

Centro Paula Souza
ETEC de Campo Limpo Paulista
Informática para a Internet Integrado ao Ensino Médio

DESENVOLVIMENTO DE UM MONITOR MULTIPARAMÉTRICO DE BAIXO CUSTO PARA O CURSO DE ENFERMAGEM DA ETEC DE CAMPO LIMPO PAULISTA

Otávio Pierobon de Souza Bemi¹

Júlia Moraes da Silva Santos²

Caetano Pavesi dos Oros³

Barbara Kathellen Andrade Porfirio⁴

Thaynara Cristina Maia dos Santos⁵

Resumo: O presente estudo trata sobre o desenvolvimento de um monitor multiparamétrico para o curso de Enfermagem da ETEC de Campo Limpo Paulista, tendo em vista a necessidade de oferecer ferramentas didáticas que possibilitem o aprendizado prático de monitoramento de sinais vitais. A fim de proporcionar uma experiência educacional mais realista e acessível, buscou-se identificar os parâmetros essenciais a serem monitorados, projetar um protótipo funcional de baixo custo e integrá-lo a um sistema de coleta e exibição de dados. Para isso, realizou-se uma pesquisa aplicada, de abordagem quali-quantitativa e caráter exploratório-descritivo, envolvendo levantamento bibliográfico sobre monitores multiparamétrico e simuladores realísticos, entrevistas com docentes, desenvolvimento do equipamento utilizando Arduino, ESP32 e sensores para ECG, oximetria e temperatura e testes de funcionamento no ambiente simulado. Diante disso, verificou-se que a maioria das entrevistadas apontaram que a ausência de tecnologias adequadas é a principal limitação enfrentada,

¹ Aluno (a) do curso Técnico em Informática para Internet, na ETEC de Campo Limpo Paulista - caetano.oros@etec.sp.gov.br

² Aluno (a) do curso Técnico em Informática para Internet, na ETEC de Campo Limpo Paulista - julia.santos883@etec.sp.gov.br

³ Aluno (a) do curso Técnico em Informática para Internet, na ETEC de Campo Limpo Paulista - otavio.bemi@etec.sp.gov.br

⁴ Professora do curso Técnico em Informática para Internet, na ETEC de Campo Limpo Paulista – barbara.porfirio@etec.sp.gov.br

⁵ Professora do curso Técnico em Informática para Internet, na ETEC de Campo Limpo Paulista – thaynara.santos24@etec.sp.gov.br

comprometendo a efetividade das aulas práticas. Além disso, indicaram parâmetros vitais essenciais como frequência cardíaca, pressão arterial, saturação e temperatura para serem simulados. Com base nesses achados, o sistema permite a criação de cenários realistas, facilita a observação e análise dos sinais vitais e registra resultados para avaliação posterior. Conclui-se então que o sistema desenvolvido apresenta potencial para apoiar a formação de alunos de enfermagem, que pode fortalecer a aprendizagem prática, aumentando a assimilação dos conteúdos e preparando para situações reais do exercício profissional.

Palavras-chave: Monitor Multiparamétrico; Simulação realística; Arduino; *Website*.

Abstract: This study focuses on the development of a multiparameter monitor for the nursing laboratory at ETEC de Campo Limpo Paulista, addressing the need to provide educational tools that enable practical learning of vital signs monitoring. To offer a more realistic and accessible educational experience, the project aimed to identify the essential parameters to be monitored, design a functional low-cost prototype, and integrate it with a data collection and display system. An applied, quali-quantitative, exploratory-descriptive research approach was adopted, including a literature review on multiparameter monitors and realistic simulators, interviews with instructors, development of the equipment using Arduino, ESP32, and sensors for ECG, oximetry, and temperature, and functionality testing in a simulated environment. The results showed that most interviewees identified the lack of appropriate technologies as the main limitation affecting the effectiveness of practical classes. They also highlighted key vital parameters such as heart rate, blood pressure, oxygen saturation, and temperature as essential for simulation. Based on these findings, the developed system enables the creation of realistic scenarios, facilitates the observation and analysis of vital signs, and records results for later evaluation. It is concluded that the system has the potential to support nursing students' training, enhancing practical learning, improving content assimilation, and preparing them for real-life professional situations.

Keywords: Multiparameter Monitor; Realistic Simulation; Arduino; *Website*.

1 INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias digitais na educação tem se consolidado como ferramenta essencial para o ensino técnico em saúde. A simulação realística, aliada a recursos como monitores multiparamétricos, permite recriar cenários clínicos de forma segura e interativa, aproximando os alunos da prática profissional (BARRETO et al., 2014). Esses dispositivos, ao simular sinais vitais reais, contribuem para o desenvolvimento de competências técnicas e

emocionais, fundamentais na formação em Enfermagem (BAPTISTA et al., 2014).

Os laboratórios de Enfermagem desempenham um papel essencial na formação prática de futuros profissionais da saúde, proporcionando um ambiente controlado para o desenvolvimento de habilidades técnicas e procedimentais (COSTA et al., 2017). Os equipamentos multiparamétrico, capazes de medir sinais vitais como frequência cardíaca, oximetria e temperatura, são fundamentais nesse processo, pois simulam situações reais de atendimento e permitem ao estudante compreender, na prática, a importância do monitoramento de pacientes (YACOUB et al., 2023).

Sendo assim, o uso de tecnologias acessíveis para a criação desses dispositivos pode ampliar o alcance e a qualidade do ensino, especialmente em instituições de ensino técnico (FARIAS et al., 2025).

Visando abordar a problemática sobre como um monitor multiparamétrico pode auxiliar nas aulas práticas do curso técnico de Enfermagem da ETEC de Campo Limpo Paulista (ETECAMP), este trabalho se justifica pela limitação atual de recursos tecnológicos disponíveis na instituição. Essa carência impacta diretamente a preparação dos alunos e compromete o processo de ensino-aprendizagem, dificultando a transição da teoria para a prática.

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é desenvolver um monitor multiparamétrico para apoiar as aulas práticas do curso técnico de Enfermagem da ETECAMP. De forma mais específica, buscou-se realizar entrevistas com professores e alunos, definir os requisitos do sistema, desenvolver o protótipo com Arduino, criar uma identidade visual e interface *web* e, por fim, testar o sistema no ambiente escolar.

A metodologia utilizada compreendeu uma pesquisa de natureza aplicada, de abordagem quali-quantitativa e caráter exploratório-descritivo. Foram realizadas entrevistas com os usuários, levantamento bibliográfico e desenvolvimento técnico com base em tecnologias como Arduino, React e Node.js, apresentando uma visão geral sobre o uso de tecnologia no ensino prático da enfermagem.

O restante deste artigo encontra-se assim organizado: na próxima seção será apresentado o Referencial Teórico; em seguida, na Metodologia, detalha-se o processo de desenvolvimento do sistema; na seção de Resultados e

Discussões, são analisados os dados obtidos; finalizando com as Considerações Finais e sugestões para Trabalhos Futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Monitor multiparamétrico nas escolas

O monitor multiparamétrico é um equipamento amplamente utilizado no ambiente hospitalar para realizar a vigilância contínua de sinais vitais, como frequência cardíaca, pressão arterial, oximetria, temperatura corporal e frequência respiratória. Sua presença nas instituições de saúde visa garantir um cuidado seguro e em tempo real ao paciente (PINTO et al., 2024).

No contexto educacional, especialmente em cursos técnicos de enfermagem, monitores multiparamétricos simulados têm sido usados para promover o desenvolvimento de habilidades práticas e tomadas de decisão clínica sem riscos a pacientes reais. Essa integração contribui para a construção de competências técnicas e aproxima os alunos da realidade profissional (YANG et al., 2020).

Além disso, o uso de tecnologias abertas e acessíveis, como o Arduino, amplia a viabilidade da construção de monitores simulados, permitindo que instituições com recursos limitados adotem práticas de simulação no ensino (PINTO et al., 2024). Tal prática favorece a democratização do acesso à simulação clínica e fortalece a formação dos alunos, sendo considerada um diferencial pedagógico no processo de ensino-aprendizagem.

Portanto, a implementação de monitores multiparamétricos simulados em instituições de ensino técnico não apenas inova o processo de aprendizagem, como também eleva a qualidade da formação dos futuros profissionais da saúde.

2.2 Simulação realística no ensino de Enfermagem

A simulação realística é uma metodologia educacional que tem ganhado espaço na formação de profissionais da saúde por permitir a recriação de situações clínicas em ambiente controlado. Essa prática promove a integração entre teoria e prática, possibilitando aos alunos o desenvolvimento de competências técnicas, emocionais e éticas (BARRETO et al., 2014).

Segundo Baptista et al. (2014), a simulação de alta fidelidade, que utiliza manequins com capacidade de resposta a intervenções, proporciona ao estudante um ambiente seguro e imersivo para treinamento. Essa abordagem tem impacto direto no aumento da autoconfiança e da capacidade de decisão clínica dos futuros profissionais.

A adoção dessa metodologia também contribui para o fortalecimento do raciocínio crítico, da comunicação e do trabalho em equipe. Isso porque os alunos são expostos a situações desafiadoras em que precisam agir com rapidez e precisão, elementos essenciais na rotina da Enfermagem (OLIVEIRA, 2024). Portanto, a simulação realística se mostra como uma aliada indispensável no preparo de profissionais mais bem capacitados e seguros em suas práticas.

Assim, ao incorporar estratégias de simulação realística no currículo, escolas técnicas garantem uma formação mais completa, eficaz e alinhada às exigências do mercado de trabalho atual.

2.3 Sistemas Relacionados

O desenvolvimento de sistemas de simulação e monitoramento de sinais vitais voltados para o ensino já é explorado por diversas soluções no mercado. Entre os exemplos mais relevantes, podemos citar:

O SimCapture (Laerdal) é uma solução de gerenciamento e gravação de sessões de simulação realística, permitindo a avaliação detalhada do desempenho dos participantes e a geração de relatórios personalizados. É amplamente utilizado em ambientes acadêmicos e de treinamento profissional para análise de práticas clínicas (LAERDAL).

O vSim for Nursing (Laerdal + Wolters Kluwer) oferece cenários clínicos interativos baseados em casos reais, com o objetivo de aprimorar a tomada de decisão e o raciocínio clínico dos estudantes de enfermagem. A plataforma permite simulações seguras e realistas no ambiente virtual (WOLTERS).

O Body Interact é um simulador clínico digital que apresenta pacientes virtuais com sinais vitais dinâmicos, reagindo às intervenções do usuário em tempo real. Essa ferramenta se aproxima da experiência de uso de monitores multiparamétricos reais e é empregada tanto para ensino quanto para avaliação de competências clínicas (BODY INTERACT).

O CAE LearningSpace é uma plataforma de gerenciamento de simulações que integra dispositivos físicos, *softwares* educacionais e recursos audiovisuais para monitorar e registrar atividades. Seu foco está no treinamento baseado em competências e na análise de desempenho (CAE HEALTHCARE).

O SimMan e o SimJunior (Laerdal) são manequins de alta fidelidade que simulam diversas condições clínicas, integrando-se a sistemas de controle e visualização de sinais vitais. Permitem a realização de treinamentos práticos em um ambiente seguro e controlado, com cenários de baixa a alta complexidade (LAERDAL).

Embora essas soluções sejam eficazes, apresentam um custo elevado, o que limita sua acessibilidade para escolas públicas ou com menos recursos. O diferencial do projeto apresentado neste trabalho está justamente na proposta de desenvolver uma solução de baixo custo, utilizando tecnologias acessíveis como Arduino e ESP32, permitindo a simulação de sinais vitais de forma funcional e integrada a uma interface *web* intuitiva.

Essa alternativa se destaca por unir viabilidade econômica, funcionalidade pedagógica e acessibilidade tecnológica. A proposta ainda se diferencia por ser desenvolvida a partir das necessidades reais de professores e alunos da própria instituição, garantindo maior alinhamento entre o sistema e as demandas pedagógicas da escola, o que reforça sua aplicabilidade e potencial de impacto.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem quali-quantitativa e caráter exploratório-descritivo, pois tem como objetivo desenvolver um monitor multiparamétrico que modernize as práticas pedagógicas do laboratório de Enfermagem da ETECAMP, com base nas necessidades de docentes e discentes da área.

A população-alvo do estudo é composta por professores do curso Técnico de Enfermagem da ETECAMP. A amostra foi intencional, selecionando participantes diretamente envolvidos com as atividades realizadas no laboratório de Enfermagem.

A coleta de dados será realizada por meio de entrevistas semiestruturadas, com o intuito de identificar as principais dificuldades

enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem, o nível de familiaridade com tecnologias e as demandas específicas para a simulação de práticas realistas.

O procedimento metodológico seguirá as seguintes etapas: (1) levantamento bibliográfico sobre tecnologias aplicadas à educação em enfermagem; (2) aplicação de entrevistas com o público-alvo; (3) análise dos dados coletados para definição dos requisitos do sistema; (4) desenvolvimento de um protótipo funcional utilizando tecnologias como Arduino (Arduino), ESP32 (ESP32), HTML (HTML), CSS (CSS); e (5) realização de testes com os usuários para validação da interface e funcionalidades do sistema.

As respostas abertas serão analisadas por meio de análise de conteúdo, visando identificar padrões, expectativas e necessidades pedagógicas que orientem o desenvolvimento da solução tecnológica.

A confidencialidade das informações foi garantida e os dados coletados foram utilizados exclusivamente para fins acadêmicos.

3.2 Modelagem do sistema

3.2.1 Usuário do Sistema

- **Professor:** usuário que acompanha os dados em tempo real, configura parâmetros e gera relatórios para avaliação.

3.2.2 Arquitetura do sistema

O CodeClinic é dividido em três módulos. O módulo I contém um multiparamétrico capaz de medir sinais vitais como eletrocardiograma (ECG), saturação de oxigênio no sangue (SpO₂) e temperatura corporal em tempo real. Já o módulo II realiza a simulação de cenários clínicos reais como parada cardiorrespiratória, choque séptico e hipoxemia.

O módulo III possuiá raspberry é um mini computador acessível em uma placa de circuito impresso, com poder para tarefas de computação geral, como navegar na internet ou rodar um sistema operacional Linux. E o flask que é um *microframework* leve e flexível para desenvolvimento *web* em Python, usado para criar sites, APIs e aplicações *web* de forma rápida e eficiente.

O projeto utiliza materiais reutilizáveis garantindo baixo custo, o que torna uma alternativa viável para instituições com recursos limitados. Para questão de

comparação a Tabela 1 contém preços de monitores multiparamétricos com base em informações típicas de fornecedores no Brasil (como MedVital, MedStore, Ortovida, Mercado Livre, etc.). Os preços são aproximados e podem variar conforme o modelo, fornecedor e região.

Tabela 1 - Preços atualizados de monitores multiparamétricos

Marca / Modelo	Parâmetros Monitorados	Tipo de Uso	Preço Aproximado
Contec CMS8000	ECG, SpO ₂ , PNI, Respiração, Temp.	Clínico geral	R\$ 3.000 – R\$ 4.500
Mindray iMEC10	ECG, SpO ₂ , PNI, Temp., Resp., EtCO ₂	UTI/Portátil	R\$ 10.000 – R\$ 18.000

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

E os equipamentos utilizados no projeto possuem os preços aproximados mostrados na Tabela 2.

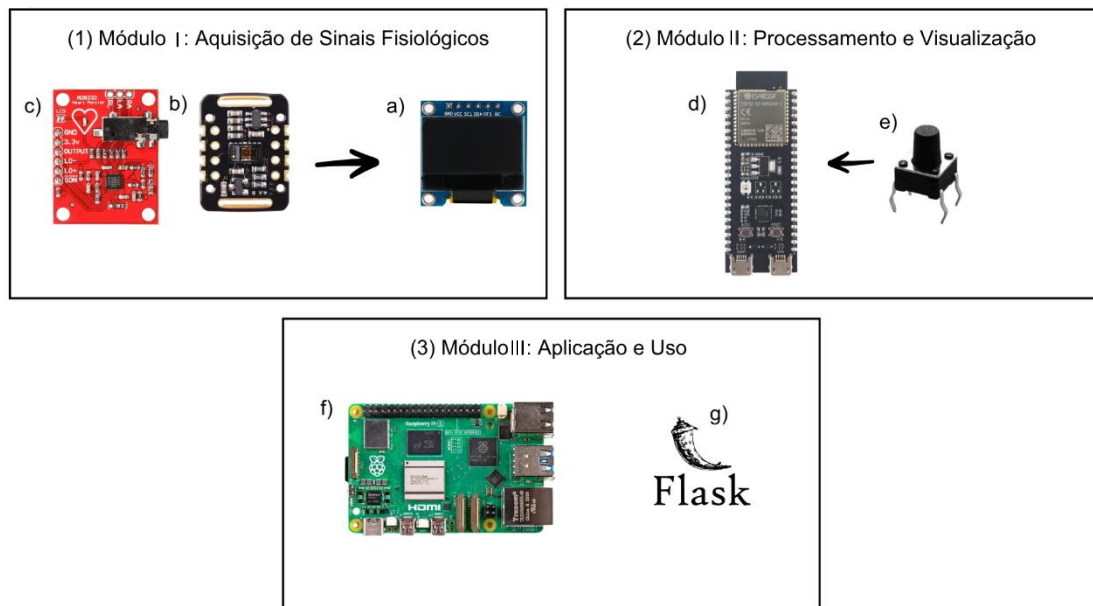
Tabela 2 - Valores dos componentes para o projeto

Módulos	Preço aproximado
Módulo ECG AD8232	R\$ 49,00 - R\$52,00
Módulo de oximetria MAX30102	R\$ 17,00 - R\$20,00
Arduino	R\$ 30,00 - R\$40,00
Protoboard	R\$ 18,00 - R\$20,00
Display OLED 0.96	R\$ 27,00 - R\$30,00
Power Bank de 2600mAh	R\$ 24,00 - R\$30,00
ESP32-WROVER-B	R\$ 70,00 - R\$90,00

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

A Figura 1 mostra a arquitetura do sistema contendo as partes fundamentais do *hardware* e elementos de *software* do projeto.

Figura 1 – Arquitetura do sistema



Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Módulo I

A ideia do projeto de desenvolver um equipamento multiparamétrico, chamado CodeClinic, surgiu durante a reunião de planejamento do mês da Enfermagem, quando a coordenadora do curso comentou sobre a abertura de um espaço para iniciar um laboratório realista na ETEC de Campo Limpo Paulista (ETECAMP). No laboratório de enfermagem percebeu-se que não havia equipamentos eletrônicos para simulação de estados clínicos reais apenas simulações improvisadas com papelões e outros materiais produzidos pelos próprios professores.

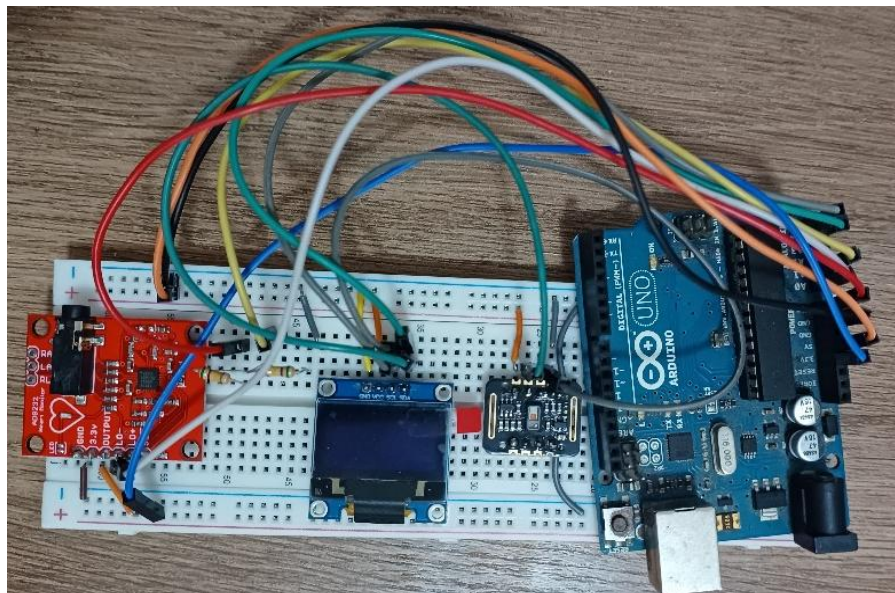
Um exemplo era uma imagem de monitor multiparamétrico contendo os parâmetros eletrocardiograma (ECG), frequência cardíaca (BPM), saturação de oxigênio (SPO2), temperatura, entre outros, o que chamou a atenção dos membros do grupo.

A partir dessa necessidade, a equipe iniciou a pesquisa de projetos semelhantes e realizou uma entrevista informal com três professoras do curso de enfermagem, todas relatando que um equipamento eletrônico seria extremamente útil para as aulas práticas.

O projeto CodeClinic teve como uma de suas principais inspirações o trabalho desenvolvido por Cabral e León (2023). A proposta demonstrou a

viabilidade técnica de utilizar plataformas de hardware livre, como o Arduino, para a construção de dispositivos de monitoramento de sinais vitais. A partir dessas informações, iniciou-se o processo de desenvolvimento do protótipo do módulo I (Figura 2).

Figura 2 - Protótipo do Módulo I



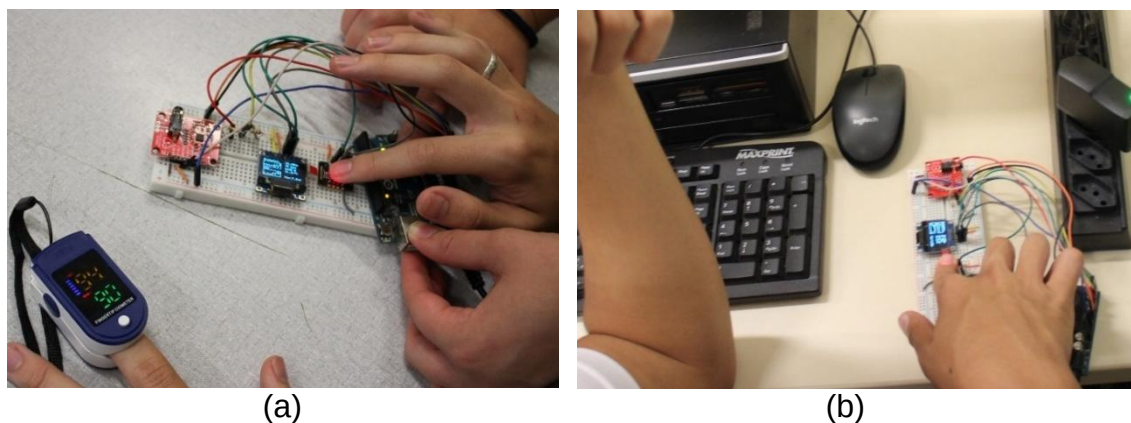
Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

O primeiro módulo tem como objetivo a captação dos sinais fisiológicos dos usuários e uma exibição inicial desses dados. Os principais componentes deste módulo são: a Figura 1 (c): um sensor de monitoramento cardíaco (AD8232 - SparkFun) que realiza a coleta dos sinais elétricos do coração, como o eletrocardiograma (ECG); a Figura 1 (b): um microcontrolador (ESP32 ou equivalente) responsável por realizar a leitura dos sinais provenientes do sensor e o envio dos dados para os próximos componentes do sistema. A Figura 1 (a): uma tela OLED utilizada para apresentar informações básicas de forma imediata ao usuário, como a frequência cardíaca.

Durante a construção foram conduzidos três ciclos de testes. O primeiro teste do protótipo foi realizado no laboratório de Enfermagem da ETECAMP. Participaram da atividade os integrantes do grupo responsável pelo desenvolvimento do projeto e uma professora do curso técnico de Enfermagem.

A metodologia adotada consistiu na realização de testes com o protótipo, por meio da aferição dos sinais vitais dos próprios integrantes do grupo. Os dados obtidos foram comparados com os resultados fornecidos por um oxímetro comercial (modelo de clipe de dedo) (Figura 3 (a)), que apresenta a frequência cardíaca (PR – pulse rate, em bpm – batimentos por minuto) e a saturação periférica de oxigênio (SpO2), além da utilização de um termômetro para medição da temperatura corporal (Figura 3 (b)). Todos os valores foram devidamente anotados para fins de comparação entre o protótipo e os dispositivos comerciais de referência.

Figura 3 – Teste com oxímetro e temperatura



Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Os resultados revelaram a necessidade de substituição do módulo de oximetria no protótipo, uma vez que o componente apresentava falhas no funcionamento. Outros problemas identificados incluíram a exibição zerada da saturação de oxigênio e lentidão na apresentação dos dados no display, possivelmente causada pelo processamento simultâneo de muitas informações.

A medição da temperatura corporal, realizada na ponta do dedo, também apresentou valores baixos, especialmente em dias mais frios, o que comprometeu a precisão da leitura. Em relação à alimentação do sistema, foram testadas três opções: uma bateria de 9V, um power bank e uma fonte dedicada para Arduino. Constatou-se que a fonte própria do Arduino apresentou melhor desempenho e maior estabilidade.

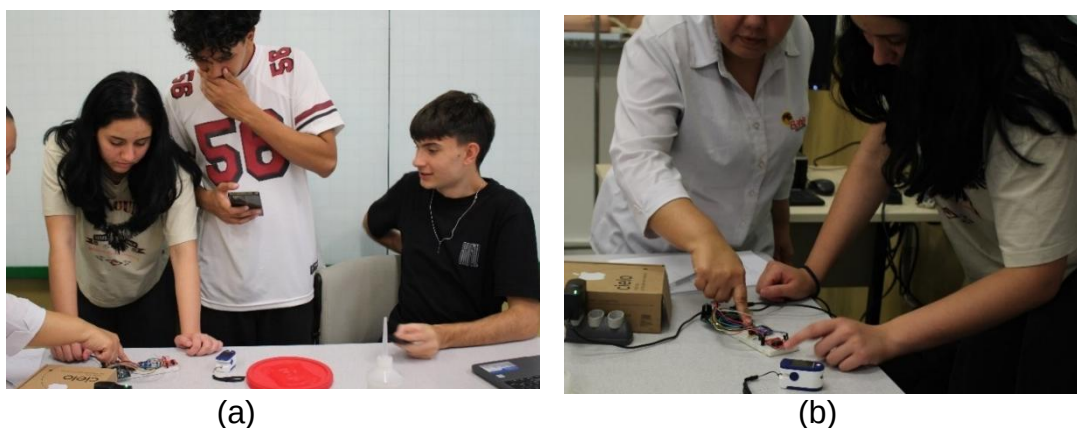
Por fim, a professora de Enfermagem que acompanhou o teste forneceu um feedback importante. Ela destacou que, por se tratar de um equipamento

voltado à área da saúde, o uso do protótipo deve, inicialmente, ter caráter didático, até que os dados coletados possam ser devidamente calibrados e apresentem maior confiabilidade.

Antes da realização do segundo teste, foram implementadas melhorias no código, com o objetivo de obter resultados mais precisos nas aferições.

O segundo teste do protótipo foi novamente realizado no laboratório de Enfermagem da instituição de ensino. Nesta etapa, o público envolvido foi ampliado, contando com a participação de estudantes e professores do curso técnico de Enfermagem (Figura 4 (a) e (b)).

Figura 4 – Testes com uma aluna de enfermagem



Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

A metodologia consistiu na realização de novas aferições de sinais vitais, desta vez aplicadas diretamente nas estudantes. O objetivo principal foi verificar a eficácia das modificações feitas no código do protótipo, especialmente no que diz respeito à calibração dos dados, além de compreender com maior clareza o comportamento de cada parâmetro apresentado pelo monitor multiparamétrico.

Os resultados, no entanto, mostraram que, apesar das alterações realizadas no código, houve pouca ou nenhuma melhoria significativa. Alguns dados aferidos continuavam apresentando margens elevadas de erro. Com o aumento do número de pessoas envolvidas no teste, foi possível perceber uma nova necessidade: a utilização de uma tela de maior tamanho, que proporcionasse melhor visualização das informações exibidas.

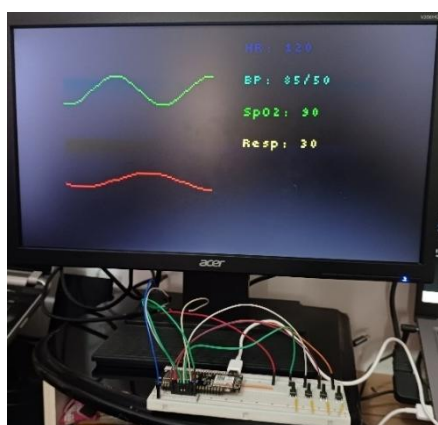
Em relação ao *feedback* recebido, as alunas demonstraram grande interesse pelo protótipo e participaram ativamente das aferições, valorizando a

experiência prática. Os professores também aprovaram a iniciativa e destacaram um aspecto interessante: mesmo com dados incorretos, o equipamento poderia ser aproveitado como ferramenta pedagógica, promovendo discussões e questionamentos em sala de aula sobre a interpretação clínica dos sinais apresentados.

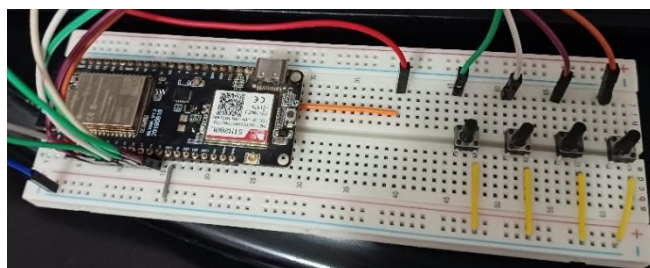
Módulo II

A partir do feedback surgiu a ideia de criar um módulo II (Figura 5 (a) e (b)) que simulasse cenários clínicos, como parada cardiorrespiratória, choque séptico, entre outros. Isso permitiria que as estudantes identificassem e respondessem a condições clínicas simuladas com base nos sinais apresentados.

Figura 5 – Módulo II com componentes e monitor



(a)



(b)

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

O segundo módulo é responsável pelo tratamento avançado dos dados, armazenamento e disponibilização das informações em formato acessível ao usuário final. Ele é composto pelos seguintes elementos: a Figura 1 (e): um pequeno interruptor permite ao usuário executar ações como iniciar medições, selecionar modos de operação ou interagir com o sistema de forma simples.

A Figura 1 (d): uma placa de desenvolvimento (ESP32-S3-DEVKITC-1-N8) atua como unidade integração a *internet*, tornando o protótipo um objeto inteligente. É responsável pela análise dos sinais e integração com o servidor *web*.

O último teste, foi realizado com duas professoras de Enfermagem. A simulação contemplou quatro estados clínicos, representados pelos botões. Ao pressionar um botão, os parâmetros correspondentes são exibidos no monitor. Por exemplo: Parada cardiorrespiratória: todos os parâmetros aparecem zerados; Choque séptico: HR = 120, BP = 85/50, SpO2 = 90, Resp = 30 (Tabela 3).

Tabela 3 – Estados clínicos do módulo II

ESTADOS	HR	BP	SpO2	RESP
Normal	75	120/80	98	16
Parada cardiorrespiratória	0	0	0	0
Hipoxemia	95	130/85	85	22
Choque séptico	120	85/50	90	30

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Com isso, ambas as professoras consideraram a proposta extremamente útil para formular perguntas como: “O que fazer diante desses parâmetros?”. Validando assim a viabilidade do Módulo II.

É importante destacar que a maioria dos componentes utilizados já estavam disponíveis na instituição, com exceção dos módulos ECG AD8232 e oximetria MAX30102. O que contribuiu para manter o projeto de baixo custo e viável dentro do ambiente educacional.

Módulo III

O terceiro módulo é responsável pelo processamento dos dados captados pelo primeiro e o segundo módulo e sua integração com a plataforma digital, seus componentes são: a Figura 1 (f): um minicomputador (*Raspberry Pi 5*) que torna possível a navegação na *Internet* para acessar o *site* CodeClinic e acompanhar os dados do modelo físico.

A Figura 1 (g): um *framework* (*Flask*) que utiliza *Python* para facilitar a criação de servidores e aplicações *web*, permitindo a definição de rotas e respostas de forma rápida e eficiente. Ideal para projetos pequenos e médios. A Figura 6 mostra a *raspberry* e a *case* que foi feito na impressora 3D da escola.

Figura 6 – Módulo III com a Raspberry pi 5

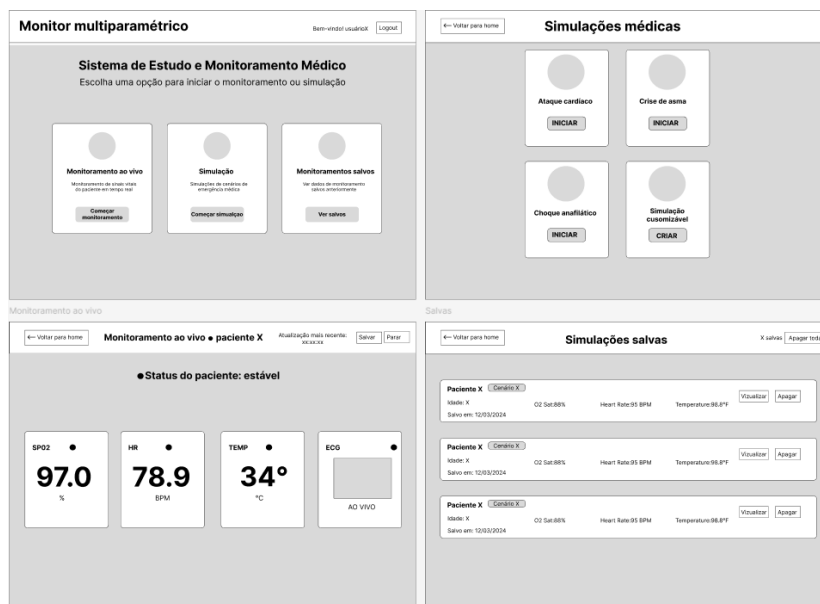


Fonte: Elaborada pelos autores(2025)

3.2.3 Protótipo de média fidelidade

Para iniciar o desenvolvimento do sistema, foi realizada a prototipação de média fidelidade utilizando a ferramenta de edição e prototipagem Figma, com o objetivo de representar visualmente a interface entre o monitor e o aplicativo *mobile*. Após essa etapa de *design*, iniciou-se a fase de codificação da interface e integração com os sensores do sistema, como mostra a Figura 2.

Figura 7 – Protótipo das telas





Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise dos dados

Com o objetivo de compreender as necessidades e expectativas em relação ao uso de equipamentos de monitoramento em práticas educacionais, foram realizadas entrevistas com seis docentes do curso técnico em Enfermagem da ETEC de Campo Limpo Paulista.

A escolha desse público justifica-se por serem os principais responsáveis pelas aulas práticas no laboratório, conhecendo de perto as dificuldades, limitações e potenciais benefícios de novos recursos pedagógicos. A análise das respostas foi organizada em categorias temáticas, apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Categorias temáticas identificadas nas entrevistas

Categoria	Nº de citações	% em relação ao total	O que representa
Falta de tecnologias adequadas	3	20%	Limitação causada pela ausência de recursos realistas e modernos.
Limitações estruturais e de tempo	2	13,3%	Problemas de infraestrutura e falta de carga horária prática.
Dificuldades em procedimentos	1	6,7%	Barreiras no ensino de técnicas como calçar luva estéril.

Parâmetros vitais essenciais	5	33,3%	Indicação de sinais como frequência cardíaca, pressão, saturação e temperatura.
Funcionalidades pedagógicas	2	13,3%	Sugestões como aviso de choque, <i>timer</i> e metodologias ativas.
Impacto esperado na formação	2	13,3%	Expectativa de maior assimilação e melhor preparo para estágios.
Total de citações analisadas	15	100%	–

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A ausência de tecnologias adequadas foi a dificuldade mais recorrente apontada pelas entrevistadas, representando 30% das respostas. Essa limitação compromete a realização de práticas mais realistas, já que, muitas vezes, apenas bonecos e aparelhos simples estão disponíveis. Essa constatação reforça diretamente o Objetivo Específico 1 do TCC, que busca identificar as limitações atuais do ensino prático para fundamentar a proposta do protótipo.

Nesse sentido, o desenvolvimento de um monitor multiparamétrico educacional surge como alternativa viável para suprir essa carência, oferecendo um recurso atualizado e funcional.

Outro desafio mencionado, presente em 20% das respostas, refere-se à infraestrutura. Questões como a necessidade de trocar de salas durante as aulas e a carga horária reduzida dificultam a realização de práticas mais completas. A falta de tempo, em especial, impede que determinadas atividades sejam plenamente desenvolvidas, comprometendo a aprendizagem.

Essa realidade evidencia a importância de propor soluções que otimizem o uso do tempo em aula. O protótipo, ao reduzir o tempo de preparação e favorecer práticas mais dinâmicas, pode contribuir para tornar as aulas mais efetivas mesmo em períodos curtos.

Embora menos frequente, correspondendo a 10% das respostas, algumas docentes relataram a dificuldade em ensinar procedimentos técnicos

específicos. Essas práticas, apesar de complexas, acabam sendo aprendidas pelos alunos por meio da repetição em situações reais. Esse aspecto evidencia a necessidade de metodologias mais interativas e recursos complementares ao ensino tradicional.

A proposta do monitor multiparamétrico, ao simular parâmetros vitais, pode apoiar a assimilação dessas técnicas de forma mais acessível e prática.

Por fim, destaca-se a convergência de 25% das entrevistadas quanto aos parâmetros vitais que deveriam estar presentes em um monitor multiparamétrico educacional. Entre os mais mencionados estão frequência cardíaca, pressão arterial, saturação e temperatura, além do eletrocardiograma (ECG) em alguns casos, como pode ser observado na Tabela 5.

Essa percepção reforça a relevância da proposta do protótipo, que busca alinhar-se às necessidades identificadas pelas docentes, garantindo maior aderência às demandas reais do processo de ensino-aprendizagem.

Tabela 5 – Parâmetros essenciais em um monitor multiparamétrico educacional

Parâmetro	Respostas	Porcentagem
Frequência Cardíaca (BPM)	6	28,6%
Oximetria (SpO ₂)	5	23,8%
Pressão Arterial	5	23,8%
Temperatura	3	14,3%
ECG	2	9,5%
Total	21	100%

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Algumas entrevistadas apresentaram sugestões de funcionalidades adicionais, correspondendo a 10% das respostas. Entre as propostas, destacam-se o aviso de choque durante a reanimação, o *timer* para administração de medicamentos e a contagem de massagem cardíaca. Além disso, houve a valorização de metodologias ativas como forma de engajar os estudantes em práticas mais dinâmicas.

Essas observações se conectam ao Objetivo Específico 3 do TCC, que busca garantir usabilidade e acessibilidade no sistema. Nesse sentido, o protótipo proposto priorizará uma interface intuitiva e funcionalidades pedagógicas que ampliem a efetividade do processo de ensino.

As entrevistadas também foram unânimes em destacar o impacto positivo da implementação de tecnologias realistas no ensino. A fala da Entrevistada 4 ilustra essa percepção ao afirmar que, com a prática, o aluno assimila cerca de 60%, enquanto apenas ouvindo o conteúdo o aproveitamento cai para 10% a 20%.

Esse dado reforça a conexão com o Objetivo Geral do TCC, que pretende desenvolver um sistema capaz de fortalecer a aprendizagem prática. A implementação do protótipo, portanto, pode aumentar a preparação dos estudantes para os estágios, além de elevar sua confiança profissional no ambiente de trabalho.

De maneira geral, os achados revelam três necessidades centrais: superar as limitações dos equipamentos atuais, garantir acessibilidade e praticidade no uso do laboratório e fortalecer a simulação pedagógica com parâmetros vitais realistas. O desejo das docentes por modernização reforça a importância de aproximar o ensino das tecnologias já utilizadas em contextos hospitalares.

Esses resultados validam todos os objetivos do TCC, tanto no levantamento das limitações quanto no desenvolvimento de uma solução prática e pedagógica. Além disso, confirmam problemas apontados pela literatura, como o alto custo, a defasagem tecnológica e a distância entre teoria e prática. Nesse cenário, o protótipo multiparamétrico surge como alternativa inovadora e viável, capaz de aliar baixo custo, aplicabilidade prática e relevância pedagógica para o ensino de Enfermagem.

4.2 Apresentação da aplicação desenvolvida

CodeClinic⁶ foi o nome escolhido para o projeto, unindo de forma estratégica os principais conceitos do projeto. O termo "*Clinic*" remete à área da saúde, enquanto "*Code*" faz referência ao desenvolvimento tecnológico. O nome

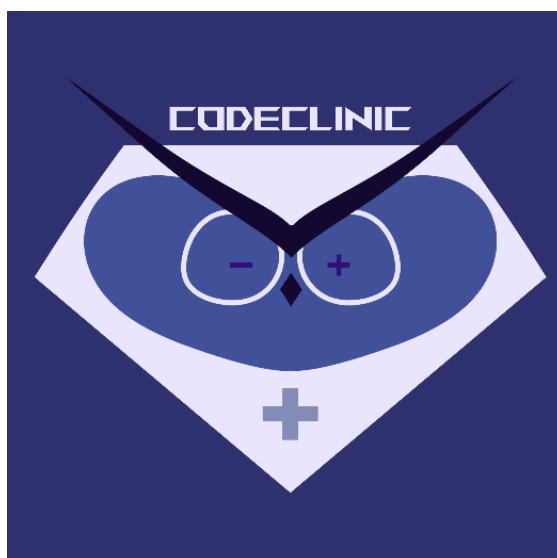
⁶ Para mais informações sobre o projeto acesse o GitHub:
<https://github.com/morias420/ESTRUTURA-CODECLINIC-ETECAMP/>

se destaca por ser de fácil memorização, transmitir clareza e adotar uma linguagem moderna e alinhada com a proposta da plataforma.

O logotipo apresenta a imagem de uma coruja que conecta visualmente os principais conceitos do projeto: educação, Arduino, tecnologia e enfermagem. A coruja, tradicional símbolo do conhecimento e dos educadores, representa a dimensão pedagógica.

Os sinais de mais (+) e menos (–) em seus olhos remetem ao Arduino e à eletrônica, enquanto a cruz inserida no *design* simboliza a enfermagem. Dessa forma, o logotipo une de forma harmônica os elementos centrais da proposta, refletindo seu caráter interdisciplinar e tecnológico, como ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Logotipo da aplicação

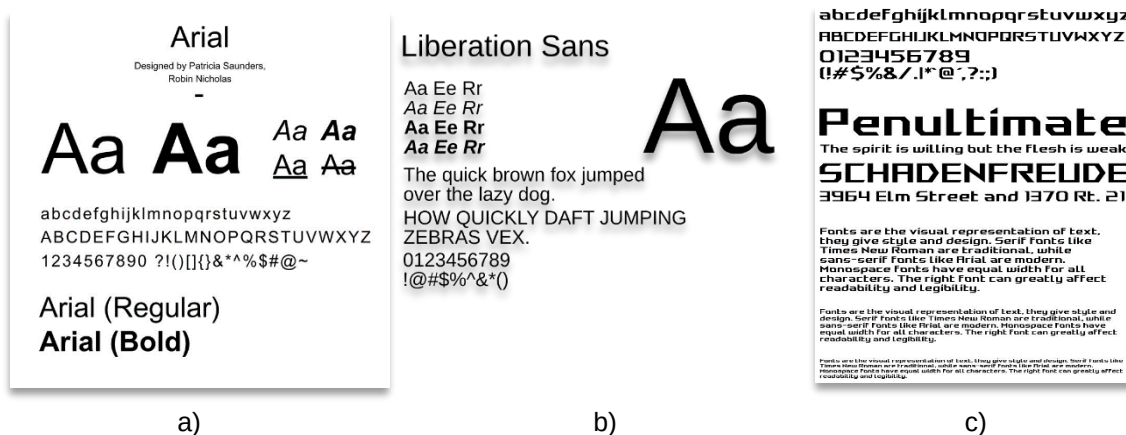


Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

As fontes utilizadas no projeto são a “ROG Fonts”, a “Arial” e a “Liberation Sans”. A “ROG Fonts” possui um estilo robusto e com formas quadradas, remetendo ao universo da informática e tecnologia, o que reforça a identidade visual do projeto.

Já a “Arial” e a “Liberation Sans” foram escolhidas por sua ampla família tipográfica, bom espaçamento entre os caracteres e excelente legibilidade, garantindo que o conteúdo do *site* seja claro e acessível. As fontes são aplicadas com cuidado ao contraste em relação ao fundo, assegurando uma leitura fácil e eficaz em diferentes dispositivos como ilustrado nas Figuras 9 ((a), (b) e (c)).

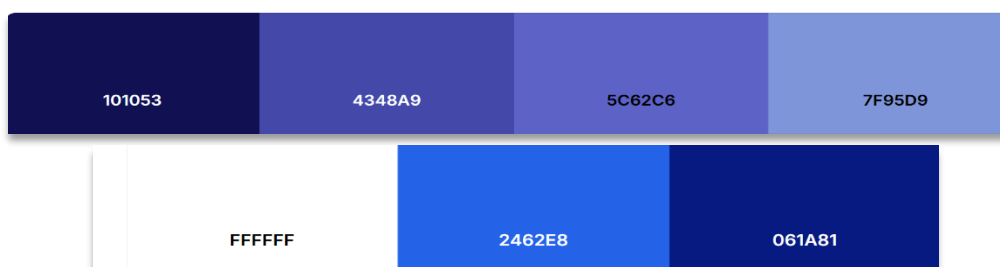
Figura 9 – Tipografia utilizada



Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Com base na psicologia das cores, a identidade visual do sistema adota predominantemente os tons de azul e branco. Essas cores foram escolhidas por transmitirem a sensação de calma, equilíbrio e paz. O contraste entre os elementos coloridos e o fundo branco contribui para uma navegação mais intuitiva, destacando as funcionalidades do *site* e valorizando as informações relevantes como demonstrado na Figura 10.

Figura 10 – Paleta de cores



Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

A seguir, estão exibidas as principais telas do sistema, acompanhadas de uma breve descrição de suas funcionalidades.

O acesso ao sistema é realizado por meio de *login*, no qual o usuário deve informar o *e-mail* e a senha, conforme ilustrado na Figura 11 (a). Após a autenticação, o usuário é direcionado automaticamente à página inicial.

Para realizar o cadastro de um novo usuário, é necessário preencher todos os campos do formulário de cadastro. Esses campos incluem *e-mail*

institucional, número de registro (RM), nome completo e senha, conforme demonstrado na Figura 6 (b).

Figura 11 – Página de login e cadastro

(a)

(b)

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

4.2.1. Área do professor

Após o *login*, o usuário é direcionado à "Página Inicial", que funciona como centro de navegação do sistema. Nessa tela, é possível acessar as demais funcionalidades e encerrar a sessão por meio do botão "Logout", localizado no canto superior direito.

A interface da página inicial é composta por três seções centrais sendo elas: Simulação personalizada, Simulações prontas e Monitoramentos salvos, cada uma contendo uma breve descrição das funcionalidades disponíveis, com acesso facilitado por meio de botões, conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 – Página inicial

CodeClinic

Bem Vindo! Log Out

Bem vindo ao Sistema de estudo e Monitoramento Médico
Escolha uma opção para iniciar o monitoramento ou simulação.

Simulação Personalizada
Crie sua própria simulação personalizada.
Criar Simulação

Simulações Prontas
Simulações de cenários de emergência médica.
Começar Simulação

Monitoramentos Salvos
Ver dados de monitoramento salvos anteriormente.
Ver Salvos

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Na página de simulação personalizada, o usuário será direcionado a uma tela similar a um formulário, na qual deverá inserir o nome e idade do paciente, além dos parâmetros desejados na simulação, sendo eles: Saturação de Oxigênio (%), Batimentos por minuto (BPM), Pressão arterial (mmHg), Temperatura corporal (C°) e gráfico de ECG desejado.

Como ilustrado na Figura 13, o usuário poderá visualizar os valores já inseridos no canto inferior direito da tela, e também terá acesso a uma pré-visualização do gráfico de ECG (Eletrocardiograma) por meio do campo “visualização do ECG”.

No topo da interface, encontra-se o título da página e o botão “Voltar para home”, que possibilita retornar à tela inicial do sistema. Para acessar a simulação criada deve-se clicar no botão “Rodar no monitor” na parte inferior da tela, ao clicar no botão a simulação se indicará no monitor selecionado mostrando uma tela igual a ilustrada na Figura 13, exibindo os dados selecionados no formulário. Se desejar salvar a simulação, o usuário pode clicar no botão “salvar”.

Figura 13 – Formulário de simulação personalizada



O formulário, intitulado "Entrada da Simulação Personalizada", possui uma barra superior com o botão "Voltar à Home". Ele é dividido em duas colunas principais. A coluna da esquerda, "Informações do Paciente", contém campos para "Nome do Paciente" e "Idade". A coluna da direita, "Parâmetros Vitais", apresenta controles deslizantes e campos de entrada para "Saturação de Oxigênio - SpO₂ (%)" (98%), "Frequência Cardíaca - FC (BPM)" (72), "Temperatura - TEMP (°C)" (37) e "Pressão Arterial - PA (mmHg)" (120/80). Há também uma seção para "Padrão ECG" com uma opção de seleção e uma visualização prévia do gráfico. Na base, há dois botões: "Salvar Simulação" e "Rodar no Monitor".

Seção	Parâmetro	Valor
Informações do Paciente	Nome do Paciente	Digite o nome
	Idade	Digite a idade
Parâmetros Vitais	Saturação de Oxigênio - SpO ₂ (%)	98%
	Frequência Cardíaca - FC (BPM)	72 BPM
	Temperatura - TEMP (°C)	37°C
	Pressão Arterial - PA (mmHg)	120/80
	Padrão ECG	Selecione um Padrão ECG

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Na tela de Simulações Médicas, o usuário pode selecionar diferentes cenários de emergência pré-definidos, sendo eles: hipoxemia, parada

cardiorrespiratória, choque séptico e parâmetros comuns, como mostrado na Figura 14. Cada opção é apresentada em um *card* individual, contendo uma breve identificação e um botão de ação “Inicia simulação”, que permite iniciar o respectivo cenário.

Figura 14 – Página de simulações médicas



Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Ao Clicar no botão “iniciar simulação” em qualquer das simulações pré-definidas o usuário será redirecionado a um formulário, no qual deverá inserir o nome e a idade do paciente e clicar no botão “iniciar simulação”, ilustrado na Figura 15 para acessar a simulação, também podendo clicar no botão “cancelar” para retornar a tela de simulações médicas.

Figura 15 – Formulário de simulação

O formulário de simulação para Parada Cardiorrespiratória é exibido em uma janela centralizada. No topo, há um link 'Voltar à Seleção'. O título principal é 'Simulação Médica - Parada Cardiorrespiratória'. Abaixo, o formulário pede 'Informações do Paciente' e instrui o usuário a preencher os dados para a simulação. Há campos de entrada para 'Nome' e 'Idade'. No final, há dois botões: 'Cancelar' (cinza) e 'Iniciar Simulação' (azul escuro).

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Ao clicar no botão “iniciar simulação”, o usuário receberá uma notificação indicando que a simulação foi iniciada no monitor, ao observar o monitor selecionado poderá visualizar uma tela de fundo preto, contendo todos os parâmetros pré-definidos de cada cenário em *cards*, diferenciados por cor, no canto superior direito da tela, encontram-se o nome e a idade definidos pelo usuário, e ao lado esquerdo, um *timer* indicando a última atualização da simulação.

Na parte inferior da tela estão novamente o nome e a idade do paciente e outro *timer*, este indicando o tempo decorrido da seção de monitoramento desde seu início, como mostra a Figura 16.

Figura 16 – Simulação

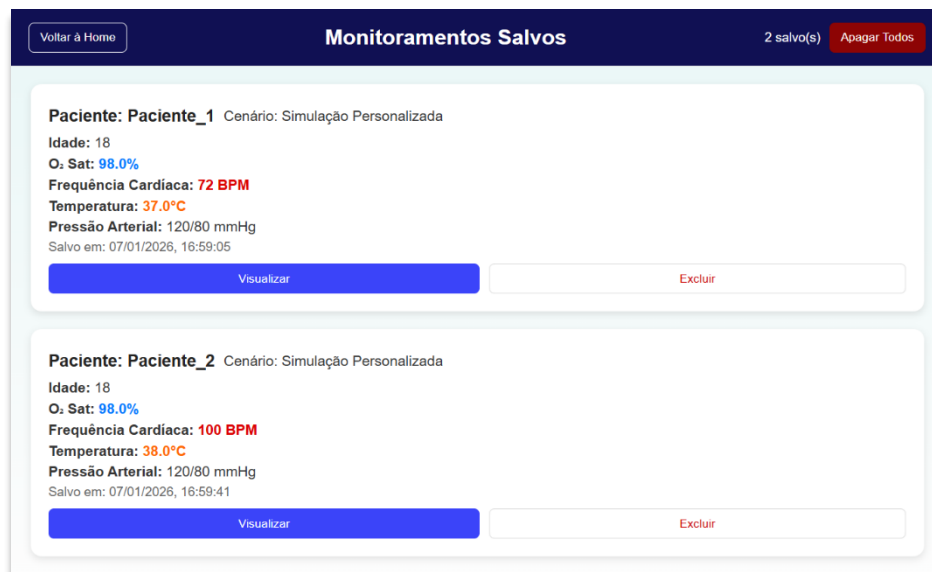


Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Se o usuário desejar acessar uma das simulações já salvas, deve-se utilizar o botão “simulações salvas” na página inicial, como ilustrado na Figura 17.

A tela de Simulações Salvas apresenta o histórico de simulações registradas anteriormente. Cada registro contém informações como nome do paciente, idade, data em que foi salvo, além de parâmetros médicos monitorados, como saturação de oxigênio (O2 Sat), frequência cardíaca (BPM), Pressão arterial (mmHg) e temperatura corporal além do tipo de cenário escolhido.

Figura 17 – Simulações salvas



Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Abaixo de cada registro, são disponibilizados os botões “Visualizar”, que permite reabrir os dados detalhados da simulação, e “Apagar”, que possibilita a exclusão do item específico. No canto superior direito da tela, encontram-se as opções de exclusão geral, identificadas pelo botão “Apagar todas” próximo ao botão o usuário pode encontrar a quantidade de simulações salvas. Assim como nas demais páginas, a navegação para a tela inicial é facilitada por meio do botão “Voltar para *home*”, como pode ser observado na Figura 17.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolvida observou o desenvolvimento de um monitor multiparamétrico voltado para o curso de Enfermagem da ETEC de Campo Limpo Paulista, com o objetivo de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, fornecendo aos alunos uma ferramenta prática para simular o acompanhamento de parâmetros vitais em ambiente educacional.

Os objetivos do estudo foram alcançados, visto que foi possível projetar e implementar um protótipo funcional capaz de coletar, processar e exibir informações como frequência cardíaca, temperatura e oximetria, de forma acessível e adequada ao uso didático.

O problema de pesquisa consistia em verificar a viabilidade do desenvolvimento de um monitor multiparamétrico de baixo custo que atendesse

às necessidades do curso de Enfermagem, proporcionando uma alternativa prática aos equipamentos hospitalares de alto valor. A resposta encontrada foi positiva, uma vez que a solução desenvolvida contribui para aproximar teoria e prática, otimizando o uso do laboratório e ampliando o aprendizado dos estudantes.

A análise das entrevistas com seis docentes de Enfermagem evidenciou três necessidades centrais: a ausência de tecnologias adequadas (20%), as limitações de infraestrutura e tempo (13,3%) e as dificuldades no ensino de procedimentos técnicos (6,7%).

Os professores destacaram ainda a importância de parâmetros vitais essenciais, como frequência cardíaca (28,6%), oximetria e pressão arterial (23,8% cada), temperatura (14,3%) e ECG (9,5%), os quais devem compor um monitor multiparamétrico educacional. Também surgiram sugestões de funcionalidades pedagógicas, como aviso de choque e *timer* (10%), reforçando a necessidade de metodologias ativas.

De forma unânime, as entrevistadas reconheceram o impacto positivo que recursos realistas podem trazer para a assimilação prática, preparando melhor os estudantes para os estágios.

Esses resultados validam os objetivos do TCC, ao mesmo tempo em que confirmam lacunas apontadas pela literatura, como alto custo e defasagem tecnológica, consolidando a proposta do protótipo multiparamétrico como uma solução interativa, de baixo custo e com forte relevância pedagógica.

O sistema CodeClinic permite monitoramento em tempo real de sinais vitais, como: SpO₂, BPM, temperatura, ECG e pressão arterial. Oferecendo simulações médicas pré-definidas e personalizáveis para aprendizado em Enfermagem. Possui histórico de simulações salvas, com opções de visualização e exclusão, além de navegação facilitada com botões para salvar e retornar à tela inicial. A interface combina tecnologia e didática, facilitando o uso seguro e eficiente em ambiente educacional.

A contribuição do trabalho se evidencia no campo prático e social, pois apresenta uma alternativa viável e de baixo custo para escolas técnicas com recursos limitados. O protótipo desenvolvido possibilita maior realismo nas aulas práticas, facilita o uso de simulações em cenários clínicos e aproxima os estudantes das tecnologias aplicadas no ambiente hospitalar, ampliando o

impacto na formação profissional e na preparação para situações reais de atendimento.

Entretanto, uma limitação principal foi observada ao longo do processo, a aplicação *web* teve de ser pautada nas capacidades do *hardware* utilizado, este sendo a *Raspberry PI 5*, que possui limitações de conexão com *internet* e capacidade de processamento, assim cerceando o desenvolvimento da aplicação, principalmente no tocante à parte visual do sistema, devido a impossibilidade da utilização de bibliotecas externas e *frameworks*.

Diante dessas considerações, recomenda-se para trabalhos futuros o aperfeiçoamento do módulo I com melhor calibração dos parâmetros e o teste real da aplicação completa em sala de aula.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 03 ago. 2025.

BAPTISTA, Rui Carlos Negrão et al. **Simulação de alta-fidelidade no curso de enfermagem: ganhos percebidos pelos estudantes**. Revista de Enfermagem Referência, Coimbra, Série IV, n. 1, p. 135-144, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3882/388239971013.pdf>. Acesso em: 09 out. 2025.

BARRETO, Daniele Gomes et al. **Simulação realística como estratégia de ensino para o curso de graduação em enfermagem: revisão integrativa**. Revista Baiana de Enfermagem, Salvador, v. 28, n. 2, p. 208-214, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/enfermagem/article/view/8476>. Acesso em: 09 out. 2025.

BODY INTERACT. Disponível em: <https://bodyinteract.com/>. Acesso em: 09 out. 2025.

CABRAL, L. J.; LEÓN, E. Embarca saúde. **Monitor multiparamétrico com Arduino**. 2023. Disponível em: <https://embarcasaude.proec.ufabc.edu.br/2023/05/15/monitor-multiparametrico-com-arduino/>. Acesso em: 01/04/2025.

CAE HEALTHCARE. Disponível em: <https://www.healthysimulation.com/pt/assist%C3%A2ncia-m%C3%A9dica-cae/>. Acesso em: 09 out. 2025.

COSTA, Raphael Raniere de Oliveira et al. **Percepção de estudantes da graduação em enfermagem sobre a simulação realística**. Revista Cuidarte, Bucaramanga, v. 8, n. 3, p. 1799-1808, dez. 2017. Disponível em:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2216-09732017000301799. Acesso em: 09 out. 2025.

CSS. Disponível em: <https://www.w3schools.com/css/>. Acesso em: 01 jun. 2025.
ESP32. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. Acesso em: 03 ago. 2025.

FARIAS, Artur Diógenes Vasques et al. **Simuladores sintéticos de baixo custo no ensino de Cirurgia Plástica para estudantes de Medicina**. Revista Brasileira de Cirurgia Plástica, São Paulo, v. 40, s00451809396, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcp/a/yCWX5xbfXsXRLwrdnt5GFTc/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 09 out. 2025.
HTML. Disponível em: <https://www.w3schools.com/html/>. Acesso em: 01 jun. 2025.

LAERDAL. Disponível em: <https://laerdal.com/br/?srsltid=AfmBOooboPgh6mkxfhKzwaWNtP69T4DCudKm nRzUZHdVk-uQmoAU-Nf2>. Acesso em: 09 out. 2025.
OLIVEIRA, Alexsandro. **A importância da simulação realística no ensino da enfermagem: revisão analítica**. Revista Tópicos, Socorro, v. 2, n. 9, 2024. ISSN 2965-6672. Disponível em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/a-importancia-da-simulacao-realistica-no-ensino-da-enfermagem-revisao-analitica>. Acesso em: 09 out. 2025.

PINTO, Eduardo Marinho Galvão; SOUZA, João Pedro Napoleone; JERÔNIMO, Lucas Vinicius de Almeida. **CardioSense: sistema de Arduino com sensor de batimentos cardíacos**. 2024.

WOLTERS KLUWER. Disponível em: <https://www.wolterskluwer.com/en/solutions/lippincott-nursing-faculty/vsim-for-nursing>. Acesso em: 09 out. 2025.

YACOUN, Hanan Mahmoud et al. **Laboratório de Enfermagem: A importância da monitoria como recurso complementar para o ensino**. IV Mostra de Extensão, Ciência e Tecnologia da Unisc, n. 4, 2023.

YANG, Geng et al. **Homecare robotic systems for healthcare 4.0: Visions and enabling technologies**. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, v. 24, n. 9, p. 2535-2549, 2020.