

SGL 2.0: Evolução do Sistema de Gerenciamento do IFMT Maker Fablab com Agendamento Inteligente, Automação IoT e Inteligência Artificial

**Henrique S. Cunha, Ana Beatriz S. Amaral, Carlos Miguel O. M. Silva,
Namem Rachid J. Neto, Leonardo J. Antunes, Eduardo V. A. Costa, Pedro F. B. Costa
Matheus T. Cunha, Elza E. Klimaschewsk, Emanuely S. Pouso**

¹ IFMT Maker, Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)
– Campus Cuiabá Cel. Octayde Jorge da Silva
R. Zulmira Canavarros, 95 – Centro, Cuiabá - MT, 78005-390 – Brasil

{c.miguel, namem.rachid, leonardo.antunes}@estudante.ifmt.edu.br
{schuindt.anabeatriz, henriquesevdacunha, eduardo.viniciusac,
pedrofernandes.pf458, mathiagocunha, klimaelza,
Emanuelysilvapouso}@gmail.com

Abstract. *The growing demand from schools and external groups for visits and training activities in maker spaces has exposed limitations in manual management processes. This paper presents the evolution of the Laboratory Management System (SGL – Sistema de Gerenciamento de Laboratórios) of the IFMT Maker Fablab, describing five new features developed and deployed on an institutional server. The system was built using Python/Django, PostgreSQL, Flutter, and ESP32 microcontrollers with infrared (IR) modules. Results include an intelligent visit scheduling module with automatic monitor availability verification – with 12 visits scheduled and over 30 registered users since launch –, consolidated IoT-based air conditioning control at a hardware cost of R\$ 57.00, and an AI module integrated via OpenAI API to generate personalized operational insights.*

Resumo. *A demanda crescente de escolas e grupos externos por visitas e atividades formativas em espaços maker evidenciou limitações no controle manual de processos. Este artigo apresenta a evolução do Sistema de Gerenciamento de Laboratórios (SGL) do IFMT Maker Fablab, descrevendo cinco novas funcionalidades desenvolvidas e implantadas em servidor institucional. O sistema foi construído com Python/Django, PostgreSQL, Flutter e microcontroladores ESP32 com módulos infravermelho (IR). Os resultados incluem agendamento inteligente de visitas com verificação automática de disponibilidade de monitores — com 12 visitas agendadas e mais de 30 usuários cadastrados desde o lançamento —, controle de climatização via Internet das Coisas (IoT) consolidado com custo de hardware de R\$ 57,00, e módulo de Inteligência Artificial (IA) integrado via API da OpenAI para geração de insights operacionais personalizados.*

1. Introdução

A cultura *maker* tem se consolidado como um dos pilares da educação tecnológica contemporânea, promovendo aprendizagem ativa e resolução de problemas por meio da experimentação prática [Hatch 2014]. Laboratórios *maker* em instituições federais desempenham papel estratégico ao democratizar o acesso a ferramentas de fabricação digital e fomentar competências técnicas e criativas [Giarola et al. 2023]. Com a expansão dessas iniciativas, cresce proporcionalmente a complexidade de sua gestão: controlar inventários, coordenar agendamentos, registrar acessos e monitorar equipamentos tornam-se tarefas cada vez mais difíceis de executar manualmente.

No contexto do IFMT *Maker Fablab*, essa realidade motivou o desenvolvimento do SGL, apresentado inicialmente por [Amaral et al. 2025]. No entanto, a operação contínua evidenciou demandas não cobertas: o crescimento das solicitações externas de visitas de escolas da rede pública tornou o controle manual inviável; a ausência de ferramentas de análise de dados limitava o potencial analítico do sistema; e a necessidade de acesso móvel motivou o desenvolvimento de um aplicativo integrado.

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo apresentar a evolução do SGL, descrevendo as novas funcionalidades implementadas: agendamento inteligente de visitas com autorização automática baseada em disponibilidade de monitores, módulos aprimorados de inventário e agenda, controle automatizado do ar-condicionado via IoT, módulo de Inteligência Artificial para geração de *insights* personalizados e desenvolvimento inicial de aplicativo móvel multiplataforma integrado via *Application Programming Interface* (API) REST.

Este trabalho está organizado em cinco seções, além desta introdução. A Seção 2 apresenta a fundamentação teórica, abordando cultura *maker*, sistemas de informação, IoT e IA aplicada à gestão educacional. A Seção 3 descreve a metodologia, detalhando os recursos de *hardware* e *software* utilizados e as etapas de desenvolvimento. A Seção 4 expõe os resultados obtidos com cada funcionalidade implementada, discutindo seu impacto operacional à luz da literatura. A Seção 5 apresenta as considerações finais, com as dificuldades enfrentadas, lições aprendidas e perspectivas de trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Cultura *Maker* e Laboratórios de Fabricação Digital

A cultura *maker* reposiciona o estudante como protagonista da construção do conhecimento por meio da criação de artefatos reais [Hatch 2014]. Segundo [Gershenfeld 2005], laboratórios de fabricação digital democratizam o acesso a ferramentas antes restritas à indústria. Com o crescimento dessas iniciativas na rede federal, espaços como o IFMT *Maker Fablab* passam a atender também escolas da educação básica e grupos externos, ampliando seu impacto social e a complexidade de sua gestão [Cavalcanti 2019].

2.2. Sistemas de Informação na Gestão Educacional

Sistemas de informação são centrais na modernização da gestão institucional, permitindo a digitalização de processos manuais e a geração de dados estruturados para apoio à tomada de decisão [Andrade e Falk 2001]. Conforme apontam [Fernandes et al. 2025],

sistemas que incorporam automação de processos administrativos reduzem custos operacionais e melhoram a qualidade dos serviços, devendo ser orientados pelas necessidades reais identificadas em operação contínua.

2.3. IoT e Inteligência Artificial em Espaços Educacionais

A Internet das Coisas viabiliza a automação de equipamentos e o monitoramento remoto de ambientes, contribuindo para a sustentabilidade operacional das instituições [Schwab 2016]. Microcontroladores como o ESP32, integrados via API REST a sistemas de informação, permitem o controle remoto de equipamentos por interfaces *web* ou aplicativos móveis [Amaral et al. 2025]. A IA, por sua vez, amplia a capacidade analítica desses sistemas ao interpretar dados operacionais e gerar recomendações estratégicas em linguagem natural, transformando informação dispersa em conhecimento acionável para gestores educacionais [Alcântara Júnior et al. 2024, Zucco et al. 2023].

2.4. Trabalhos Relacionados

A gestão de espaços *maker* e laboratórios tem sido tema de diferentes esforços, tanto comerciais quanto acadêmicos. O Fab Manager [Fab Manager 2024] é uma plataforma *open source* amplamente adotada por *FabLabs* internacionais, oferecendo módulos de reservas, treinamentos e faturamento. Apesar de robusto, é orientado a *FabLabs* comerciais e não contempla integração com dispositivos *IoT* para automação de ambientes nem geração de *insights* analíticos por IA. No contexto brasileiro, [Monfredini e Frosch 2019] e [Frosch 2020] discutem desafios de gestão em espaços *maker* universitários, evidenciando a necessidade de soluções integradas, mas sem propor sistemas computacionais específicos.

No eixo de automação *IoT* aplicada a ambientes educacionais, [Andrade et al. 2020] apresentam o ARCO-IoT, dispositivo baseado em ESP32 com receptor infravermelho para monitoramento e controle remoto de aparelhos de ar-condicionado. De forma semelhante, [Carvalho et al. 2024] descrevem o uso de ESP32 e protocolo MQTT para gestão inteligente de climatização em *campus* universitário. Ambos os trabalhos demonstram a viabilidade técnica do uso de *hardware* de baixo custo, porém constituem soluções isoladas, sem integração com sistemas de gestão acadêmica ou módulos analíticos.

Quanto à aplicação de IA em ambientes educacionais, [Marques e Morandini 2024] realizam revisão sistemática sobre o uso de *ChatGPT* na educação e identificam que a maioria dos trabalhos foca no apoio direto à aprendizagem, sendo escassas as aplicações voltadas à *gestão operacional* de espaços educacionais. [Deriyeva e Paassen 2024], em estudo internacional, demonstram que *LLMs* podem gerar explicações em linguagem natural para *dashboards* de *learning analytics* com qualidade comparável à de educadores humanos, validando o potencial dessa abordagem.

A Tabela 1 sintetiza a comparação entre o SGL 2.0 e os trabalhos relacionados, evidenciando que o presente sistema é, dentre os analisados, o único que integra, em uma única plataforma em produção real: (i) agendamento inteligente com verificação automática de disponibilidade; (ii) controle *IoT* de climatização via ESP32; (iii) módulo de IA para geração de *insights* operacionais; e (iv) aplicativo móvel integrado via *API REST* — elementos não identificados em conjunto nos trabalhos analisados.

Tabela 1. Comparativo entre o SGL 2.0 e trabalhos relacionados

Trabalho	Agend.	Invent.	IoT	IA	App	Prod.
Fab Manager [2024]	●	●	–	–	●	●
Andrade et al. [2020]	–	–	●	–	–	–
Carvalho et al. [2024]	–	–	●	–	–	–
Amaral et al. [2025] (SGL v1)	●	●	●	–	–	–
SGL 2.0 (este trabalho)	●	●	●	●	●	●

Fonte: Autores (2026). Legenda: ● = funcionalidade presente; – = funcionalidade ausente.

3. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa aplicada com desenvolvimento de sistema [Gil 2002], conduzida no IFMT *Maker Fablab, campus* Cuiabá. A equipe foi composta por dez estudantes voluntários do próprio laboratório, sem vínculo a projeto de pesquisa formal ou orientação docente institucional. Os componentes de *hardware* foram adquiridos com recursos próprios da equipe, sem financiamento externo; os recursos de *software* utilizados são de código aberto e licença gratuita, com exceção da API de IA, tarifada por volume de requisições.

3.1. Recursos de *Hardware* e *Software*

A Tabela 2 detalha os recursos utilizados no desenvolvimento.

Tabela 2. Recursos de *hardware* e *software* utilizados

Recurso	Qtd.	Custo (R\$)
<i>Hardware</i>		
Microcontrolador ESP32	1	45,00
Módulo receptor/emissor IR	1	12,00
<i>Software</i>		
Python 3.12 + Django 5	–	Gratuito
PostgreSQL 16	–	Gratuito
HTML5 + CSS3 + JS + Bootstrap 5	–	Gratuito
Flutter 3	–	Gratuito
MicroPython (<i>firmware</i> ESP32)	–	Gratuito
Nginx + Unicorn	–	Gratuito
API OpenAI (GPT-4o)	–	Sob demanda
Total em <i>hardware</i>		57,00

Fonte: Autores (2026)

O sistema foi implantado (*deploy*) em servidor Linux institucional do IFMT, configurado com Nginx e Unicorn, tornando o SGL acessível publicamente em `ifmaker.cba.ifmt.edu.br`. A migração do banco de dados de SQLite para PostgreSQL garantiu maior robustez e suporte a múltiplas conexões simultâneas em ambiente de produção.

3.2. Arquitetura do Módulo IoT

O módulo de controle do ar-condicionado adota uma arquitetura minimalista, ilustrada na Figura 1. O microcontrolador ESP32 WROOM-32 conecta-se ao servidor Django via

Wi-Fi e expõe uma rotina HTTP que recebe comandos da *API REST*. Ao receber uma requisição, o ESP32 gera o sinal modulado em 38 kHz no pino GPIO 4, conectado ao LED infravermelho por meio de um resistor limitador de $220\ \Omega$. O sinal emitido reproduz os códigos hexadecimais do controle original do equipamento, capturados previamente durante a etapa de prototipação.

Optou-se pela ligação direta do LED IR ao pino GPIO, sem estágio de amplificação por transistor, priorizando simplicidade construtiva e baixo custo. Essa decisão impõe a limitação de alcance reduzido — aproximadamente 1,5 m em linha de visada —, condição plenamente atendida pelo cenário de instalação no laboratório, em que o ESP32 está posicionado próximo ao aparelho de ar-condicionado. Versões futuras do protótipo preveem a inclusão de um estágio de amplificação com transistor NPN para ampliar o alcance e a robustez do sinal.

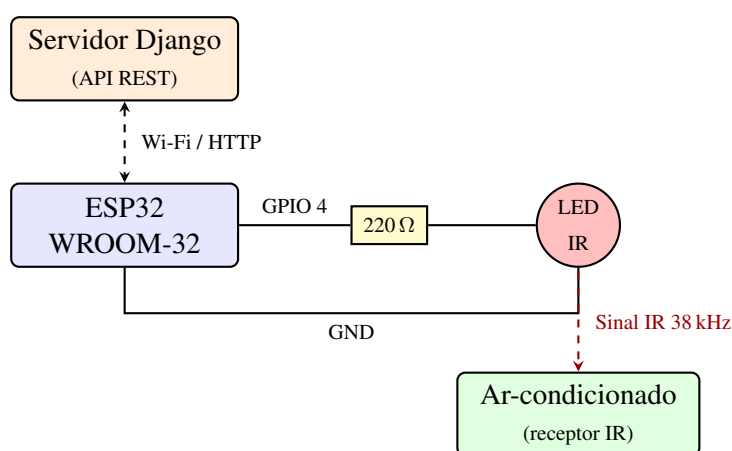


Figura 1. Esquema de ligação do módulo IoT de controle do ar-condicionado.
Fonte: Autores (2026).

3.3. Etapas de Desenvolvimento

O desenvolvimento foi conduzido em cinco etapas iterativas: (1) levantamento das limitações da versão anterior e novas demandas dos usuários; (2) migração para PostgreSQL e configuração da infraestrutura de *deploy*; (3) desenvolvimento dos novos módulos *web* (inventário, agenda, agendamento inteligente e IA); (4) implementação do *firmware* MicroPython no ESP32 para controle do ar-condicionado via módulo infravermelho; e (5) início do desenvolvimento do aplicativo móvel em Flutter com autenticação e consulta de agenda funcionais.

4. Resultados e Discussões

O SGL encontra-se em operação real desde março de 2026, acessível em ifmaker.cba.ifmt.edu.br, conforme ilustrado na Figura 2. Desde o lançamento, o sistema registrou mais de 30 usuários cadastrados e 12 visitas agendadas pelo módulo de agendamento inteligente, evidenciando sua adoção efetiva pela comunidade do laboratório. Dentre os usuários cadastrados, aproximadamente 80% são alunos do IFMT vinculados ao laboratório, e os 20% restantes correspondem a professores, monitores e visitantes externos oriundos de escolas da rede pública e da comunidade local, configurando um cenário de uso heterogêneo que combina demandas internas de gestão com solicitações externas de agendamento.



Figura 2. Página inicial do SGL em produção. Fonte: Autores (2026)

4.1. Agendamento Inteligente de Visitas

O novo módulo recebe solicitações pelo portal público, verifica automaticamente a disponibilidade de monitores e horários, e confirma ou redireciona a visita sem intervenção manual da equipe (Figura 3). Esse mecanismo elimina conflitos de agendamento e reduz a sobrecarga administrativa, corroborando [Andrade e Falk 2001], que aponta que sistemas bem implementados reduzem significativamente o tempo dedicado a processos operacionais repetitivos.

Figura 3. Interface de solicitação de visitas com verificação automática de disponibilidade. Fonte: Autores (2026)

4.2. Inventário, Agenda e Controle IoT

Os módulos de inventário e agenda foram reestruturados, permitindo catalogação por categoria, quantidade e localização com atualização em tempo real (Figura 4). O módulo IoT

consolidou o controle remoto do ar-condicionado via ESP32 e módulo IR, com acionamento programado pela interface *web*. A solução contribui para a sustentabilidade do laboratório ao evitar o uso desnecessário do equipamento, alinhando-se ao ODS 12 da ONU [ONU 2015], com custo de *hardware* de apenas R\$ 57,00.

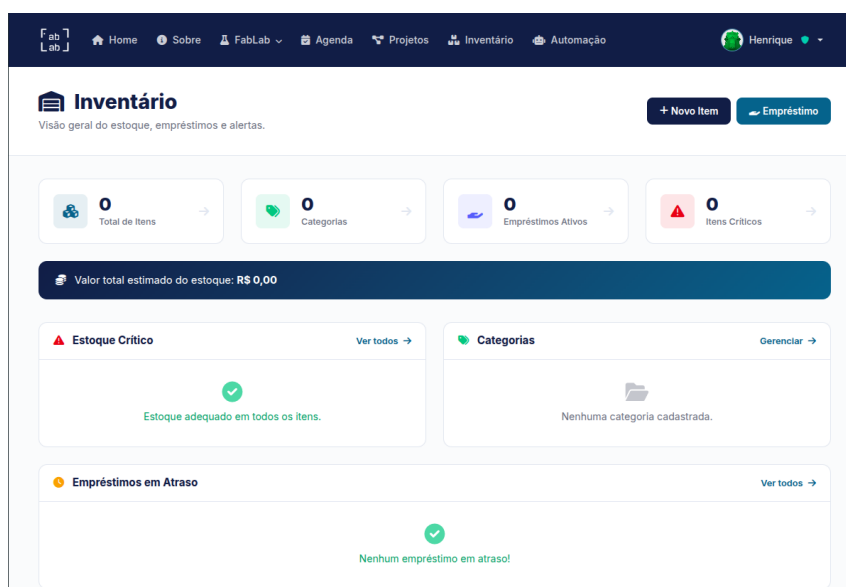


Figura 4. Módulo de inventário e interface de controle IoT. Fonte: Autores (2026)

4.3. Módulo de Inteligência Artificial

Integrado à API da OpenAI, o módulo coleta dados de todas as funcionalidades do SGL e retorna *insights* em linguagem natural, como identificação de períodos de maior demanda, alertas de estoque crítico e sugestões de otimização da agenda (Figura 5). A título de exemplo, dentre os *insights* já gerados pelo módulo em operação real destacam-se: (i) a identificação de projetos em risco de atraso, com base no progresso e na proximidade dos prazos cadastrados; e (ii) a sugestão de janelas adequadas para manutenção e limpeza dos equipamentos, identificadas a partir de períodos com baixo fluxo de projetos e de pessoas no laboratório. Segundo [Alcântara Júnior et al. 2024], sistemas com IA ampliam a eficiência operacional e permitem que gestores concentrem esforços em decisões de maior impacto pedagógico, resultado observado no IFMT *Maker* Fablab com a adoção desse módulo.

4.4. Aplicativo Móvel e Recepção pelos Usuários

O aplicativo em Flutter, integrado via API REST, possui módulos de autenticação e consulta de agenda já funcionais (Figura 6). Desde o lançamento do sistema, mais de 30 usuários realizaram cadastro na plataforma, e os relatos coletados junto aos usuários durante o uso do sistema indicam melhora percebida na agilidade dos processos e na verificação de disponibilidade de materiais, alinhando-se à percepção de mudança positiva como indicador de eficácia de sistemas de informação [Andrade e Falk 2001]. Questionários formais de usabilidade estão previstos para versões futuras.

5. Considerações Finais

Este trabalho apresentou a evolução do SGL do IFMT *Maker* Fablab, expandindo um sistema básico de gerenciamento para uma plataforma inteligente em produção real. Os

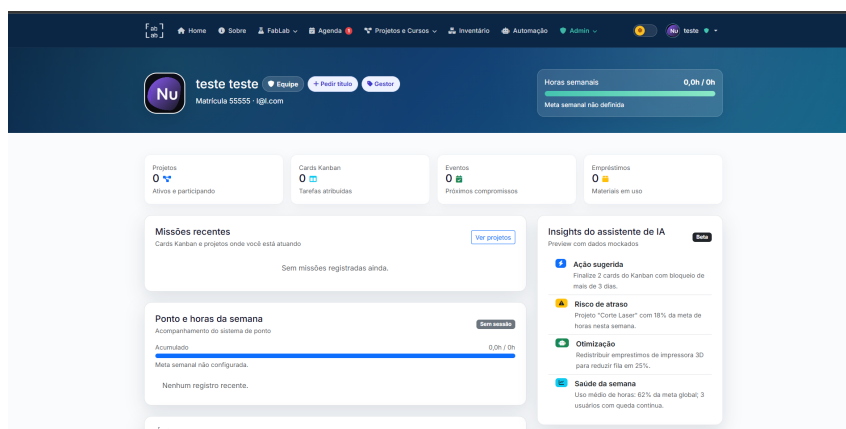


Figura 5. Módulo de IA com geração de *insights* personalizados. Fonte: Autores (2026)



Figura 6. Telas do aplicativo móvel em Flutter. Fonte: Autores (2026)

resultados demonstram que o agendamento inteligente eliminou conflitos operacionais, o inventário aprimorado aumentou a rastreabilidade dos recursos, o controle IoT contribuiu para a sustentabilidade energética, e o módulo de IA transformou dados dispersos em conhecimento acionável — tudo isso com custo de *hardware* de R\$ 57,00 e tecnologias de código aberto, sem financiamento externo.

Durante o desenvolvimento, a migração para PostgreSQL e instabilidades de rede Wi-Fi no módulo IoT demandaram ajustes não previstos, contornados por meio de rotinas de reconexão automática no *firmware* do ESP32. A implementação do leitor de corrente elétrica, prevista para esta versão, foi postergada por limitações de prazo. O projeto foi conduzido com autonomia da equipe de voluntários do laboratório do IFMaker Fablab.

Para trabalhos futuros, pretende-se concluir o aplicativo móvel, implementar o leitor de corrente para monitoramento energético em tempo real e aplicar questionários formais de usabilidade com usuários internos e externos. Espera-se que o SGL sirva como referência para outros laboratórios *maker* da rede federal, contribuindo para a democratização de soluções tecnológicas de gestão em espaços educacionais de inovação.

Declaração de Uso de IA Generativa

Este trabalho utilizou a ferramenta de Inteligência Artificial Generativa Claude (Anthropic) nas seguintes etapas: auxílio na estruturação do texto, revisão ortográfica e gramatical, e tradução do resumo para o inglês (*Abstract*). Todo o conteúdo foi revisado, validado e aprovado pelos autores, que assumem total responsabilidade pelas informações apresentadas neste artigo.

Referências

- Alcântara Júnior, L. Q., Ferreira, R., Sousa, A. M., Almeida, J. L. O. d., e Pereira, R. (2024). Inteligência artificial (ia) na gestão escolar e os seus impactos sobre o processo de ensino e aprendizagem. *IOSR Journal of Business and Management*, 26(9):44–49.
- Amaral, A. B. S. d., Silva, C. M. O. d. M. e., Audero, E. V., Cunha, H. S., e Costa, P. F. B. (2025). Sistema de gerenciamento de laboratórios. Em *Anais da Escola Regional de Sistemas para Internet (ERSI)*, Cuiabá. SBC.
- Andrade, D. G. d. e Falk, J. A. (2001). Eficácia de sistemas de informação e percepção de mudança organizacional: um estudo de caso. *Revista de Administração Contemporânea*, 5(3):1–20.
- Andrade, R., Silva, J., et al. (2020). Dispositivo de IoT para monitoramento e controle remoto de aparelhos de ar condicionado. Em *Anais do Computer on the Beach*, páginas 1–8. UNIVALI.
- Carvalho, A. et al. (2024). Aplicação de IoT, ESP32 e MQTT em um aparelho de ar condicionado de uma universidade. Em *Anais da Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe (ERBASE)*. SBC.
- Cavalcanti, L. L. (2019). O uso dos fablabs e dos makerspaces no ensino de ciências: desafios e perspectivas. *Revista Pesquisa e Desenvolvimento*, 3(1):33–42.
- Deriyeva, A. e Paassen, B. (2024). Evaluation of LLM-based explanations for a learning analytics dashboard. arXiv preprint arXiv:2511.11671.

- Fab Manager (2024). Fab Manager: Open source FabLab management software. <https://www.fab-manager.com>. Acesso em: maio 2026.
- Fernandes, A. B., Ernandes, I., Mendes, M. L. d. C., Pereira, P. D. S., e Campos, E. (2025). Ia e gestão educacional: o futuro da tomada de decisão baseada em dados. *Revista ARACÊ*, 7(1):4011–4024.
- Frosch, R. (2020). *A rede pública de laboratórios de fabricação digital da cidade de São Paulo: as contribuições sociais dos espaços maker para a perspectiva do conhecimento como um comum*. Tese (doutorado em educação), Universidade Católica de Santos, Santos.
- Gershenfeld, N. (2005). *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop – From Personal Computers to Personal Fabrication*. Basic Books, New York.
- Giarola, A. M., Soares, V. C., e Gonçalves Neto, W. (2023). Laboratório maker: análise das metodologias pedagógicas utilizadas e uma proposta conjunta para educação emancipadora do aluno. *Revista Profissão Docente*, 23(48):1–17.
- Gil, A. C. (2002). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. Atlas, São Paulo, 4 edição.
- Hatch, M. (2014). *The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers*. McGraw-Hill Education, New York.
- Marques, D. e Morandini, M. (2024). Uso do ChatGPT no contexto educacional: Uma revisão sistemática da literatura. Em *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*. SBC.
- Monfredini, I. e Frosch, R. (2019). O espaço maker em universidades: possibilidades e limites. *Eccos Revista Científica*, (49).
- ONU (2015). Transformando nosso mundo: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Acesso em: mar. 2026.
- Schwab, K. (2016). *A Quarta Revolução Industrial*. Edipro, São Paulo.
- Zucco, F. D. et al. (2023). Inteligência artificial na educação superior: práticas na pesquisa, no ensino e na extensão universitária. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, 21(12):23955–23971.