA.	31
GRÁFICO 4 - PONTUAÇÃO TOTAL POR CURSO.....	32

xi

Lista de Siglas

CAD – *Computer-Aided Design* (Desenho Auxiliado por Computador)
CNC – Comando Numérico Computadorizado
PBL – *Project Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Projetos)

12

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o avanço das tecnologias digitais e a crescente dinamicidade na disseminação do conhecimento vêm promovendo transformações significativas nos processos de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, metodologias ativas associadas à utilização de recursos tecnológicos passaram a ocupar posição de destaque no ambiente educacional, principalmente em áreas técnicas que demandam elevado grau de abstração e visualização operacional. Entre essas abordagens, destaca-se a Cultura *Maker*, fundamentada na aprendizagem prática, colaborativa e baseada na experimentação, permitindo maior aproximação entre teoria e aplicação prática (PAULA; MARTINS; OLIVEIRA, 2021).

A Cultura *Maker* vem sendo incorporada em diferentes contextos educacionais devido à sua capacidade de estimular criatividade, autonomia, resolução de problemas e desenvolvimento de competências técnicas por meio da construção de protótipos e sistemas

funcionais. Segundo Serafim et al. (2025), ambientes *Maker* favorecem o engajamento dos participantes ao promover experiências práticas de aprendizagem, nas quais os indivíduos assumem papel ativo no processo de construção do conhecimento.

Nesse cenário, tecnologias de fabricação digital e modelagem computacional passaram a integrar projetos voltados à prototipagem de sistemas mecânicos, estruturais e operacionais. Ferramentas *Computer-Aided Design* (CAD), associadas a equipamentos de fabricação automatizada, como máquinas CNC *Router*, possibilitam transformar modelos digitais em estruturas físicas funcionais, ampliando as possibilidades de aplicação prática no ensino técnico e tecnológico (OLIVEIRA; FERREIRA; MARTINS, 2022).

No contexto logístico-portuário, a compreensão operacional de sistemas de movimentação de contêineres frequentemente apresenta elevado grau de complexidade, especialmente devido às dimensões estruturais e à escala das operações executadas em terminais portuários. Em muitos casos, conteúdos relacionados à movimentação e armazenagem tornam-se abstratos para estudantes quando abordados exclusivamente de maneira teórica, dificultando a assimilação dos processos envolvidos (CTC INFRA, 2021; RODRIGUES et al., 2023).

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo gerar um aumento do interesse no aprendizado do sistema pórtico para movimentação de contêineres por meio do desenvolvimento de um protótipo funcional em escala reduzida. O projeto foi fundamentado nos princípios da Cultura *Maker*, para construir primeiro o modelo em *software* CAD e

13

fabricação das peças por meio de tecnologia CNC *Router*. Destes modos os objetivos do trabalho são:

1. Construir sistema pórtico para movimentação de contêineres por meio do desenvolvimento de um protótipo funcional em escala reduzida;
2. Utilizar os princípios da Cultura *Maker* para construção do projeto;
3. Analisar o interesse dos alunos no aprendizado do sistema pórtico por meio do protótipo.

O sistema buscou representar, de maneira didática e interativa, operações relacionadas ao fluxo logístico de contêineres em ambientes portuários, possibilitando maior aproximação entre os conteúdos teóricos e sua aplicação prática (PAULA; MARTINS;

O presente trabalho encontra-se estruturado em cinco principais seções principais: Seção 1, que contextualiza o tema, a problemática investigada, os objetivos e as contribuições esperadas para o estudo. Seção 2, que contempla a fundamentação teórica, reunindo os principais conceitos relacionados à Cultura *Maker*, modelagem tridimensional, metodologias ativas de aprendizagem, estabelecendo a base conceitual necessária para elaboração do estudo. Seção 3, que descreve os materiais e métodos empregados, etapas de concepção, bem como os procedimentos adotados para aplicação dos questionários e coleta de dados. Seção 4, destinada à apresentação e discussão dos resultados obtidos, análise dos dados coletados durante a etapa experimental, interpretação dos dados e avaliação da proposta desenvolvida. Seção 5, apresentação das considerações finais do estudo, destacando contribuições alcançadas, limitações identificadas e sugestões futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na presente Seção são apresentados todos os fundamentos utilizados no presente estudo. Estes conteúdos estão segmentados por: 2.1 Cultura *Maker* e sua aplicação no contexto educacional; 2.2 Metodologias ativas no ensino técnico e tecnológico; 2.3 Fabricação digital e modelagem CAD; 2.4 Logística portuária e movimentação de contêineres; 2.5 Prototipagem física como ferramenta de aprendizagem.

2.1 CULTURA MAKER E SUA APLICAÇÃO NO CONTEXTO EDUCACIONAL A

Cultura *Maker* caracteriza-se como um movimento fundamentado na aprendizagem prática, colaborativa e experimental, promovendo a construção do conhecimento por meio da criação, desenvolvimento e manipulação de artefatos físicos e digitais. Essa abordagem possui forte relação com metodologias ativas de ensino, nas quais o estudante deixa de assumir posição exclusivamente passiva no processo educacional e passa a atuar diretamente na resolução de problemas e elaboração de soluções práticas.

Nos últimos anos, a Cultura *Maker* passou a ganhar destaque em instituições de ensino técnico e superior devido à sua capacidade de integrar criatividade, tecnologia e experimentação em ambientes de aprendizagem. Segundo Paula, Martins e Oliveira (2021), a adoção de práticas *Maker* no contexto educacional contribui significativamente para o

desenvolvimento da autonomia, pensamento crítico e engajamento dos estudantes, favorecendo processos de aprendizagem mais dinâmicos e contextualizados.

Além disso, ambientes *Maker* possibilitam maior aproximação entre teoria e prática, permitindo que conteúdos tradicionalmente considerados abstratos sejam visualizados e experimentados de maneira concreta. Conforme Serafim et al. (2025), o uso de fabricação digital e prototipagem em espaços educacionais favorece o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais, estimulando criatividade, colaboração e resolução de problemas.

No contexto da educação tecnológica, a Cultura *Maker* vem sendo amplamente associada ao desenvolvimento de projetos envolvendo robótica, automação, prototipagem mecânica e fabricação digital. Essa integração possibilita que estudantes compreendam processos industriais e logísticos por meio da construção prática de modelos funcionais, ampliando significativamente a retenção do conhecimento.

Quadro 1 - Diferença esquemática entre estratégias de aprendizagem ativa e passiva.

Atividades de aprendizagem ativa	Atividades de aprendizagem passiva
Observação de evidências no contexto	Memorização
Formulação de hipóteses	Reprodução de informações
Experimentação prática	Estudo teórico
Tentativa e erro	Reprodução de protocolos ou tutoriais
Comparação de estratégias	Imitação de métodos
Registro (inicial, processual e final de aprendizagens)	Ausência de registro
Favorecimento de foco atencional dinâmico e mediado por colaboração entre pares	Foco atencional mais repetitivo, estático e individual

2.2 METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO TÉCNICO E TECNOLÓGICO

As metodologias ativas correspondem a estratégias pedagógicas voltadas à participação efetiva do estudante durante o processo de aprendizagem. Diferentemente dos modelos tradicionais centrados na transmissão unilateral do conteúdo, essas metodologias estimulam investigação, resolução de problemas, desenvolvimento de projetos e aplicação prática do conhecimento.

Segundo Silva e Almeida (2023), a utilização de metodologias ativas em cursos técnicos e tecnológicos favorece maior envolvimento dos estudantes com os conteúdos abordados, além de contribuir para o desenvolvimento de competências relacionadas ao raciocínio lógico, tomada de decisão e trabalho em equipe.

Nesse contexto, práticas como aprendizagem baseada em projetos (Project Based Learning – PBL), prototipagem e experimentação prática passaram a ser amplamente utilizadas em ambientes educacionais voltados à engenharia, logística e tecnologia da informação. Essas abordagens permitem que os estudantes sejam inseridos em situações semelhantes às encontradas no contexto profissional, aproximando o ambiente acadêmico da realidade operacional.

A integração entre metodologias ativas e Cultura *Maker* apresenta significativa relevância no ensino tecnológico, uma vez que ambas compartilham princípios relacionados à aprendizagem prática, experimentação e construção coletiva do conhecimento. Conforme Santos et al. (2024), ambientes educacionais que utilizam prototipagem e fabricação digital tendem a apresentar maior engajamento e retenção de conhecimento por parte dos participantes.

No presente trabalho, a utilização de um protótipo funcional em escala reduzida busca justamente promover uma abordagem mais interativa e visual do conteúdo relacionado à logística portuária, permitindo aos usuários compreender processos operacionais de maneira mais tangível.

2.3 FABRICAÇÃO DIGITAL E MODELAGEM CAD

A fabricação digital vem sendo amplamente utilizada em projetos voltados ao desenvolvimento de produtos, prototipagem e ensino tecnológico. Essa abordagem integra ferramentas computacionais e equipamentos automatizados capazes de transformar modelos digitais em estruturas físicas funcionais.

Entre as principais tecnologias utilizadas nesse contexto destacam-se softwares CAD (Computer-Aided Design) e equipamentos CNC (Computer Numerical Control). Os softwares CAD permitem desenvolver modelos tridimensionais detalhados, facilitando análises estruturais, montagem virtual e validação de componentes antes da fabricação física.

Segundo Costa e Pereira (2022), a utilização de modelagem tridimensional em ambientes educacionais contribui significativamente para o desenvolvimento da percepção espacial e compreensão estrutural de sistemas mecânicos e industriais. Além disso, a modelagem digital possibilita identificar falhas construtivas previamente, reduzindo desperdícios de material e retrabalho durante a fabricação.

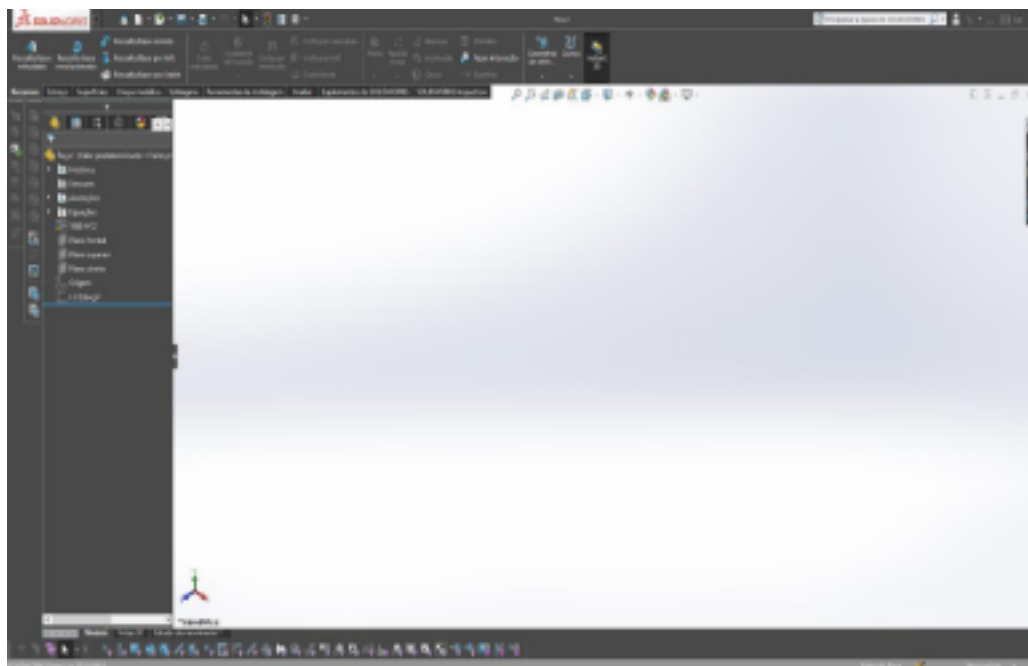
A tecnologia CNC Router caracteriza-se pelo uso de controle computacional para

17

realização de cortes automatizados em materiais diversos, proporcionando elevado nível de precisão dimensional e repetibilidade no processo de fabricação. Conforme Oliveira e Mendes (2021), a utilização de equipamentos CNC em projetos *Maker* amplia as possibilidades de desenvolvimento de protótipos estruturais, permitindo maior flexibilidade e personalização dos sistemas construídos.

Como recurso amplamente utilizado atualmente, tem-se, por exemplo, o Solidworks como ferramenta para auxiliar na implementação e criação de novos modelos 3D. Tal recurso, pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Ambiente de modelagem no software Solidworks.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.4 LOGÍSTICA PORTUÁRIA E MOVIMENTAÇÃO DE CONTÊINERES

A logística portuária exerce papel fundamental na cadeia global de suprimentos, sendo responsável pela movimentação, armazenamento e distribuição de mercadorias em larga escala. Os terminais portuários atuam como importantes pontos de conexão entre diferentes modais de transporte, permitindo integração logística em operações nacionais e internacionais.

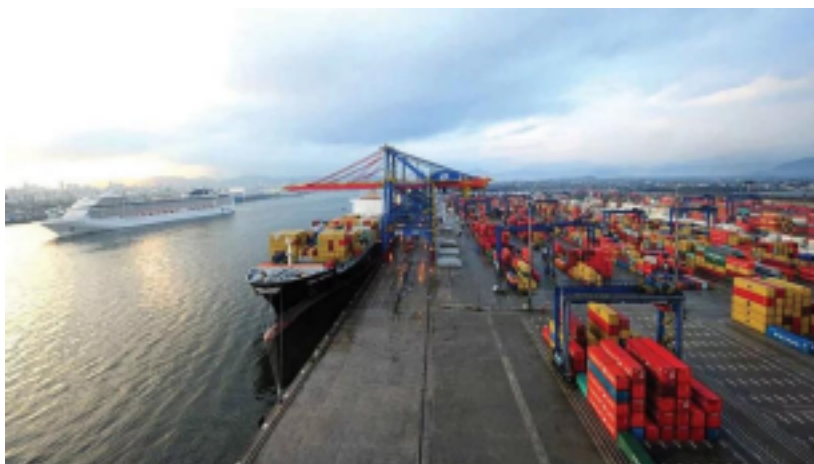
Dentro desse contexto, os contêineres representam um dos principais elementos da logística moderna, devido à sua capacidade de padronização, proteção de cargas e otimização

18

dos processos de transporte e armazenagem. Segundo Rodrigues et al. (2023), a containerização revolucionou as operações logísticas globais ao proporcionar maior agilidade operacional e redução de custos relacionados ao transporte de mercadorias.

Os sistemas de pórticos de grua utilizados em terminais de contêineres possuem função essencial nas operações portuárias, como apresentado na Figura 2, sendo responsáveis pela movimentação vertical e horizontal das cargas durante processos de carga, descarga e armazenamento. Esses equipamentos operam em ambientes de elevada complexidade operacional, exigindo precisão, sincronização e segurança durante sua utilização.

Figura 2 - Imagem de Porto Marítimo



Fonte: CTC Infra (2021)

Entretanto, devido às grandes dimensões desses equipamentos e à complexidade das operações executadas, conteúdos relacionados à movimentação portuária frequentemente tornam-se abstratos em ambientes convencionais de ensino. Nesse sentido, a utilização de modelos físicos em escala reduzida pode contribuir significativamente para visualização e compreensão dos processos envolvidos.

Segundo Lima e Barbosa (2024), protótipos didáticos aplicados ao ensino logístico favorecem a assimilação de conteúdos relacionados à movimentação de cargas, armazenagem e fluxo operacional, permitindo experiências mais imersivas e interativas no processo de aprendizagem.

19

2.5 PROTOTIPAGEM FÍSICA COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM

A prototipagem física vem sendo amplamente utilizada em ambientes educacionais e tecnológicos devido à sua capacidade de transformar conceitos abstratos em elementos concretos e visualmente compreensíveis. Essa abordagem permite validar ideias, testar funcionalidades e promover maior interação dos usuários com os sistemas desenvolvidos.

No contexto da educação tecnológica, a utilização de protótipos possibilita experiências mais dinâmicas e participativas, estimulando observação prática, resolução de problemas e experimentação contínua. Conforme Ferreira et al. (2022), atividades práticas envolvendo prototipagem contribuem diretamente para retenção do conhecimento e desenvolvimento de habilidades técnicas.

Além disso, a construção de protótipos favorece processos iterativos de melhoria, permitindo identificar falhas estruturais e realizar ajustes progressivos durante o desenvolvimento do projeto. Essa característica está diretamente associada aos princípios da Cultura *Maker*, baseada em tentativa, experimentação e aperfeiçoamento contínuo.

No presente trabalho, o protótipo desenvolvido busca representar de maneira funcional e didática operações relacionadas ao fluxo logístico de contêineres, permitindo aos usuários compreender visualmente aspectos associados à movimentação portuária e ao funcionamento estrutural de sistemas póricos.

20

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Na presente Seção são apresentados todos os fundamentos utilizados no presente estudo. Estes conteúdos estão segmentados por: 3.1 Materiais utilizados; 3.2 Desenvolvimento do protótipo; 3.3 Critérios para elaboração do questionário e coleta de dados.

3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza qualitativa e exploratória, desenvolvida com o objetivo de elaborar um protótipo funcional em escala reduzida de um sistema pórtico para movimentação de contêineres em ambientes portuários (Seção 2.4). A pesquisa fundamenta-se nos princípios da Cultura *Maker* e na utilização de ferramentas de fabricação digital como suporte ao processo de ensino-aprendizagem no contexto logístico, conforme apresentado na Seção 2.1.

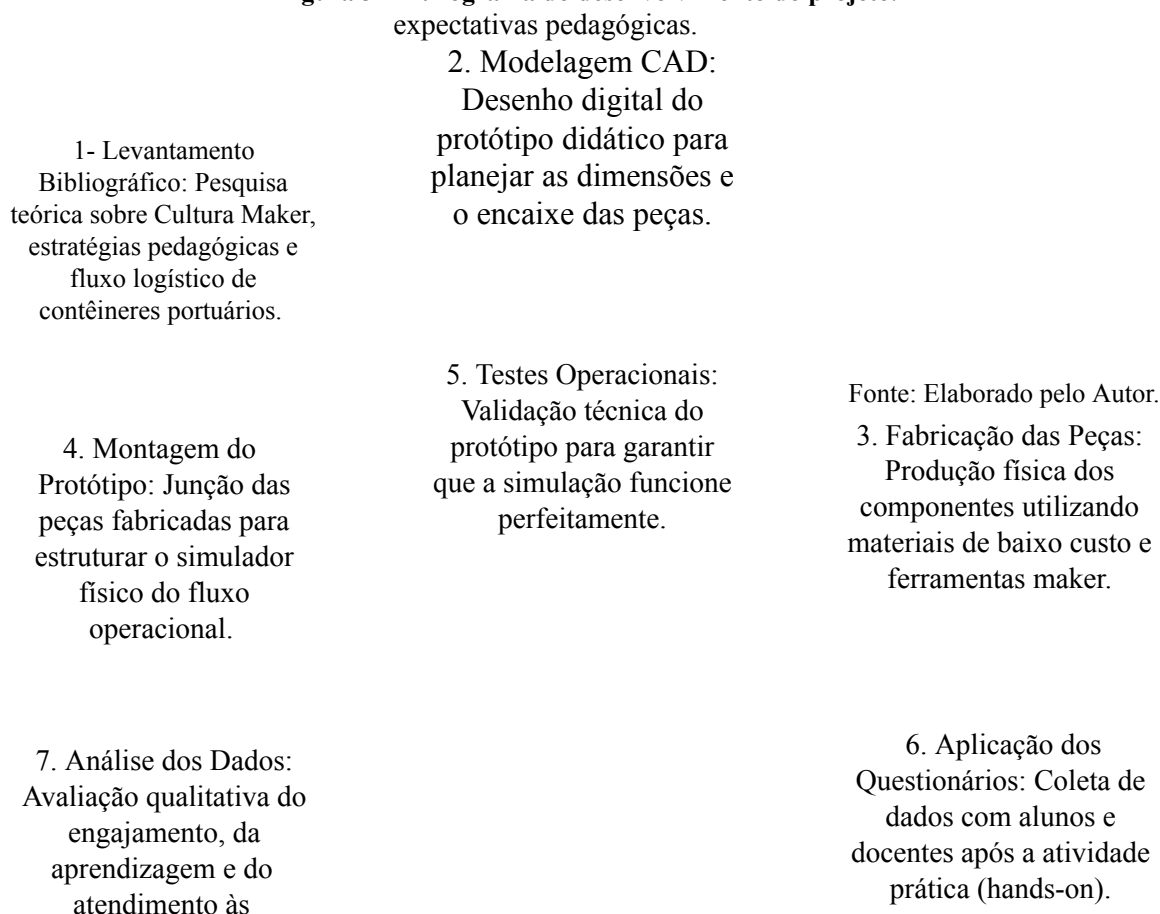
Segundo Gil (2022), pesquisas aplicadas possuem como principal finalidade a geração de soluções práticas voltadas à resolução de problemas específicos, permitindo integração entre conhecimento científico e aplicação técnica. Nesse contexto, o desenvolvimento do protótipo busca atuar como ferramenta didática capaz de auxiliar na visualização e compreensão de operações logísticas frequentemente consideradas abstratas em ambientes convencionais de ensino.

A abordagem qualitativa foi adotada devido à necessidade de compreender percepções, experiências e níveis de engajamento dos participantes durante a interação com o sistema desenvolvido. Conforme Minayo e Costa (2023), pesquisas qualitativas possibilitam interpretar fenômenos sociais e educacionais considerando aspectos subjetivos relacionados à experiência dos indivíduos envolvidos no estudo.

Além disso, o trabalho apresenta caráter exploratório, uma vez que busca investigar possibilidades de aplicação da Cultura *Maker* associada à fabricação digital no ensino de logística portuária. Acerca do proposto, a Figura 3 apresenta o sequencial dos processos desenvolvidos de acordo com os princípios de aprendizagem apresentados na Seção 2.2.

21

Figura 3 - Fluxograma do desenvolvimento do projeto.



3.2 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Após a etapa de fundamentação teórica, iniciou-se o desenvolvimento conceitual do protótipo. Nessa fase, foram definidos os principais requisitos estruturais, operacionais e visuais do sistema, buscando representar de forma simplificada o funcionamento de um pátio de movimentação de contêineres utilizado em ambientes portuários.

O desenvolvimento conceitual teve como objetivo criar um sistema funcional e didático, capaz de demonstrar operações de deslocamento, elevação e posicionamento de contêineres em escala reduzida. Para isso, buscou-se preservar características visuais e estruturais presentes em equipamentos reais utilizados em terminais logísticos.

Durante essa etapa, também foram definidos critérios relacionados à estabilidade estrutural, facilidade de fabricação, baixo custo de produção e possibilidade de interação por parte dos usuários. Esses fatores foram considerados fundamentais para viabilizar a utilização

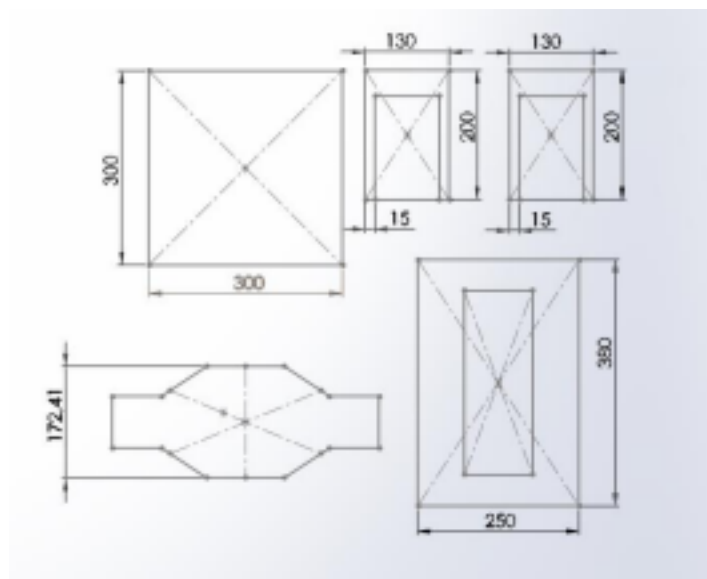
22

do sistema em ambientes educacionais e experimentais, conforme descritos na Seção 2.5.

A seguir, a Figura 4 mostra o ambiente de desenvolvimento e esboços iniciais das peças manufaturadas.

Figura 4 - Esboço inicial das peças a serem manufaturadas

Fonte: Elaborado pelo autor.

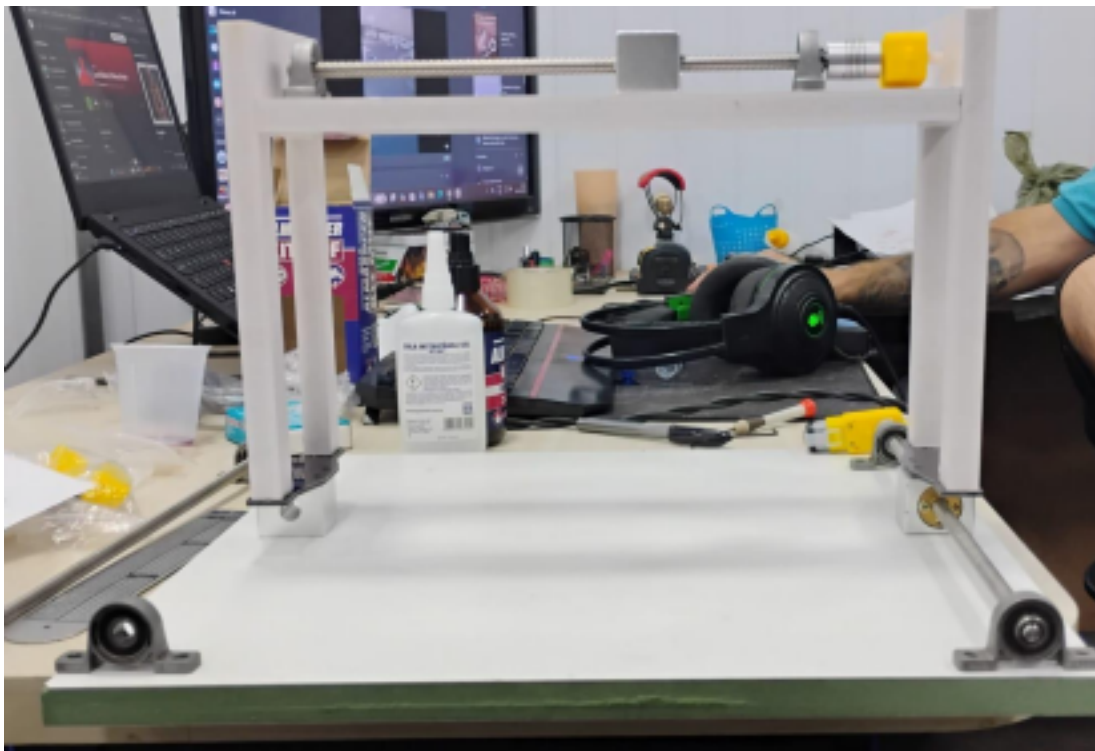


Após a conclusão da modelagem digital, iniciou-se a etapa de fabricação das peças utilizando tecnologia *CNC Router* (Seção 2.3). Esse equipamento opera por meio de controle numérico computadorizado, realizando cortes automatizados com elevado nível de precisão dimensional.

As peças desenvolvidas em ambiente CAD foram convertidas em arquivos compatíveis com o processo de usinagem e fabricadas em PVC Expandido (material de alta resistência e de boa maleabilidade), permitindo execução automatizada dos cortes necessários para fabricação dos componentes estruturais do protótipo. Durante o processo de fabricação, foram realizados testes de encaixe, ajustes dimensionais e correções estruturais visando garantir estabilidade e funcionamento adequado do sistema. A utilização da *CNC Router* também contribuiu para redução de desperdícios de material e melhoria do acabamento das peças produzidas.

Com a fabricação das peças concluída, iniciou-se a etapa de montagem estrutural do protótipo. Inicialmente, foram montadas as estruturas de sustentação responsáveis pela estabilidade do sistema. Em seguida, foram instalados os componentes móveis relacionados à movimentação operacional do pórtico, conforme apresentado nas Figuras 4 e 5.

Figura 5 - Visão Lateral do desenvolvimento do protótipo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 - Visão Lateral do desenvolvimento do protótipo.



Fonte:Elaborado pelo autor.

Durante a montagem, diversos ajustes estruturais foram realizados visando melhorar

alinhamento, estabilidade e fluidez dos movimentos executados pelo sistema. A construção prática permitiu identificar limitações mecânicas e realizar adaptações progressivas no projeto.

A montagem estrutural também possibilitou validar aspectos funcionais do projeto, verificando a capacidade do sistema de representar operações logísticas em escala reduzida.

Após a conclusão da montagem física, foram realizados testes operacionais com o objetivo de validar o funcionamento do sistema e verificar sua capacidade de representar operações portuárias de movimentação de contêineres.

Durante os testes, foram simuladas operações de deslocamento horizontal, movimentação vertical e posicionamento de cargas, buscando reproduzir de forma simplificada atividades executadas em terminais portuários reais, como apresentado na Figura 6.

Figura 7 - Teste do protótipo finalizado.



fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO E COLETA DE DADOS

Após a etapa de validação funcional do protótipo, foi desenvolvido um instrumento de coleta de dados com o objetivo de analisar a percepção dos participantes em relação à experiência proporcionada pela interação com o sistema. O questionário foi elaborado considerando os objetivos da pesquisa, buscando identificar aspectos relacionados à compreensão operacional, percepção de aprendizagem, engajamento, usabilidade e potencial didático do protótipo desenvolvido.

A construção do instrumento fundamentou-se em princípios metodológicos aplicados à pesquisa qualitativa em educação e tecnologia, especialmente no que se refere à elaboração de questionários estruturados voltados à análise de experiências educacionais. Segundo Gil (2022), questionários representam instrumentos amplamente utilizados em pesquisas sociais e educacionais devido à capacidade de padronização das respostas e obtenção sistemática de informações relacionadas à percepção dos participantes.

Além disso, a elaboração das questões considerou critérios relacionados à clareza textual, objetividade, neutralidade e coerência com os objetivos da pesquisa, buscando reduzir ambiguidades interpretativas e influências externas nas respostas obtidas. Conforme Marconi e Lakatos (2021), a formulação de instrumentos de coleta deve priorizar perguntas claras, diretas e alinhadas às variáveis investigadas, favorecendo maior confiabilidade nos dados coletados.

O questionário foi estruturado em uma categoria principal: questões objetivas, destinadas à análise quantitativa descritiva das percepções dos participantes e opiniões relacionadas à experiência com o protótipo. Nas questões objetivas, adotou-se predominantemente a utilização da Escala Likert de cinco pontos, metodologia amplamente empregada em pesquisas educacionais e comportamentais. Segundo Silva e Costa (2023), a Escala Likert permite mensurar níveis de concordância, satisfação e percepção dos participantes de forma padronizada, favorecendo posterior análise estatística e interpretação qualitativa dos resultados.

As questões elaboradas buscaram avaliar fatores como: facilidade de compreensão do funcionamento do sistema; clareza visual da simulação operacional; contribuição do protótipo para assimilação dos conceitos logísticos; nível de interesse despertado pela atividade prática;

sistema. Antes da aplicação definitiva, o instrumento passou por revisão estrutural visando verificar coerência textual, organização lógica das perguntas e adequação ao público-alvo participante da pesquisa. Esse procedimento buscou minimizar inconsistências interpretativas e garantir maior confiabilidade na obtenção dos dados.

A aplicação do questionário ocorreu após a interação prática dos participantes com o protótipo, permitindo que as respostas fossem fundamentadas na experiência efetivamente vivenciada durante as simulações operacionais realizadas. Conforme apresentado por Ferreira (2020), a definição clara dos objetivos e uma boa implementação dos critérios do questionário são cruciais para obtenção de bons resultados. O Quadro 2 apresenta um escopo de boas práticas para elaboração de um questionário.

Quadro 2 - - Boas práticas e cuidados na elaboração de questionários de pesquisa.

Item	Questão Crítica / Recomendação	Justificativa e Impacto nos Resultados	Alternativa / Solução Proposta
1	Evitar a identificação do entrevistado	Pesquisas identificadas geram desconfiança. Só devem ocorrer em casos especiais (Ex: estudos longitudinais).	Garantir o anonimato para aumentar a adesão e a veracidade das respostas.
2	Não perguntar a renda diretamente	Ocorre a ocultação ou alteração do valor real por constrangimento ou privacidade, distorcendo os dados.	Utilizar faixas de renda amplas, medidas indiretas de padrão socioeconômico ou avaliar se a variável é indispensável.

3	Evitar o uso de perguntas abertas	Respostas livres dificultam a compactação, a codificação e a posterior análise estatística quantitativa.	Utilizar perguntas fechadas (múltipla escolha) se a variável for crucial para os objetivos quantitativos do estudo.
4	Disponibilizar a opção "Não quero responder"	A obrigatoriedade rígida sem essa opção faz o respondente abandonar a pesquisa ou mentir para avançar.	Incluir explicitamente essa alternativa em todas as perguntas do formulário eletrônico ou físico.
5	Cuidados ao aplicar a Escala de Likert	A falta de opção de não resposta faz o entrevistado atribuir valores baixos por frustração, gerando viés nas conclusões.	Garantir que o respondente possa optar por não avaliar a afirmativa se não se sentir confortável ou apto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

28

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na presente Seção são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação do questionário aos participantes após a interação com o protótipo desenvolvido. O estudo foi elaborado de modo a estabelecer uma relação direta entre os objetivos propostos, permitindo dessa forma avaliar a contribuição do protótipo para o processo de ensino no segmento da logística portuária.

A participação de estudantes de logística permite analisar o entendimento de indivíduos

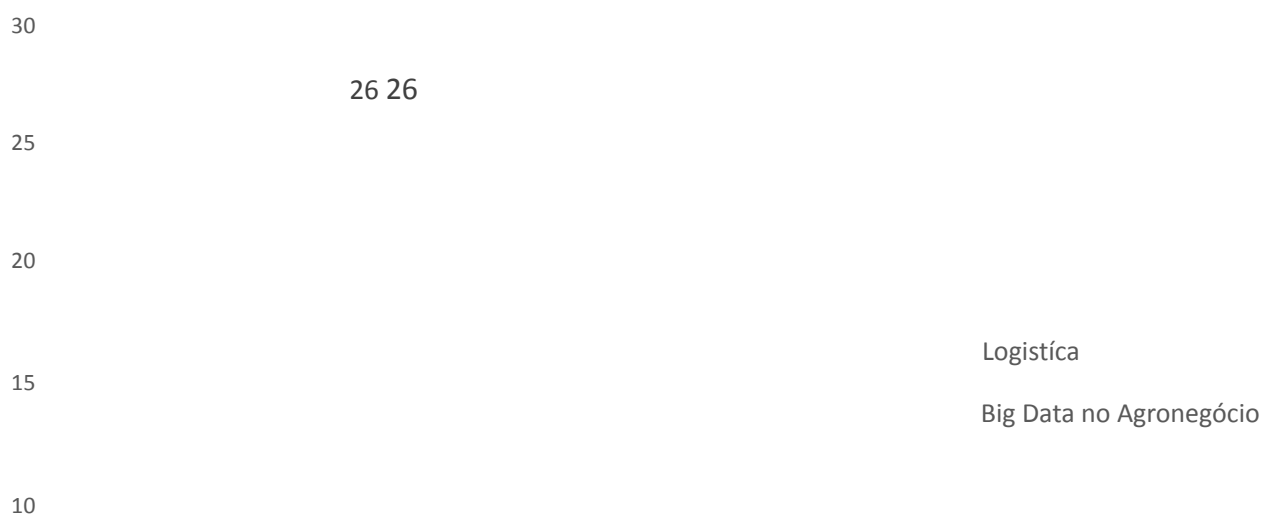
com maior proximidade aos conceitos abordados, referentes aos processos operacionais logísticos do modal portuário. Em contrapartida, a presença de estudantes de Big Data amplia a avaliação para um público com perfil tecnológico, permitindo verificar se o protótipo também favorece a compreensão de usuários que não possuem, necessariamente, experiência ou conhecimento prévio na área logística. A divisão equilibrada entre os cursos de Logística e Big Data, em relação aos respondentes do estudo. Tal distribuição permitiu contemplar percepções oriundas de diferentes áreas do conhecimento, favorecendo uma avaliação do estudo sob perspectivas complementares. Essa composição da amostra amplia a confiabilidade da avaliação realizada, visto que permite analisar o comportamento do protótipo em um cenário composto por participantes com diferentes níveis de experiência. Dessa forma, os resultados obtidos poderão indicar se a utilização de um recurso fundamentado na Cultura *Maker* apresenta potencial para facilitar o entendimento sobre processos logísticos independentemente da familiaridade prévia dos usuários com o tema.

Inicialmente, na estruturação do questionário, dividiu-se a etapa do curso em quatro opções, sendo elas: Big Data, Logística, Outro e Nenhum. Contudo, mediante a obtenção e verificação dos dados, obteve-se um total de 52 participantes, divididos apenas nas 2 opções de curso que compõem o quadro de cursos pertencentes à Fatec de Bebedouro: Big Data e Logística. Partindo disso, levou-se em conta para demonstração dos resultados obtidos apenas os dois cursos mencionados. Para melhor elucidar, o Gráfico 1 mostra a distribuição dos resultados.

29

Gráfico 1 - Caracterização dos participantes

Número de participantes por curso



Fonte: Elaborado pelo autor.

O estudo apresentou 8 questões sobre a utilização do protótipo no aprendizado, caso o protótipo fosse adotado em alguma disciplina relacionada ao assunto. Realizando uma análise sobre o assunto. O Gráfico 2 apresentou os principais aspectos sobre as respostas fornecidas.

30

Gráfico 2 - Pontuação total analisada por pergunta.

Pontuação Total por Pergunta

		1)- O protótipo facilitou a compreensão do funcionamento de um...	
	242		para o...
8)- Os movimentos simulados representaram adequadamente operações...	241		2)- A simulação prática tornou os conceitos logísticos mais fáceis de...
	240		
	239		
	238		
7)- A estrutura do protótipo apresentou clareza visual e funcional durante a...	237		3)- A interação com o protótipo despertou maior interesse pelo conteúdo...
6)- O sistema desenvolvido possui potencial de aplicação em ambientes educacionais.			4)- A atividade prática foi mais atrativa do que uma abordagem exclusivamente...
243	5)- A utilização de um protótipo físico contribuiu positivamente		

Fonte: Elaborado pelo autor.

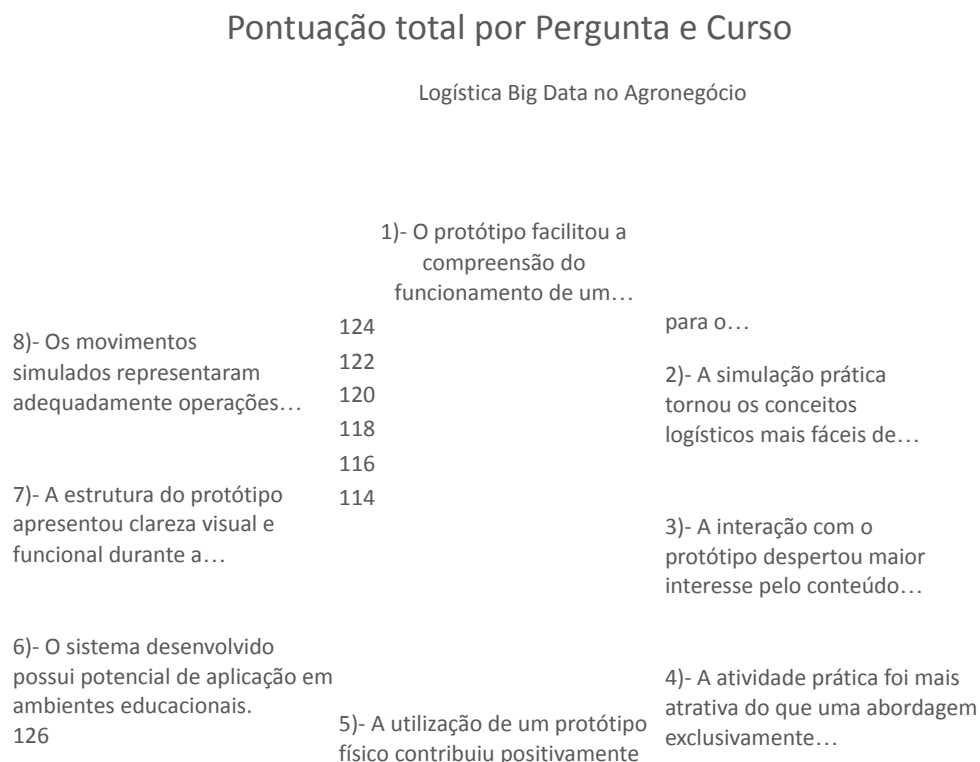
Após as respostas foram observados que as questões 1, 2 e 4 foram as respostas que obtiveram os melhores resultados (243/260). Já os resultados das perguntas 3 8 e 5 foram registrados com os menores índices sendo a pergunta 5 a que obteve menor pontuação

(238/260). Embora sejam resultados menores ainda representam um percentual de 91,53% de interesse, um valor considerado relevante para o estudo.

Ao verificar os dados foi realizado uma segunda análise, dividindo os participantes por curso para cada pergunta. No Gráfico 3 é apresentado os resultados da análise proposta.

31

Gráfico 3 - Pontuação total analisada por pergunta.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao verificar o Gráfico 2, constatou uma segunda informação, o item 3 que teve a pior pontuação, teve maior interesse dos participantes cursantes de logística, esse comportamento se repetiu também na pergunta 8. Em contraste a essa situação foi observado também que o interesse e engajamento pelo protótipo foi maior dos cursantes de Big Data no Agronegócio em torno 1,7% em comparação aos cursantes de logística, apresentando 93,84% de interesse

contra 92,12%, conforme apresentado no Gráfico 4.

Big Data no Agronegócio

1000 800 600 400 200 0

Fonte: Elaborado pelo autor.

32

Gráfico 4 - Pontuação total por Curso.

Pontuação Total por Curso

Logística

O resultado pode ser observado pela apresentação do protótipo. O protótipo foi apresentado aos alunos numa dinâmica de Workshop de projetos, não sendo possível aprofundar a apresentação do mesmo com o objetivo de gerar maior interesse e utilizar o protótipo como uma ferramenta integrada a outros meios de aprendizado. Essa questão poderá ser observada em trabalhos futuros integrado a uma disciplina cursada o semestre inteiro.

4.1 LIMITAÇÕES

O estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. O levantamento dos dados foi conduzido numa amostra específica de participantes, alunos pertencentes aos cursos de Big Data e Logística; num único evento e ambientado num único contexto institucional.

33

5 CONCLUSÃO

O presente estudo foi desenvolvido a partir da constatação de que conteúdos relacionados às operações logísticas portuárias, mais especificamente aquelas relacionadas à elevação de cargas, que frequentemente exigem elevado nível de abstração quando abordados exclusivamente através de aulas expositivas. Nesse contexto, buscou-se investigar, adotando conceitos da Cultura *Maker*, se um protótipo, em escala reduzida, seria capaz de contribuir de forma concreta e eficaz na aprendizagem.

Além dos resultados obtidos, o estudo apresentou contribuição em diferentes perspectivas. No âmbito educacional, propiciando um recurso didático que estreita a relação teoria x prática. Na construção do protótipo, demonstrou a viabilidade do uso de ferramentas digitais, como *softwares* atreladas à manufatura por meio de materiais acessíveis. Na parte da metodologia, apresentou uma proposta de avaliação baseada em questionário estruturado e análise qualitativa dos dados.

Como perspectivas futuras, recomenda-se ampliar o número de participantes e em uma disciplina na instituição de ensino, fomentando o estudo por um maior período de avaliação e testando novas implementações de melhorias, tais como incorporação de recursos de automação, Internet das Coisas (IoT) e coleta automática de dados operacionais.

34

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Rosiclei Aparecida Cavichioli; SATORI, Juliana. Metodologias ativas: por que

usá-las? In: CONGRESSO INTERNACIONAL UMA NOVA PEDAGOGIA PARA A SOCIEDADE FUTURA, 3., 2018, Recanto Maestro. Anais [...]. Recanto Maestro: Fundação Antonio Meneghetti, 2018. p. 424-434. Disponível em: <https://ciodh.emnuvens.com.br/novapedagogia/article/view/301/424>.

COSTA, Rafael Mendes; PEREIRA, Lucas Henrique. **Modelagem tridimensional aplicada ao ensino tecnológico: contribuições da fabricação digital no desenvolvimento educacional**. Revista Brasileira de Educação Tecnológica, v. 15, n. 2, 2022.

CTC INFRA. **Porto Marítimo**. 2021. Disponível em: <<https://ctcinfra.com.br/porto-maritimo/>>. Acesso em: 17 mai. 2026.

FERREIRA, Juliana Alves et al. **Prototipagem física e aprendizagem prática no ensino tecnológico**. Revista Educação e Tecnologia, v. 18, n. 1, 2022.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

LIMA, André Souza; BARBOSA, Marcelo Henrique. **Aplicação de protótipos didáticos no ensino de logística e movimentação de cargas**. Revista Gestão Industrial, v. 20, n. 3, 2024.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; COSTA, Antônio Carlos de Souza. **Pesquisa qualitativa em saúde e educação: fundamentos metodológicos contemporâneos**. Rio de Janeiro: Vozes, 2023.

OLIVEIRA, Cíntia Rochele Alves de; FERREIRA, Cristiano Corrêa; MARTINS, Claudete da Silva de Lima. **Modelo didático para o ensino de Ciências construído por fabricação digital: análise e avaliação no processo de ensino-aprendizagem**. Revista Iberoamericana

de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, n. 32, 2022. DOI: 10.24215/18509959.32.e5. Disponível em:

< <https://doaj.org/article/5a54607b9fd64e0a82eef6e62b0bd898> >. Acesso em: 17 maio 2026.

OLIVEIRA, Marcos Vinícius; MENDES, Felipe Augusto. **Fabricação digital e CNC Router aplicada ao desenvolvimento de protótipos educacionais.** Revista Tecnologias Educacionais em Debate, v. 9, n. 1, 2021.

PAULA, Bruna Braga de; MARTINS, Camila Bertini; OLIVEIRA, Tiago de. **Análise da crescente influência da Cultura Maker na Educação: revisão sistemática da literatura no Brasil.** Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, v. 7, 2021. DOI: 10.31417/educitec.v7.1349. Disponível em: <<https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/1349> >. Acesso em: 17 maio 2026.

RODRIGUES, Felipe Augusto et al. **Logística portuária e movimentação de contêineres: desafios operacionais contemporâneos.** Revista de Logística Aplicada, v. 11, n. 2, 2023.

SANTOS, Camila Ribeiro et al. **Metodologias ativas e aprendizagem baseada em projetos no ensino tecnológico contemporâneo.** Revista Brasileira de Ensino Tecnológico, v. 14, n. 1, 2024.

SERAFIM, Ruth de Sousa Gondim et al. **O uso da cultura maker como ferramenta para o ensino e aprendizagem e a integração da fabricação digital: uma revisão sistemática da literatura.** Ensino & Pesquisa, 2025. Disponível em: <<https://periodicos.unespar.edu.br/ensinoepesquisa/article/view/8363>>. Acesso em: 17 maio 2026.

SILVA, Renato Almeida et al. **Aplicações de softwares CAD no ensino de engenharia e desenvolvimento de protótipos educacionais.** Revista Tecnologia e Sociedade, v. 20, n. 1, 2024.

SILVA, Renato Almeida; ALMEIDA, Joana Pereira. **Metodologias ativas aplicadas ao ensino técnico e profissionalizante**. Revista Educação Contemporânea, v. 12, n. 4, 2023.

SILVA, Renato Almeida; COSTA, Juliana Pereira. **Aplicação da Escala Likert em pesquisas educacionais e tecnológicas contemporâneas**. Revista Brasileira de Metodologia Científica, v. 11, n. 2, 2023.

37

APÊNDICE A

Declaração de Uso de Inteligência Artificial

Foram utilizadas ferramentas de inteligência artificial generativa durante o desenvolvimento deste trabalho para apoio na elaboração de códigos computacionais e revisão textual. Todas as contribuições da ferramenta foram verificadas, adaptadas e validadas pelo autor. A interpretação dos resultados, a análise crítica, as conclusões e a redação final permanecem sob responsabilidade exclusiva do autor.