

## **SALA DE AULA INTELIGENTE: INOVAÇÃO E TECNOLOGIA PARA A EDUCAÇÃO DO FUTURO**

***SMART CLASSROOM: INNOVATION AND TECHNOLOGY FOR THE EDUCATION OF THE FUTURE***

Felipe Lira Americo<sup>1</sup>

Francisco Carlos Nascimento da Silva<sup>2</sup>

José Vinícius Marcelino de Freitas<sup>3</sup>

Luiz Gustavo Carvalho Falcão Rodrigues<sup>4</sup>

Maria Yara Sousa da Silva<sup>5</sup>

Samuel Lázaro Honorato Silva<sup>6</sup>

Emmanuelle Maria Vasconcelos Matos<sup>7</sup>

**RESUMO:** O projeto "Sala de Aula Inteligente" tem como objetivo criar um modelo com diretrizes de projeto de infraestrutura para modernizar os espaços de sala de aula convencionais, integrando eficiência econômica, tecnologia e sustentabilidade. Este projeto foi resultado da atividade extensionista vinculada à disciplina de Engenharia, Sociedade e Sustentabilidade. Neste artigo são discutidas a integração das várias áreas das engenharias para a criação de soluções inteligentes e inovadoras, capazes de favorecer a criação de ambientes de ensino mais eficientes. Para a aplicação dos conceitos estudados e o desenvolvimento do projeto aqui discutido, foi escolhida uma sala de aula do Centro Universitário Fanor Wyden - Dunas. Após visita ao local e levantamento de informações do ambiente, foi realizada discussão de ideias com elaboração de matriz de alinhamento contendo a identificação da situação-problema, as possibilidades de soluções e a sua viabilidade de execução. Após a definição das tecnologias e mudanças escolhidas para aplicação ao projeto, foi desenvolvida a proposta técnica e a análise de custos. Além da inovação tecnológica, foi considerada, para este projeto, a adoção de uma abordagem sustentável, priorizando materiais de baixo impacto ambiental e o uso de energia renovável. Seguindo as normas brasileiras de acessibilidade e eficiência energética, o projeto "Sala de Aula Inteligente" pretende transformar o ambiente educacional em um espaço dinâmico, sustentável e de alta tecnologia, contribuindo para um aprendizado mais eficaz e engajante. A colaboração interdisciplinar das engenharias envolvidas foi fundamental para o sucesso desse estudo. Espera-se que esse projeto possa ser aprofundado e implementado para a promoção de uma experiência educacional diferenciada para alunos e professores.

**Palavras-chave:** Sala de Aula Inteligente. Automação. Sustentabilidade. Tecnologia Educacional. Eficiência Econômica.

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil, aluno Unifanor Wyden

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia de Produção, aluno Unifanor Wyden

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Elétrica, aluno Unifanor Wyden

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Mecânica, aluno Unifanor Wyden

<sup>5</sup> Graduanda em Engenharia Civil, aluna Unifanor Wyden

<sup>6</sup> Graduando em Engenharia Elétrica, aluno Unifanor Wyden

<sup>7</sup> Engenheira Ambiental, Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Professora Orientadora

## **1 Introdução**

Uma sala de aula inteligente é um ambiente de ensino que utiliza tecnologias avançadas e sistemas de automação para melhorar a experiência educacional de alunos e professores. Este tipo de sala de aula integra recursos tecnológicos como dispositivos de Internet das Coisas (IoT), sistemas de automação para controle de iluminação, climatização, dispositivos interativos (como lousas digitais e projetores), além de infraestrutura para conexão e recarga de dispositivos eletrônicos.

As tecnologias de uma sala inteligente facilitam o uso de metodologias ativas de ensino, promovendo um aprendizado mais interativo e centrado no aluno, o que aumenta o engajamento e a participação.

Outro fator importante para a sua implementação é a utilização de sistemas automatizados de iluminação, ventilação e climatização, ajudando a economizar energia, adaptando-se automaticamente ao uso e às condições ambientais. Isso não só reduz os custos operacionais, como também minimiza o impacto ambiental, um aspecto cada vez mais relevante nas instituições de ensino. Este artigo propõe o projeto de uma sala de aula inteligente com o intuito de criar um modelo capaz de ser reproduzido em todas as salas de aula da instituição (UniFanor Wyden).

Tornar as salas de aula mais eficientes, interativas e sustentáveis, além de facilitar a rotina de sala de aula, proporcionará a redução de custos diretos (energia) além de um espaço otimizado favorável a metodologias de ensino diversas. Diante disto, o objetivo geral deste estudo foi criar um projeto para uma sala de aula equipada com tecnologias inteligentes para facilitar o ensino por meio de tecnologias integradas e sustentáveis, tendo como objetivos específicos:

- Conhecer estratégias de infraestrutura para sala de aula capazes de reduzir o consumo energético através de automação e otimização de recursos.
- Analisar o uso de tecnologias integradas para melhorar a experiência do aluno de forma sustentável.
- Desenvolver projeto com a proposta de sistemas capazes de otimizar o uso das salas de aula do Centro Universitário UniFanor – Wyden.
- Integrar sistemas de monitoramento e controle via Internet das Coisas (IoT).

## **2 Revisão de literatura**

A revisão de literatura sobre o conceito de sala de aula inteligente destaca as pesquisas e implementações recentes que abordam a incorporação de tecnologias avançadas e práticas sustentáveis no ambiente educacional.

O desenvolvimento das salas de aula inteligentes é impulsionado pela necessidade de criar espaços de aprendizagem mais dinâmicos, que facilitem a interatividade, o engajamento e o uso consciente de recursos. Esses ambientes são equipados com tecnologias como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA),

automação de sistemas e dispositivos interativos, que juntos promovem uma experiência educacional mais rica e adaptável.

## **2.1. Conceito e Estrutura da Sala de Aula Inteligente**

Segundo Zhang et al. (2020), uma sala de aula inteligente é caracterizada por ambientes que integram dispositivos e sensores conectados, permitindo a coleta e análise de dados em tempo real para otimizar o uso de recursos e melhorar o processo de aprendizagem.

Esses dispositivos conectados, viabilizados pelo IoT, possibilitam o controle automatizado da iluminação, climatização e outros recursos físicos, adaptando o ambiente às condições internas e externas de forma eficiente e sustentável.

## **2.2. Interatividade e Engajamento no Aprendizado**

Um dos principais objetivos das salas de aula inteligentes é aumentar o engajamento dos alunos e facilitar o uso de metodologias ativas de ensino. Estudos indicam que o uso de dispositivos interativos, como lousas digitais, aplicativos educacionais e projetores, permite maior participação e colaborações durante as aulas (Lee & Lee, 2019).

A tecnologia, quando utilizada para mediar o aprendizado, ajuda a personalizar as aulas, atendendo melhor às necessidades e estilos de aprendizagem dos alunos.

De acordo com Wu e Li (2022), ambientes de aprendizado que utilizam IA e análise de dados comportamentais podem adaptar o conteúdo em tempo real, aumentando a retenção e o desempenho dos alunos.

## **2.3. Sustentabilidade e Eficiência Energética**

A sustentabilidade é um componente fundamental das salas de aula inteligentes. Diferentes pesquisas mostram que a automação de sistemas de iluminação, ventilação e climatização pode reduzir significativamente o consumo de energia nas instituições de ensino (Almeida et al., 2020).

Estudos como o de Khan et al. (2021) destacam que o uso de sensores de presença e de luz natural, além de sistemas de controle de temperatura automatizados, resulta em economia de energia de até 30%, o que torna essas salas sustentáveis e financeiramente vantajosas. Essa eficiência energética não apenas diminui os custos operacionais, mas também apoia os compromissos ambientais das instituições, alinhando-se com as diretrizes globais de sustentabilidade.

## **2.4. Acessibilidade e Flexibilidade**

Além de promover um uso mais eficiente dos recursos, as salas de aula inteligentes também buscam atender a diferentes necessidades de acessibilidade. Pesquisas mostram que a integração de tecnologia de apoio, como leitores de tela e ajustes de acessibilidade em dispositivos interativos, amplia a inclusão de estudantes com deficiências (Kim et al., 2019).

Esses espaços são projetados para serem flexíveis, permitindo rápidas alterações de layout e configuração para adaptar-se a diferentes dinâmicas de ensino, o que contribui para um aprendizado mais inclusivo e diversificado.

## **2.5. Limitações e Desafios**

Apesar dos benefícios, a implementação das salas de aula inteligentes enfrenta desafios como custos iniciais elevados e necessidade de treinamento contínuo para professores e administradores.

Segundo Santos e Ribeiro (2023), muitos educadores não se sentem suficientemente preparados para usar tecnologias avançadas e precisam de apoio para integrá-las efetivamente ao ensino. Além disso, preocupações com a privacidade e a segurança dos dados dos alunos são cada vez mais discutidas, especialmente em relação ao uso de IoT e análise de dados em larga escala (Zhao et al., 2021).

## **2.6. Importância da Interdisciplinaridade**

A colaboração entre diferentes áreas da engenharia (elétrica, produção, mecânica e civil) é essencial para garantir que todas as necessidades técnicas e estruturais de um projeto sejam atendidas de maneira eficiente.

A engenharia elétrica cuidará da infraestrutura energética, a engenharia de produção focará na gestão e otimização do espaço, a engenharia mecânica será apoio para as outras engenharias e a engenharia civil será responsável por adaptar a estrutura física para as novas tecnologias.

A revisão da literatura aponta que as salas de aula inteligentes representam uma evolução significativa para a educação contemporânea, oferecendo melhorias no engajamento, na sustentabilidade e na inclusão dos estudantes.

Com o desenvolvimento contínuo da tecnologia e o avanço nas práticas de ensino digital, a adoção das salas de aula inteligentes deverá se expandir, criando oportunidades para ambientes educacionais mais adaptáveis e eficientes. No entanto, a necessidade de investimentos adequados e de capacitação para o uso de tais tecnologias é um fator crítico para o sucesso desses ambientes.

## **3 Metodologia**

Como metodologia, além da pesquisa em normas e em artigos científicos sobre o tema, foram realizadas:

- Visitas técnicas aos ambientes da instituição com o objetivo de escolher a sala de aula objeto de estudo para o desenvolvimento desse projeto, além de identificar os padrões e tecnologias promissoras já adotadas.
- Visita técnica às salas de aula do Centro de Referência de Ensino do Senac Aldeota, para conhecer as tecnologias e sistemas de infraestrutura utilizadas nas suas salas de aula.
- Participação do evento Siará Tech Summit (23 a 24 de outubro) para realizar troca de experiências, conhecer estratégias de inovação e soluções criativas para serem adotadas no projeto.

Como etapa final da metodologia, todas as informações foram consolidadas em um quadro de ideias, permitindo uma visão clara e organizada das principais oportunidades e desafios para a implementação de uma sala de aula inteligente.

Esse quadro facilitou a análise de viabilidade de diferentes soluções e tecnologias, considerando tanto os aspectos técnicos quanto as necessidades específicas da instituição.

Em seguida, foi elaborado um projeto técnico preliminar com base nas soluções selecionadas, o qual será objeto de análise crítica e discussão para ajustes e aperfeiçoamento futuros, possibilitando uma aplicação prática adaptada às reais condições e demandas institucionais.

#### **4 Resultados e discussão**

Através da comparação entre diferentes soluções observadas e avaliadas durante as visitas técnicas, eventos, e pesquisa bibliográfica, foram identificados sistemas de automação e infraestrutura que melhor atendem aos critérios de eficiência energética, conforto térmico, flexibilidade de layout e suporte a dispositivos educacionais.

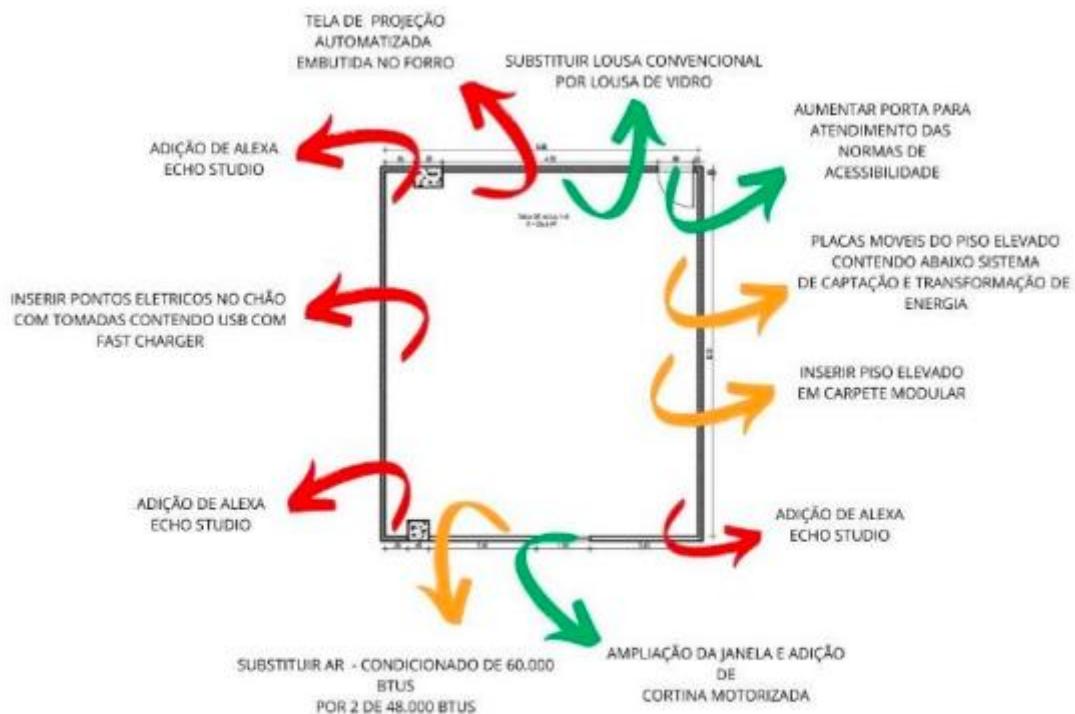


Figura 01 – Definição das intervenções a serem realizadas na sala de aula.

Esta análise permitiu não só a seleção das tecnologias mais viáveis, mas também a adaptação das soluções às condições específicas da sala escolhida, conforme as diretrizes apresentadas abaixo:

#### 4.1. Local Estudado

A sala de aula escolhida (118) está localizada no segundo pavimento da instituição Centro Universitário UniFanor Wyden - Dunas.



Figura 02 – Mosaico de imagens do local de estudo.

A escolha desta sala de aula para o desenvolvimento do projeto se deve às suas características físicas de infraestrutura (conservação) e à sua capacidade de acomodar um número significativo de alunos ( $56m^2$ ). Além disso, a transformação de uma sala de aula tradicional em um espaço inteligente permite investigar o potencial

da automação e da conectividade para otimizar fatores como a eficiência energética, a acessibilidade e a qualidade do ambiente, elementos que favorecem o conforto e a concentração dos estudantes.

#### **4.2. Contribuição da Engenharia Elétrica – Sistema de Iluminação Automatizada**

Será instalado um sistema de iluminação LED, equipado com sensores de presença e reguladores de intensidade para garantir uma gestão inteligente e sustentável do consumo energético.

Os sensores de presença detectarão automaticamente a ocupação da sala, ativando ou desativando a iluminação conforme a necessidade, o que evita desperdícios ao manter as luzes acesas apenas quando houver pessoas no ambiente.

Além disso, os reguladores de intensidade serão programados para ajustar a iluminação de acordo com as condições de luz natural, reduzindo a utilização de luz artificial nos momentos em que o ambiente já recebe iluminação suficiente do exterior.

Esse controle dinâmico proporcionará uma experiência mais confortável aos alunos e professores, pois a iluminação será sempre adequada às condições do espaço, evitando excesso de brilho ou falta de luminosidade.

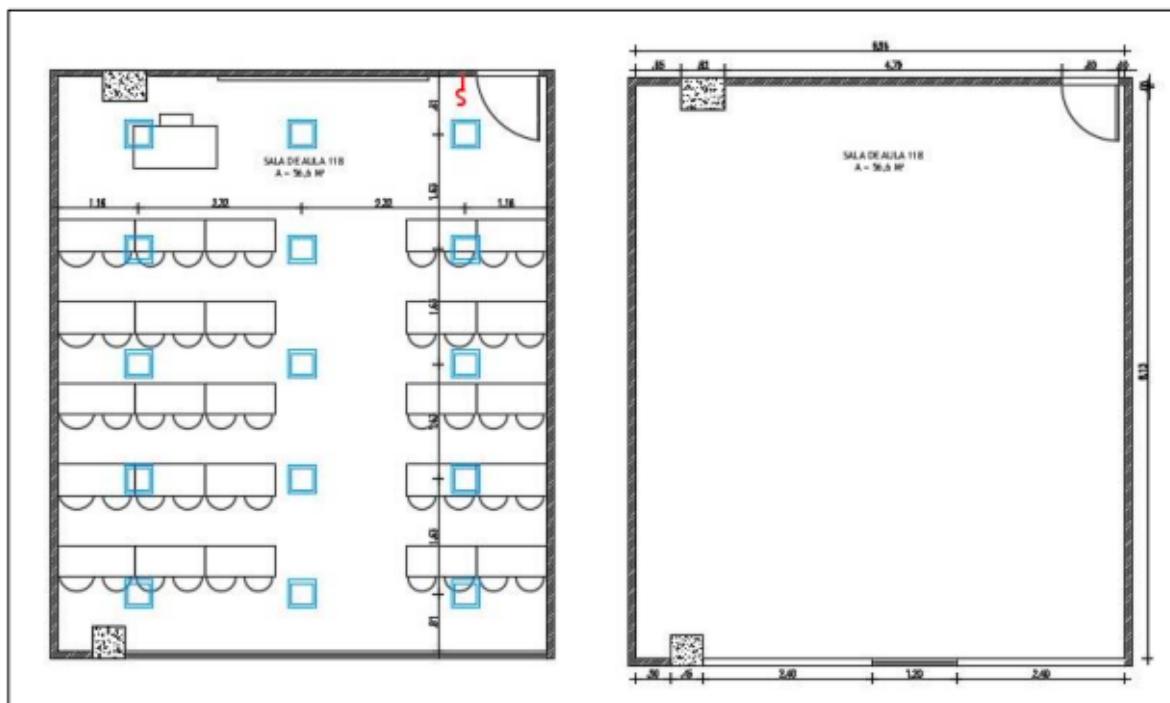


Figura 03 – Análise do sistema de iluminação existente. Planta baixa da sala estudada.

Com essa solução, o sistema de iluminação LED contribuirá para a economia de energia e o prolongamento da vida útil dos equipamentos, alinhando-se aos objetivos de sustentabilidade e eficiência do projeto de sala de aula inteligente e da instituição.

## **Rede Elétrica Inteligente**

A sala será equipada com uma rede elétrica integrada a sensores que permitem o monitoramento e controle remoto via computador.

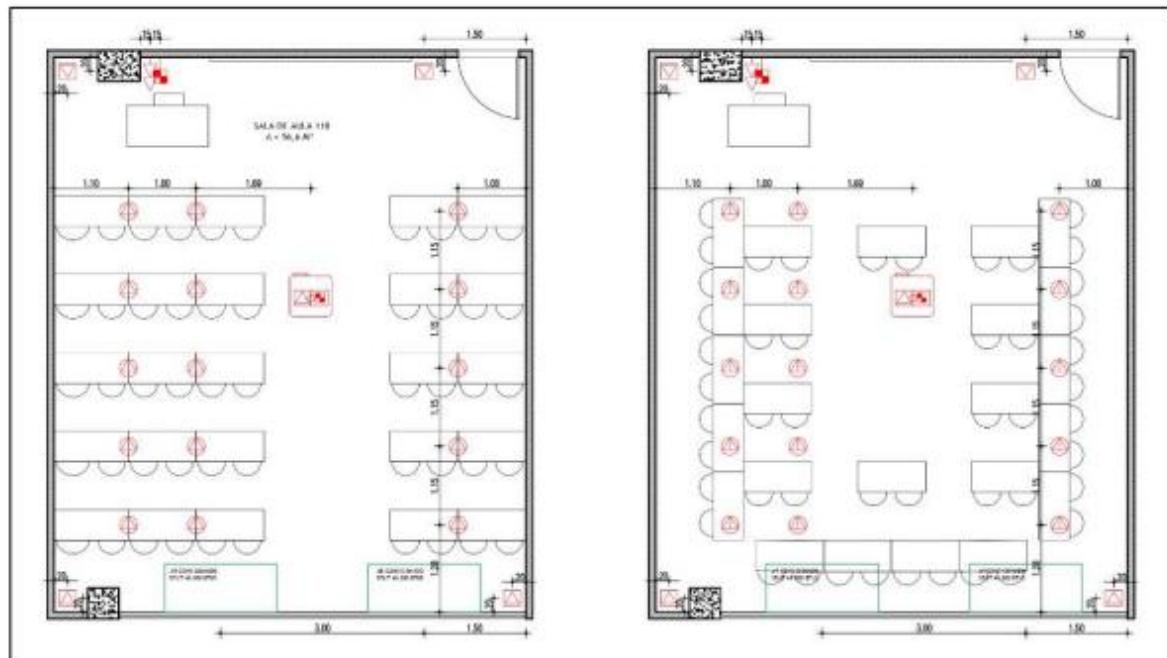
Esse sistema possibilitará o desligamento automático de equipamentos quando a sala estiver desocupada, aumentando a eficiência energética.

## **Infraestrutura para Recarga de Dispositivos**

Para atender às demandas de uma sala de aula moderna e tecnológica, serão instalados pontos de recarga em locais estratégicos, com suporte para tomadas convencionais e USB. Esses pontos de recarga estarão distribuídos de forma acessível, garantindo que alunos e professores possam recarregar notebooks, tablets e celulares com praticidade durante as aulas, sem precisar se afastar de seus locais de estudo.

A localização desses pontos, mediante uma análise técnica, visa minimizar a necessidade de extensões e fios expostos, que podem comprometer a segurança e o conforto dos usuários, além de facilitar a movimentação no ambiente.

Com essa infraestrutura, a sala de aula inteligente poderá promover mais autonomia para o uso de dispositivos eletrônicos, essenciais para acessar recursos digitais, participar de atividades interativas e aproveitar ao máximo as ferramentas educacionais.



**Figura 04- Sistemas elétricos propostos para os dois arranjos estudados.**

Ao permitir que todos mantenham seus dispositivos carregados e operacionais, o ambiente contribuirá para uma experiência de aprendizado mais contínua e integrada às tecnologias, otimizando o engajamento e a produtividade dos participantes.

### **Sistemas de Segurança Elétrica**

A rede elétrica será equipada com disjuntores inteligentes, capazes de detectar anomalias e prevenir curtos-circuitos ou sobrecargas, garantindo a segurança dos usuários.

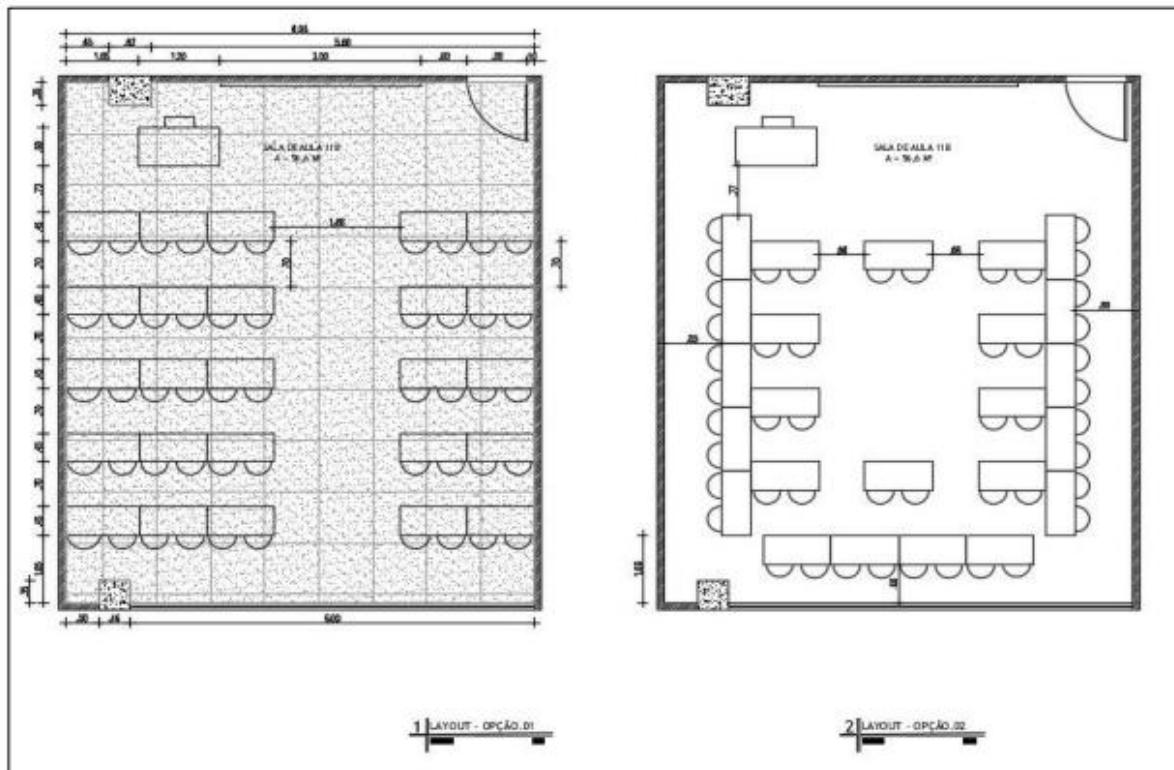
### **4.3. Contribuição da Engenharia de Produção – Otimização do Layout**

A disposição dos móveis e equipamentos foram planejadas para otimizar o fluxo de alunos e professores, facilitando a interação entre os participantes e a utilização dos recursos tecnológicos.

Mesas e cadeiras serão organizadas em um arranjo flexível, permitindo diferentes configurações conforme as necessidades das atividades, como discussões em grupo, apresentações e trabalhos individuais.

Essa flexibilidade facilitará o uso eficiente de recursos tecnológicos, como projetores interativos, telas digitais e dispositivos móveis, garantindo que todos os alunos tenham acesso equitativo às ferramentas de ensino.

Além disso, a organização ergonômica do mobiliário visa proporcionar um ambiente confortável, incentivando a colaboração entre alunos e professores e melhorando a circulação no espaço.



**Figura 05- Propostas de arranjos estudados.**

Assim, o layout da sala será adaptável e funcional, permitindo uma transição ágil entre diferentes formatos de ensino e promovendo uma experiência mais dinâmica e inclusiva para todos os participantes.

### **Análise de Custos e Benefícios**

Será realizada uma análise detalhada dos custos envolvidos na implementação da tecnologia, bem como o retorno sobre o investimento, levando em consideração a economia de energia e a melhoria no processo de ensino.

### **Gestão de Projetos**

O cronograma de implementação será elaborado em fases, incluindo planejamento, compra de materiais, instalação dos sistemas e testes.

Um sistema de acompanhamento será utilizado para monitorar o progresso e garantir a execução dentro dos prazos estabelecidos. Integração de IoT Sensores e dispositivos conectados via IoT serão utilizados para monitorar o uso da sala, o consumo de energia e a necessidade de manutenção dos equipamentos.

### **4.4. Contribuição da Engenharia Civil – Estrutura Física**

A estrutura da sala foi avaliada para suportar a instalação de equipamentos de automação, garantindo que a infraestrutura elétrica e de dados seja protegida e acessível sem comprometer a integridade do espaço.

### **Isolamento Acústico e Térmico**

Para garantir o conforto dos usuários, serão instalados materiais de isolamento acústico, evitando interferências de sons externos.

Um sistema de climatização eficiente também será implementado, mantendo a temperatura adequada com o mínimo de consumo energético.

### **Pisos Elevados**

Será instalado um sistema de piso elevado que permitirá a passagem de cabos elétricos e de dados de maneira organizada e discreta, facilitando futuras manutenções e modificações.

## **4.5. Contribuição da Engenharia Mecânica – Sistemas de Climatização**

A Engenharia Mecânica foi responsável pela análise e implementação de um sistema de climatização eficiente. Foi escolhido um sistema de ar-condicionado com controle inteligente, que ajustará a temperatura e a umidade de acordo com a ocupação da sala e as condições climáticas externas.

Além disso, a ventilação natural foi considerada para garantir o conforto térmico sem desperdício de energia.

### **Eficiência Energética em Equipamentos Mecânicos**

Foi feita uma análise da eficiência energética dos sistemas mecânicos da sala, como climatização e movimentação de ar. Tecnologias como inversores de frequência e sistemas de ventilação com recuperação de calor foram considerados para reduzir o consumo de energia elétrica.

### **Sistemas de Automação Mecânica**

A automação de cortinas ou persianas será implementada para regular a entrada de luz natural, diminuindo a necessidade de iluminação artificial e melhorando a eficiência energética da sala.

Sensores de temperatura e luz serão integrados ao sistema para ajustar automaticamente esses elementos.

**Felipe Lira Americo, Francisco Carlos Nascimento da Silva, José Vinícius Marcelino de Freitas, Luiz Gustavo Carvalho Falcão Rodrigues, Maria Yara Sousa da Silva, Samuel Lázaro Honorato Silva, Emmanuelle Maria Vasconcelos Matos**

### **Estruturas Mecânicas para Conforto Acústico**

Será realizada uma análise do comportamento acústico da sala, utilizando materiais e sistemas mecânicos que melhorem a qualidade acústica.

Serão instalados difusores e absorvedores mecânicos para melhorar a propagação do som, evitando ecos e ruídos externos.

### **Movimentação e Automação de Equipamentos**

Será projetado um sistema mecânico para a movimentação de quadros interativos, telas de projeção e até mesmo mesas ajustáveis para professores, garantindo acessibilidade e usabilidade dos equipamentos sem esforço manual.

Esses dispositivos serão integrados com a automação da sala para facilitar o uso no dia a dia.

### **Análise de Vibrações e Isolamento Mecânico**

A engenharia mecânica também atuará no controle de vibrações de equipamentos e sistemas da sala (como ar-condicionado e projetores), utilizando técnicas de isolamento mecânico e escolha de materiais que evitem o desconforto causado por ruídos ou vibrações indesejadas.

### **Procedimentos**

Para os sistemas de climatização e eficiência mecânica, serão feitos cálculos de carga térmica e análise de fluxo de ar para definir o melhor sistema de condicionamento de ar.

O software de simulação, como o SolidWorks, será utilizado para modelar os componentes mecânicos e suas interações com os outros sistemas da sala.

### **Seleção de Softwares e Hardwares**

Será realizada a escolha de equipamentos de climatização e automação com alta eficiência energética e baixo impacto ambiental. O sistema será integrado ao controle da sala para que as funcionalidades mecânicas trabalhem em conjunto com as elétricas e digitais.

### **4.6. Abordagem Sustentável – Uso de Materiais Sustentáveis**

Materiais recicláveis e de baixo impacto ambiental serão priorizados na reforma da sala, incluindo o uso de madeiras certificadas e isolantes reciclados. Sistemas de

Energia Renovável Painéis solares serão instalados no edifício, contribuindo para a geração de energia renovável e diminuindo o impacto ambiental.

Gestão Eficiente de Recursos Sistemas de monitoramento de energia e água (coleta da água do dreno do ar-condicionado) serão implementados, ajudando a reduzir o desperdício e promovendo o uso consciente dos recursos.

#### **4.7. Aspectos Legais e Normativos**

O projeto de climatização seguirá as normas brasileiras de eficiência energética e segurança (como a NBR 16401, que trata de sistemas de climatização) e a norma de acessibilidade (NBR 9050).

Todos os sistemas mecânicos serão instalados seguindo as regulamentações vigentes, garantindo o conforto, a segurança e a eficiência do projeto.

Quadro 1 - Síntese das diretrizes projetuais indicadas

RECURSO	DIRETRIZ	CUSTO	EXEMPLO
Sistema de Iluminação Automatizada	Utilizar sistema de iluminação LED de alta eficiência, controlado por sensores de presença e reguladores de intensidade	BAIXO	
Rede Elétrica Inteligente	Rede integrada a sensores que serão controlados remotamente via aplicativo instalados em smartphones ou softwares em computadores	MÉDIO	
Infraestrutura para Recarga de Dispositivos	Pontos de recarga com suporte para tomadas convencionais e USB, permitindo a recarga de notebooks, tablets e celulares durante as aulas	MÉDIO	
Sistemas de Segurança Elétrica	Rede elétrica equipada com disjuntores inteligentes controlados remotamente por aplicativo, sem limite de distância.	BAIXO	
Integração de IoT	Rede coletiva de dispositivos conectados que facilita a comunicação entre os dispositivos e a nuvem, bem como entre os próprios dispositivos da sala	MÉDIO	
Estrutura Física	Utilizar estrutura pensada para suportar a instalação de equipamentos de automação	ALTO	
Isolamento Acústico e Térmico	Utilizar lã de PET para isolamento acústico e térmico	MÉDIO	
Piso elevado	Para passagem de fiação elétrica, telefonia, lógica e sistema de ventilação e ar-condicionado no espaço confinado entre o piso elevado e a base de aplicação	ALTO	
Sistemas de Climatização com automação	Controle dos dispositivos	ALTO	

## 5 Conclusão

O projeto de uma sala de aula inteligente, desenvolvido para o Centro Universitário Unifanor Wyden, apresenta uma proposta robusta e inovadora para modernizar e otimizar o ambiente educacional. Integrando sistemas automatizados e recursos tecnológicos, o projeto visa não apenas a eficiência energética e a sustentabilidade, mas também a melhoria da experiência de ensino-aprendizagem, promovendo um espaço que atende a diferentes metodologias pedagógicas e é adaptável às necessidades dos usuários.

O estudo demonstrou que a colaboração interdisciplinar entre áreas da engenharia foi essencial para estruturar uma solução viável e completa, que se alinha aos princípios de acessibilidade, segurança e inovação sustentável. Embora a implementação de uma sala de aula inteligente envolva desafios, como o investimento

inicial e a necessidade de treinamento dos usuários, os benefícios a longo prazo para a instituição e para a comunidade acadêmica são significativos.

Com essa abordagem, espera-se que o projeto possa servir de modelo replicável, contribuindo para o desenvolvimento de ambientes educacionais mais eficientes, inclusivos e engajadores, alinhados com as demandas contemporâneas da educação.

## **Referências Bibliográficas**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050:2015 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Manual de Iluminação LED - Guia de Eficiência Energética. São Paulo, 2023. ALMEIDA, M.; RODRIGUES, J.; SILVA, F. Eficiência energética em salas de aula inteligentes: Reduzindo custos operacionais com sistemas automatizados. **Journal of Sustainable Education**, v. 15, n. 4, p. 225-235, 2020.

KHAN, A.; PATEL, R.; SINGH, S. Benefícios ambientais dos sistemas automatizados de sala de aula no ensino superior. **Renewable and Sustainable Education Studies**, v. 8, n. 3, p. 147-162, 2021.

KIM, S.; CHEN, T.; LI, H. Integração tecnológica e acessibilidade em ambientes de aprendizagem inteligentes. **Educational Technology Review**, v. 20, n. 1, p. 85-98, 2019.

LEE, J.; LEE, S. Dispositivos interativos em salas de aula inteligentes: um estudo sobre o envolvimento dos alunos. **Educational Innovations Journal**, v. 12, n. 5, p. 99-115, 2019.

SANTOS, L.; RIBEIRO, G. Desafios da adoção de salas de aula inteligentes nas instituições de ensino brasileiras. **Journal of Education and Society**, v. 32, n. 2, p. 301-317, 2023.

WU, P.; LI, Z. O papel da IA em ambientes de aprendizagem adaptativos: Melhorando os resultados dos alunos em salas de aula inteligentes. **Journal of Modern Education**, v. 18, n. 3, p. 170-189, 2022.

ZHANG, Y.; CHEN, L.; ZHAO, Q. IoT e salas de aula inteligentes: uma revisão sistemática. **Technology and Education Quarterly**, v. 10, n. 2, p. 55-70, 2020.

ZHAO, W.; LIU, R.; WANG, X. Preocupações com a privacidade em ambientes de aprendizagem habilitados para IoT. **International Journal of Educational Technology Security**, v. 5, n. 1, p. 20-34, 2021.