

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

UTI CASEIRA PARA CONTROLE DE SINAIS VITAIS

HOME ICU FOR VITAL SIGNS MONITORING

Andrey Jean Bezerra Vilela – andrey.vilela.45@gmail.com

Arthur Rubens Dos Santos – arthurrubensdossantos@gmail.com

Bianca Mattos Galdino – so464932@gmail.com

Débora Fernanda Barbosa da Silva – barbosadebora467@gmail.com

Izabela de Oliveira Pereira – izabelaoliveira01072016@gmail.com

Etec Prof Anna de Oliveira Ferraz – Araraquara – São Paulo – Brasil

Edgar Bergo Coroa – edgar.coroa@etec.sp.gov.br

Flavio Tadeu Lourencetti – flavio.lourencetti01@etec.sp.gov.br

Etec Prof Anna de Oliveira Ferraz – Araraquara – São Paulo – Brasil

RESUMO

Este artigo descreve o desenvolvimento de um dispositivo de Unidade de Terapia Intensiva (UTI) caseira, com foco em proporcionar uma solução prática e acessível para monitoramento contínuo de sinais vitais em ambiente domiciliar. Desenvolvido no contexto da mecatrônica, o dispositivo utiliza sensores de oximetria, temperatura corporal e batimentos cardíacos, oferecendo uma alternativa que combina acessibilidade, precisão e praticidade. Integrado com a tecnologia ESP32, o dispositivo permite monitoramento remoto em tempo real, emitindo alertas sonoros em situações críticas, o que pode ser útil para cuidadores e familiares, bem como para a autonomia do próprio paciente. Durante a construção, priorizou-se a escolha de componentes de baixo custo e alta eficiência, além de fácil integração. O desenvolvimento incluiu um aplicativo para smartphone que exibe as medições e aciona alarmes personalizados, promovendo um cuidado de saúde domiciliar com resposta rápida a possíveis emergências. O protótipo foi testado em condições simuladas, com revisões de funcionalidade e precisão. Os resultados indicaram que o sistema possui potencial para contribuir significativamente com a qualidade de vida e segurança dos pacientes ao oferecer uma alternativa de monitoramento intensivo, reduzindo a necessidade de hospitalização. A pesquisa conclui que a UTI caseira é uma solução viável e eficaz para o acompanhamento de pessoas com necessidades especiais, permitindo cuidados humanizados e seguros em casa.

Palavras-chave: Monitoramento, segurança, saúde, acessibilidade e automação.

ABSTRACT

This article details the development of a home-based Intensive Care Unit (ICU) device aimed at providing a practical and affordable solution for continuous vital sign monitoring in domestic environments. Developed within the field of mechatronics, the device employs sensors for oximetry, body temperature, and heart rate, combining accessibility, precision, and convenience. Using the ESP32 technology, the device enables real-time remote monitoring and triggers sound alerts in critical situations, which can be beneficial for caregivers, family members, and the patient's autonomy. The design emphasized the selection of low-cost, high-efficiency components that are easy to integrate. The development included a smartphone application displaying measurements and customized alerts, enhancing home healthcare with rapid responses to potential emergencies. The prototype was tested under simulated conditions, with functionality and accuracy reviews. Results showed that the system has the potential to significantly improve the quality of life and safety of patients by offering an intensive monitoring alternative that reduces hospitalization needs. The research concludes that the home ICU device is a viable and effective solution for monitoring individuals with special needs, allowing for safe and humanized home-based care.

Keywords: Monitoring, security, health, accessibility, and automation.

1 INTRODUÇÃO

O ramo da automação engloba tudo o que se refere a elétrica, mecânica e programação, visando todos os conceitos que foram abordados durante 3 anos de estudo. O presente artigo visa estudar o desenvolvimento de uma UTI caseira integrando a mecatrônica e melhorando a qualidade de vida das pessoas, ligando as tecnologias atuais ao eixo da saúde e trazendo livre acesso a um equipamento que possui recursos avançados de monitoramento e praticidade ao cotidiano.

Levando em consideração essa qualidade de vida, observou-se a dificuldade em ter um equipamento para monitoramento com eficiência e em tempo real dentro das residências, portanto surgiu a ideia de desenvolver um dispositivo capaz de suprir essas necessidades. Um aparelho capaz de monitorar a oximetria, temperatura corporal e batimentos cardíacos, oferece facilidade na vida das pessoas que fazem o trabalho de cuidado, além de trazer autonomia para que seja feito o controle desses dados para tratamento médico.

Várias dificuldades envolveram essa pesquisa, mas a questão principal foi a conciliação entre as leis e éticas que englobam a saúde e as maneiras de respostas para cada tipo de monitoramento. Foi possível ter acesso a todos os parâmetros que envolvem a saúde através dos profissionais que atuam na área da enfermagem. Realizou-se uma análise das ideias para

Etec “Profª Anna de Oliveira Ferraz”

examinar o que foi viável ou não, entrando em relação a demonstração de como ocorreria a aplicação do oxigênio com o projeto sendo um protótipo, dando uma possível solução para os problemas citados acima, assim como foram feitos estudos mediante aos sensores eletrônicos e monitoramentos para cada parte do corpo humano envolvida.

Com base nesse objetivo em melhorar a qualidade de vida e acessibilidade, foi desenvolvido um equipamento destinado a proporcionar autonomia e praticidade para os indivíduos necessitados de um monitoramento contínuo e para as pessoas que fazem o trabalho de cuidado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A cada dia, soluções inteligentes são empregadas de tal forma que solucionam problemáticas médicas. No contexto da saúde, a mecatrônica oferece a possibilidade de desenvolver sistemas automatizados e que atendem as necessidades das pessoas e não apenas coletam dados cruciais em tempo real, mas também analisam e interpretam essas informações para fornecer alertas e avisos de emergência.

Na graduação de Engenharia Mecatrônica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, foi desenvolvido um sistema de automação aplicado a uma cadeira de rodas convencional, que visa um dispositivo motorizado e induz uma maior independência ao indivíduo (NUNES, 2019).

A idéia para a criação do projeto de UTI (Unidade de Terapia Intensiva) foi utilizar sistemas de controle e automação com uma melhora da precisão do resultado e a resposta das variações nos sinais vitais dos pacientes. Define a utilização da automação da seguinte forma:

“[...] Com a automatização é possível potencializar a precisão e a rapidez na execução de tarefas operacionais, reduzindo o tempo gasto em processos manuais e repetitivos; com a automatização é possível reduzir erros, aumentar a eficiência e melhorar a qualidade dos serviços de saúde” (ALBERNAZ, 2023).

Juntamente com a automação, a telemedicina elimina a necessidade de deslocamento dos pacientes até os centros de saúde, essas inovações não só economizam tempo e reduzem custos, mas também aumentam a acessibilidade para pessoas que têm mobilidade reduzida.

“A telesaúde representa uma ferramenta poderosa para transformar a prestação de cuidados de saúde, oferecendo uma alternativa viável e eficaz para a entrega de serviços médicos”. (PUGLIA ET AL, (2024, V.6 N.3).

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Dispositivos como monitores de sinais vitais e sensores de saúde, desempenham um papel crucial no monitoramento contínuo dos pacientes, que apresentaram um aumento significativo após a pandemia COVID-19 (uma doença respiratória causada pelo coronavírus SARS-CoV-2).

A busca por equipamentos de monitoramento de sinais vitais aumentou muito durante o período da pandemia de COVID-19, pois serviam como forma de acompanhamento de parâmetros de saúde, principalmente a saturação de oxigênio sanguínea (LOUCKS *et al*, 2022).

A programação contribui muito para a gestão eficiente da saúde, elas podem analisar grandes volumes de dados em tempo real, fornecendo resultados valiosos sobre a condição dos pacientes. De acordo com

“O uso dessas tecnologias trouxe uma série de avanços relativos à facilidade, agilidade e eficácia com as quais são realizados inúmeros processos, possibilitaram um aumento da expectativa de vida e na melhoria da qualidade do atendimento aos pacientes” (PAIVA *et al*, 2023, p. 14521).

Contudo, a integração e o avanço contínuo das tecnologias emergentes estão transformando o cenário dos cuidados de saúde domiciliares, proporcionando soluções mais avançadas e acessíveis.

2.1 Pesquisa e Estudo de Qualidade dos Equipamentos Eletrônicos

Com base nos materiais selecionados, foram conduzidas pesquisas para avaliar a qualidade, durabilidade e precisão dos resultados. Entre as opções, consideraram-se diversos equipamentos capazes de otimizar o desempenho e a eficácia do projeto.

Como exemplo, o Arduino e o ESP32, plataformas utilizadas para desenvolver projetos de eletrônica e programação. Enquanto o Arduino é conhecido por controlar LEDs, motores e sensores, o ESP32 possui recursos embutidos, como Wi-Fi e Bluetooth, tornando-o ideal para projetos que exigem comunicação sem fio. Para o projeto de UTI caseira, optou-se pelo ESP32, que oferece suporte via Bluetooth e é compatível com a plataforma de programação Arduino IDE, usado para desenvolvimento dos programas necessários para o dispositivo, além de possuir baixo custo.

"O ESP32 é uma ótima escolha para projetos de automação residencial, pois permite controlar dispositivos e sensores remotamente e integrá-los em uma rede doméstica;

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

conta com uma quantidade significativa de memória e armazenamento, possibilitando o desenvolvimento de projetos mais complexos"(DUTRA, 2023).

Quanto à pesquisa sobre os sensores, identificou-se que o sensor de oximetria (MAX30100) mede a saturação de oxigênio no sangue por meio da luz infravermelha que penetra na pele e é refletida pelo sangue, calculando a SpO₂ (Saturação periférica de oxigênio, que indica a porcentagem de oxigênio no sangue). O sensor de batimentos cardíacos (AD8283) monitora a frequência cardíaca com baixo ruído, amplificando sinais fracos e, em conjunto com os eletrodos, mede o eletrocardiograma, determinando a frequência de bpm (batidas por minuto). O sensor de temperatura corporal (DS18B20) mede a temperatura do corpo, ajudando a identificar febre ou avaliar se a temperatura em Graus Celsius está na faixa normal. Esses sensores foram selecionados para o monitoramento dos sinais vitais no dispositivo.

"O mercado de monitoramento de sinais vitais teve um grande salto com os avanços em tecnologias de comunicação sem fio e miniaturização de componentes, possibilitando a integração desses aparelhos no acompanhamento de pacientes e facilitando a aquisição de dados para um possível diagnóstico"(LUIZ, 2023).

A placa de desenvolvimento para ESP32 é uma plataforma essencial para realizar testes e programar o módulo ESP32 sem necessidade de soldagem. Conforme observa,

"antes de acoplar o ESP32 na montagem final, pode ser necessário realizar testes; em vez de ter um ESP32 fixo no suporte, acoplamos o módulo à placa de desenvolvimento e realizamos a programação". A placa de desenvolvimento é, portanto, essencial para a montagem e os testes do dispositivo (SUHANKO, 2023).

O relé é um equipamento que permite a abertura e o fechamento de um circuito elétrico, bloqueando ou liberando o fluxo de corrente. No projeto, o relé será acionado em situações onde os sinais vitais apresentem alterações, ativando uma sirene de alerta para garantir que a emergência seja detectada de forma eficaz, diminuindo riscos para os pacientes. Como destacado por

"os relés mantêm sua função essencial até os dias de hoje, garantindo o controle seguro e eficiente de dispositivos elétricos a partir de um local remoto" (SMOOT, 2023).

O uso do buzzer (um dispositivo eletrônico que produz som, geralmente em forma de um "beep" ou alerta, usado como parte de um sistema de sinalização ou notificação) no projeto

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

visa a geração de sinais sonoros, convertendo sinais elétricos em ondas sonoras audíveis, especialmente para situações de emergência onde um alerta sonoro é necessário. Segundo

“os buzzers podem ser usados para alertar sobre condições críticas, falhas de equipamentos ou necessidade de intervenção médica” (GUSE, 2024).

Jumpers e pigtails (são pedaços de fios que são usados para fazer a ligação de dois ou mais fios em um conector) são utilizados para conectar componentes eletrônicos, permitindo fácil configuração e reconfiguração do circuito sem necessidade de soldas permanentes. Jumpers, menores e mais fáceis de trocar, são usados em protótipos, enquanto pigtails, mais longos e duráveis, são empregados em conexões permanentes. Para o projeto de UTI caseira, optou-se pelos jumpers pela praticidade e flexibilidade para ajustes, quando necessário.

Por fim, a protoboard foi essencial para os testes dos sensores e possui grande importância para o projeto. Trata-se de uma placa de ensaio que permite a construção de circuitos sem solda, garantindo segurança e agilidade nas atividades realizadas. De acordo com

“a protoboard é uma ferramenta essencial para qualquer pessoa interessada em construir projetos eletrônicos” (NUNES, 2023).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, foi realizado uma pesquisa bibliográfica analisando projetos mecatrônicos envolvendo saúde e qualidade domiciliar, estudando artigos científicos de engenharia mecânica e eletrônica para que se estabelecesse uma base sólida para o projeto.

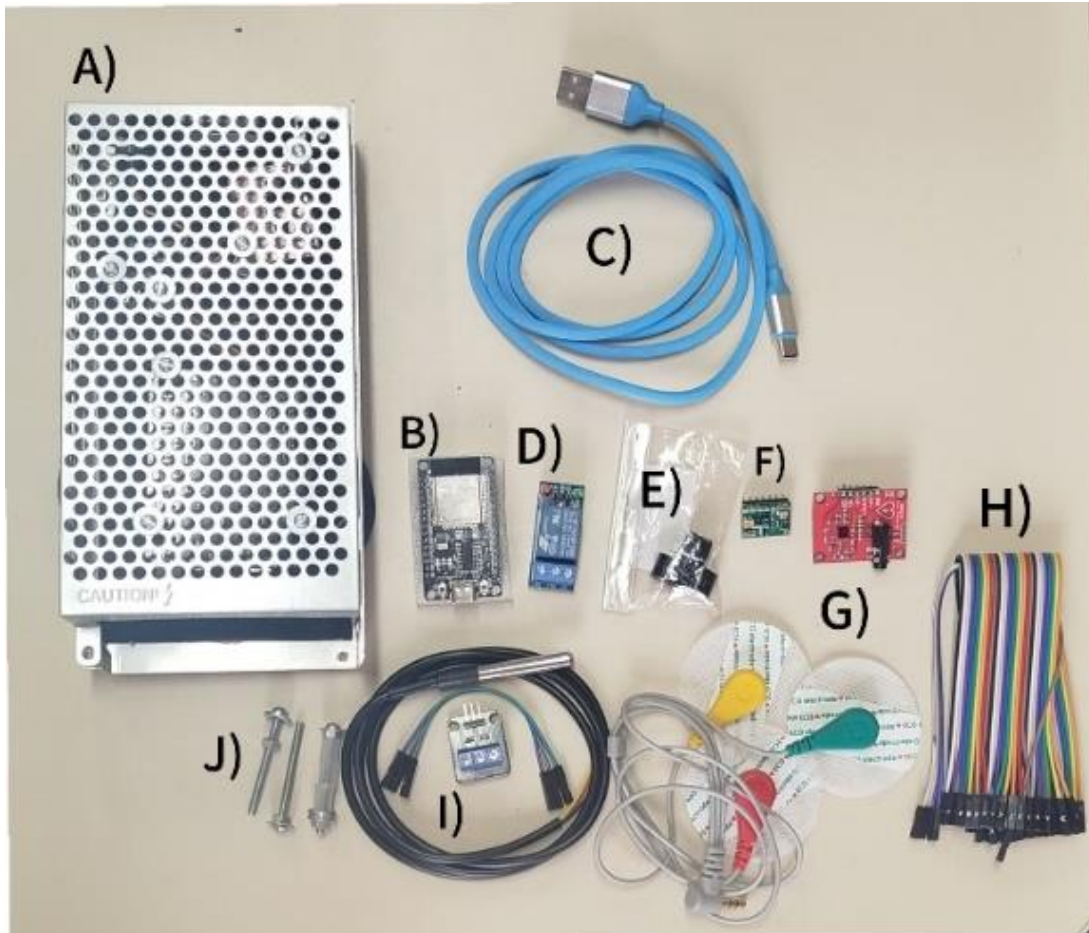
3.1 Materiais Utilizados e Desenvolvimento

Na figura 1 é mostrado os materiais utilizados para o desenvolvimento e montagem do equipamento de UTI caseira. (A) estrutura metálica usada para a montagem do equipamento, (B) microcontrolador ESP32, (C) cabo para ligação do ESP32 a uma fonte de alimentação, (D) relé para abertura e fechamento do circuito, (E) buzzer utilizado para funções sonoras, (F) sensor de oximetria (MAX30100), (G) sensor de batimentos cardíacos (AD8283), (H) jumpers para fazer as ligações, (I) sensor de temperatura corporal (DS18B20), (J) parafusos para fazer a montagem dos materiais na estrutura metálica. Além disso, foram incorporados conectores e

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

fiações adequadas para garantir a eficiência do dispositivo.

Figura 1 – materiais utilizados



Fonte – Autores, (2024)

Para o estudo de caso foi necessária uma conversa com profissionais da saúde, especificamente enfermeiros, para uma possível análise das ideias e estudo de viabilidade do projeto e reconhecimento das leis e éticas que regem a saúde. A partir das análises e resultados, foram sugeridas melhorias especializadas, como o uso de um aquário e bomba apenas como demonstração para auxílio do sensor de oximetria, mostrado na figura 2, para validar a aplicabilidade do sistema proposto em ambientes domiciliares, garantindo que o projeto atendesse as necessidades da melhor forma possível.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Figura 2 – Aquário e bomba



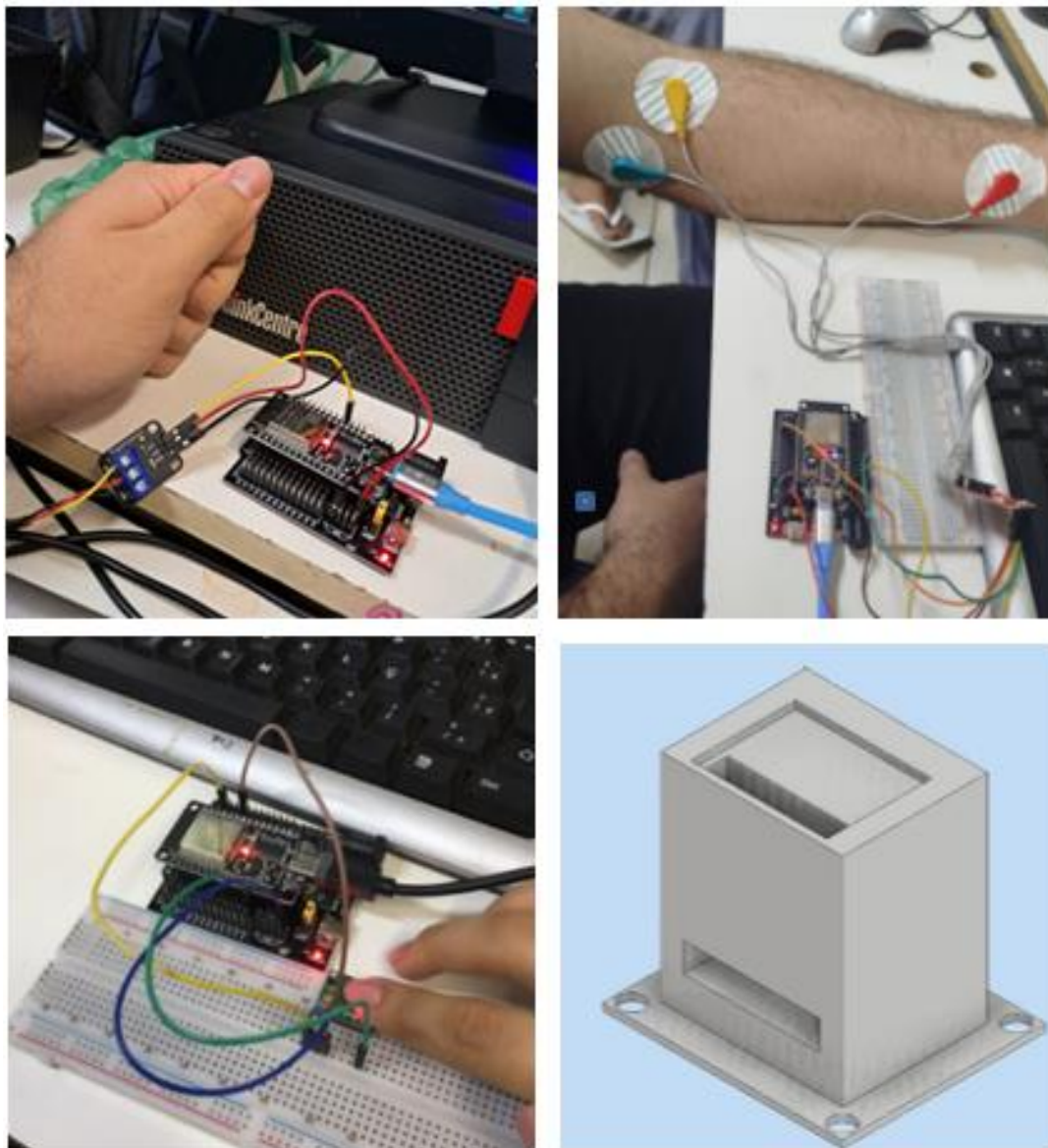
Fonte – Autores, (2024)

Em seguida, na figura 3 mostra os testes dos sensores utilizados para contribuir com um modelo de cuidado mais preciso, onde foram coletados dados sobre sua eficácia, também uma peça realizada na impressora 3D, simulada no aplicativo inventor (um software de modelagem 3D que permite o design e simulação de peças e montagens, facilitando o desenvolvimento de protótipos), que foi um suporte para o sensor de oximetria (MAX30100), visando uma melhor acessibilidade para os pacientes realizar o monitoramento.

Foram utilizados sensores de temperatura corporal, batimentos cardíacos e oximetria, respectivamente, juntamente com a tecnologia de monitoramento em tempo real e um sistema de comunicação, visando oferecer um melhor dispositivo para os indivíduos que necessitam. Foi utilizada uma protoborb para fazer as conexões, juntamente com os jumpers e os sensores específicos para cada função de monitoramento. O ESP32 foi conectado a uma fonte de alimentação via cabo, e após a instalação das programações de cada componente foi possível realizar os testes para verificação de funcionalidade e precisão dos resultados.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Figura 3 – Testes dos sensores



Fonte – Autores, (2024)

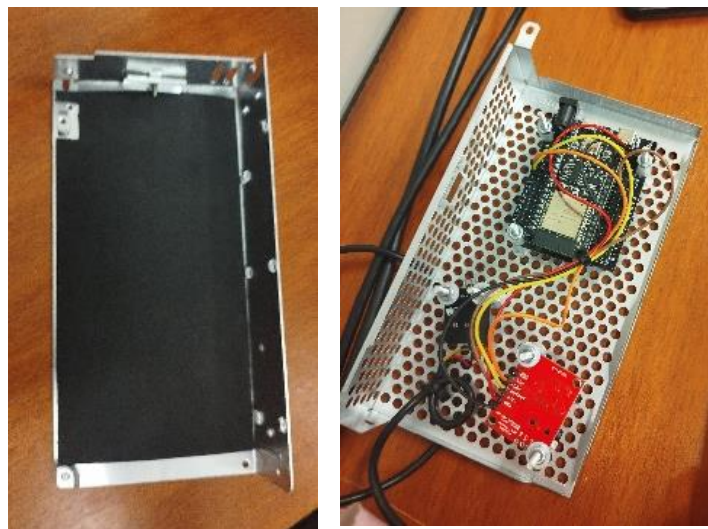
3.2 Desenvolvimento da Montagem e Implementação do Aplicativo

Após esse procedimento, foi iniciado a montagem dos equipamentos na estrutura metálica. Primeiramente foi aplicado um revestimento em E.V.A (um polímero emborrachado, flexível, com caracteres adesivos e componentes à prova d'água) fazendo o isolamento e tendo uma condução menor entre os metais, também foi adicionado um fio plástico ligado ao parafuso aterrando a parte metálica do suporte, seguido da fixação com os parafusos dos sensores nos

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

furos já existentes no suporte, garantindo a organização e a passagem adequada dos cabos, conforme ilustrado na figura 4, que também é mostrado o aplicativo desenvolvido pelos integrantes do grupo, o qual foi projetado para otimização do funcionamento do dispositivo, que foi pensado em ser instalado no celular do paciente mostrando na tela os resultados dos sinais vitais. Além disso, o dispositivo é programado para anunciar emergências em caso de anomalias ou alterações detectadas, notificando um contato previamente escolhido pelo usuário.

Figura 4 – Início da montagem e desing do aplicativo



Fonte: Autores

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Após obter o dispositivo finalizado, foram feitas revisões e testes de funcionalidade e usabilidade do equipamento e aplicativo. A avaliação obtida nessa etapa foi crucial para identificação de possíveis melhorias e ajustes antes da implementação final do projeto.

3.3 Custos do Projeto

Durante todo projeto, foram feitas análises de custo, realizando pesquisas para uma melhor qualidade dos materiais utilizados, com objetivo de benefícios econômicos. A tabela 1 apresenta os valores e custos dos materiais utilizados no desenvolvimento do dispositivo.

Tabela 1 - Materiais utilizados e valores

Material	Valor Unitário (R\$)	Quantidade Total	Peso	Valor Total (R\$)
ESP32	19,60	1 pç	-	19,60
DS18B20	10,67	1 pç	-	10,67
MAX30100	15,00	1 pç	-	15,00
AD8283	19,94	1 pç	-	19,94
Placa p/ ESP32	17,66	1 pç	-	17,66
Rele	23,00	1 pç	-	23,00
Buzzer	10,96	1 pç	-	10,96
E.V.A	5,28	1 unid	-	5,28
Parafusos	8,20	15 pçs	-	8,20
Jumpers	21,90	1 pac	-	21,90
Protobord	9,35	1 pç	-	9,35
Eletrodos	23,00	1 pac	-	23,00
Botão	10,90	2 pç	-	21,80
CI rele	5,85	1 pç	-	5,85
Ponte tomada	7,17	1 pç	-	7,17
Custo Total:				219,68

Fonte - Autores, (2024)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o desenvolvimento completo do dispositivo de UTI caseira, levantou-se discussões de como se estabeleceu um bom resultado ao longo do projeto, priorizando o bem estar dos usuários, em benefício à um maior conforto, sensação de segurança e redução de hospitalizações desnecessárias, que foi cuidadosamente planejado atendendo a critérios elevados de qualidade e usabilidade.

Alcançando um projeto com seu monitoramento preciso e confiável, foi dada atenção especial aos testes dos sensores e à programação do aplicativo, visando a uma experiência de

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

uso sem complicações e ao funcionamento otimizado dos sensores e alertas.

A seleção dos materiais priorizou qualidade e durabilidade, garantindo que todos os componentes fossem seguros e adequados para uso prolongado. Estudos e pesquisas foram realizados assegurando que cada material escolhido atendesse a requisitos técnicos específicos, sempre mantendo o conforto do usuário.

Após a finalização do projeto, o dispositivo de UTI caseira se mostrou como sendo um dispositivo que oferece alta qualidade de precisão dos resultados, acessibilidade e facilidade de uso, elevando as expectativas e disponibilizando um equipamento viável e seguro, proporcionando um impacto significativo na qualidade do atendimento à saúde. Contudo, ainda é necessário desenvolver um estudo para a rotina de monitoramento e apuração dos dados, incluindo a calibração dos equipamentos, a fim de garantir resultados precisos e profissionais.

4.1 Resultados dos Procedimentos

Com o projeto concluído, foi possível identificar os resultados alcançados as melhorias implementadas ao longo dos procedimentos.

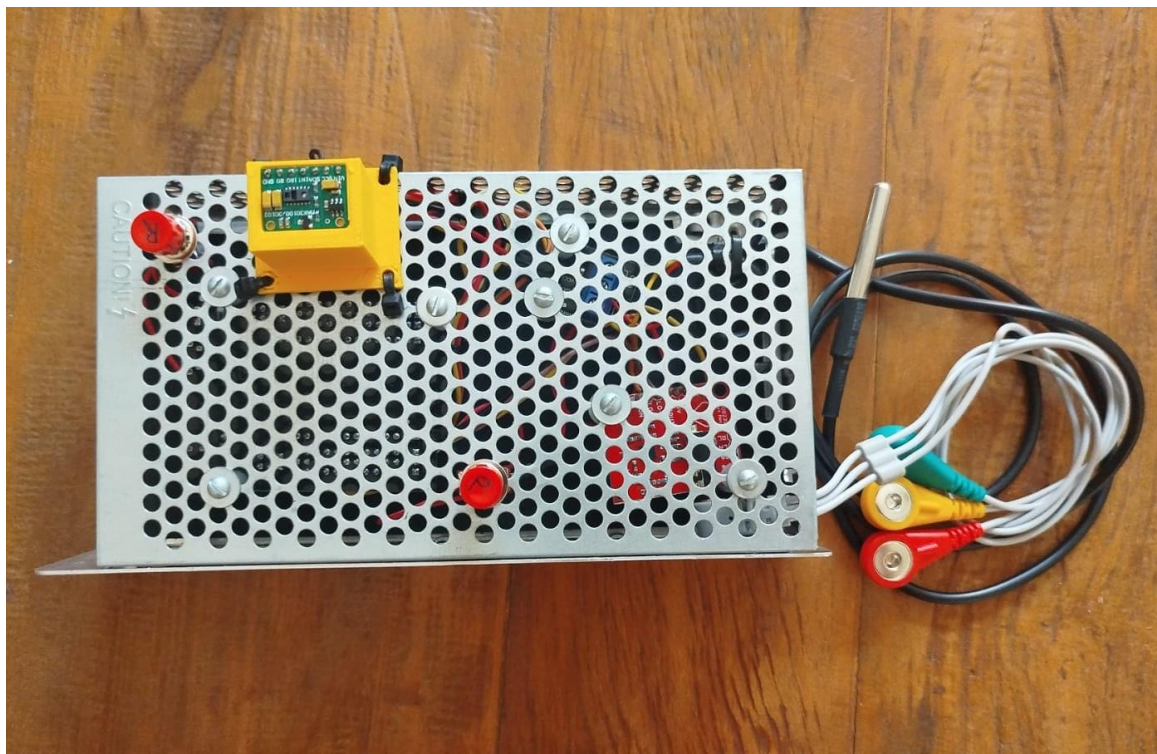
Em relação a testagem dos sensores, avaliou-se a funcionalidade e as precisões dos dados de monitoramentos dos sinais vitais. Os membros do grupo atuaram como voluntários para os testes, permitindo monitoramentos de temperatura, batimentos cardíacos e oximetria, de acordo com os sensores utilizados. Os resultados obtidos nessa etapa estavam dentro das expectativas, comprovando a precisão dos dispositivos e dispensando a necessidade de ajustes.

O aplicativo desenvolvido para facilitar o uso do dispositivo também passou por testes, avaliaram-se as funcionalidades de alarme e a precisão e rapidez na exibição dos resultados de monitoramento na tela. Revisando a programação e os detalhes do aplicativo, constatou-se que ele está em excelentes condições de uso.

Além disso, montagem do dispositivo também foi cuidadosamente planejada, otimizando a organização dos componentes dentro do suporte metálico, visando à praticidade do protótipo, como mostrado na figura 5. O resultado final demonstrou-se funcional, seguro e adequado para o uso e necessidades dos usuários.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Figura 5 – Montagem da UTI finalizada



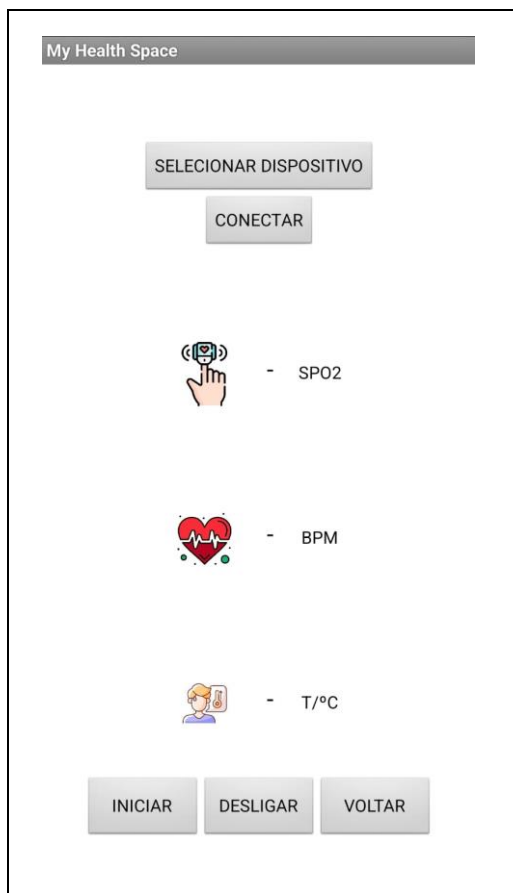
Fonte: Autores, 2024

A Figura 6 apresenta o design final do aplicativo desenvolvido para facilitar a visualização e o acompanhamento dos sinais vitais dos usuários do dispositivo e pacientes. O aplicativo exibe informações em tempo real e conta com funcionalidades para identificação de emergências, incluindo a emissão de alertas automáticos caso os parâmetros vitais estejam fora dos padrões normais.

O aplicativo é integrado ao módulo ESP32, permitindo a transmissão eficiente dos dados para visualização direta na tela do celular do cuidador ou familiar responsável, garantindo praticidade e segurança no monitoramento remoto.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Figura 6 – Desing do aplicativo auxiliador da UTI finalizado



Fonte: Autores, 2024

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo foi desenvolvido com o objetivo de realizar um dispositivo de UTI caseira, integrando tecnologias da mecatrônica para monitoramento de sinais vitais, com foco em melhorar a qualidade de vida e oferecendo mais autonomia à pessoas que necessitam de acompanhamento domiciliar.

O dispositivo desenvolvido contribui para a diminuição da preocupação de familiares e cuidadores, proporcionando uma sensação de segurança ao monitorar as funções vitais de maneira contínua e remota. Além disso, o acesso aos dados em tempo real e a capacidade de personalização dos alertas possibilitam uma resposta rápida a possíveis emergências, aumentando a eficácia do monitoramento domiciliar.

A UTI caseira provou ser uma solução viável e eficiente para pacientes que necessitam

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

de cuidados intensivos, promovendo uma alternativa que equilibra qualidade de vida e segurança, essa abordagem combina os benefícios da hospitalização intensiva com o conforto e a segurança de estar em casa, sendo uma solução eficaz para quem precisa de cuidados intensivos, mas prefere ou necessita ficar em casa.

O projeto demonstrou o enorme potencial das tecnologias emergentes na área da saúde, especialmente no contexto de monitoramento remoto e intensivo. Ele pode servir como base para futuras inovações em cuidados de saúde domiciliares, contribuindo para o fácil acesso as tecnologias de ponta no cuidado de pacientes com necessidades especiais. Em última análise, a UTI caseira não apenas representa uma evolução no monitoramento e tratamento domiciliar, mas também um passo importante na promoção de um modelo de cuidados mais humanizado, acessível e seguro para todos.

REFERÊNCIAS

DUTRA, **Arduino Uno, ESP32 e Raspberry: automação na palma da mão**. Oficina da Robótica Universo Maker, 2024. Disponível em: <https://oficinadarobotica.com.br/arduino-uno-esp32-e-raspberry-automacao/>. Acesso em: 29 out. 2024

GUSE, Rosana. **Buzzer: o que é, tipos, função e aplicações**. Guia de Componentes Eletrônicos. Maker Hero, 23 abr. 2024. Disponível em: <https://www.makerhero.com/guia/componentes-eletronicos/buzzer/>. Acesso em: 09 nov. 2024

LOUCKS, Jeff; et al. **wearable healthcare: the next frontier**. Deloitte Insights, [S.l.], 2023. Disponível em: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/articles/GLOB164601_Wearable-healthcare/DI_Wearable-healthcare.pdf. Acesso em: 01 out. 2024

LUIZ, Eduardo de Melo Luiz. **Desenvolvimento de hardware modulado para condicionamento, digitalização e transmissão wireless de biossinais: eletrocardiograma, eletromiograma, saturação da oxigenação sanguínea e temperatura corporal**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Instituto Politécnico de Bragança, Portugal. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/27983>. Acesso em: 01 out. 2024

NUNES, Caio. **Para que serve uma protoboard**. Fábrica de Bolso, 30 mar. 2023. Disponível em: <https://fabricadebolso.com.br/para-que-serve-uma-protoboard-2/>. Acesso em: 29 out. 2024

NUNES, Pedro Henrique. **Desenvolvimento de um sistema de automação aplicado à uma cadeira de rodas convencional**. 2019. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Mecatrônica, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Divinópolis, 2019. Cap. 6. Disponível em: <https://www.eng-mecatronica.divinopolis.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/195/2019/12/TCC-II-Pedro-Henrique-Nunes-Final.pdf>. Acesso em: 03 set. 2024

PUGLIA, C. C. et al. **tecnologia e saúde: telemedicina e seu impacto na prestação de cuidados de saúde**. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, [S.l.], v. 6, n. 3, p. 2534-2546, 2024. DOI: 10.36557/2674-8169.2024v6n3p2534-2546. Disponível em: <https://bjih.emnuvens.com.br/bjih/article/view/1785>. Acesso em: 15 set. 2024

SMOOT, Jeff. **An introduction to relays**. Digi-Key. VP de Engenharia de Aplicações e Controle de Movimento na Same Sky. Disponível em: <https://www.digikey.com.br/pt/articles/an-introduction-to-relays>. Acesso em: 30 out. 2024