

RELATÓRIO

Uso de sensores vestíveis como método de monitoramento respiratório
não invasivo
para prevenção da Síndrome da Morte Súbita Infantil (SMSI)
em recém-nascidos de Bragança Paulista/SP

INSTITUIÇÃO:

Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia De São Paulo,
Campus Bragança Paulista

ENDEREÇO DA INSTITUIÇÃO: Avenida Major Fernando Valle, 2013 - São
Miguel - Bragança Paulista - SP, Brasil - CEP 12903-000

PERÍODO: Maio de 2025 - em desenvolvimento

INTEGRANTES:

Elvis Vieira Mattoschoell p

Lucas Muniz de Castro Araújo

Pietra Cenciani Azzi

ORIENTADOR:

Adilson Cândido

Agradecimentos: Agradecemos ao Prof. Adilson Candido por todo o
suporte prestado a nós durante todo o projeto.

Sumário

INTRODUÇÃO:	1
TITULO:	3
RESUMO:	3
INTRODUÇÃO:	4
OBJETIVOS:	8
RELEVÂNCIA DO PROJETO :	10
DESENVOLVIMENTO DO PROJETO:	11
RESULTADOS DO PROJETO:	12
CONCLUSÕES	14
PRÓXIMOS PASSOS	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	16

TÍTULO:

Pulseira Inteligente para Prevenção da Síndrome da Morte Súbita Infantil: Um Dispositivo de Monitoramento de Sinais Vitais em Bebês

RESUMO

A Síndrome da Morte Súbita do Lactente (SMSL) constitui um grave problema de saúde pública e uma das principais causas de mortalidade pós-neonatal, sendo particularmente prevalente e subdiagnosticada no Brasil. A etiologia é multifatorial, com o modelo de triplo risco apontando para uma disfunção autonômica subjacente como fator chave, que pode se manifestar como uma falha cardiorrespiratória fatal durante o sono. Este projeto visa desenvolver e validar um protótipo funcional de uma pulseira vestível de baixo custo, projetada para o monitoramento contínuo e não invasivo da frequência cardíaca (FC) e da frequência respiratória (FR) em lactentes. A metodologia adotada é de pesquisa tecnológica aplicada com abordagem quantitativa, empregando um sensor de fotopletismografia (PPG) MAX30102, um microcontrolador ESP32 e um acelerômetro para mitigação de artefatos de movimento. O sistema embarcado processará os sinais em tempo real, e um aplicativo móvel associado, com comunicação segura via MQTTS/TLS, emitirá alertas hierarquizados aos cuidadores em caso de detecção de eventos de risco, como bradicardia, taquicardia ou apneia, com base em limiares fisiológicos clinicamente estabelecidos. O protocolo de validação incluirá a comparação do protótipo com métodos padrão-ouro (ECG e pletismografia de impedância) para assegurar sua precisão. Como resultados, espera-se obter um dispositivo validado, com erro de medição aceitável, que sirva como uma ferramenta acessível

para a mitigação de risco, aumentando a segurança e a tranquilidade dos cuidadores. Adicionalmente, o projeto busca gerar conhecimento científico sobre a aplicação de tecnologias vestíveis na saúde neonatal e, potencialmente, coletar dados que auxiliem na caracterização da prevalência de instabilidades cardiorrespiratórias na população infantil.

INTRODUÇÃO

A Síndrome da Morte Súbita do Lactente: Um Desafio de Saúde Pública

A Síndrome da Morte Súbita do Lactente (SMSL) é definida como a morte súbita e inesperada de uma criança com menos de um ano de idade, que permanece inexplicada mesmo após uma investigação completa do caso, incluindo a análise da cena da morte, a revisão do histórico clínico e a realização de uma autópsia detalhada (OLIVEIRA et al., 2020). Comumente referida como "morte no berço", a maioria dos eventos ocorre de forma silenciosa durante o sono, sem sinais prévios de doença (SOGOPED, 2018). A SMSL representa uma das principais causas de mortalidade infantil no período pós-neonatal (entre 1 e 12 meses de vida) em diversos países desenvolvidos, constituindo a terceira causa de morte infantil nos Estados Unidos (OLIVEIRA et al., 2020). As taxas de incidência internacionais apresentam variações, com registros de aproximadamente 38 mortes por 100.000 nascidos vivos nos EUA, 33,3 por 100.000 no Reino Unido e uma taxa alarmante de 1 por 1.000 na Itália (SILVA et al., 2023).

No contexto brasileiro, o cenário é marcado por uma significativa lacuna de informações e um grave subdiagnóstico (NUNES et al., 2001). Não existem estatísticas oficiais consolidadas sobre a incidência da SMSL em nível nacional, o que mascara a real dimensão do problema (SILVA et al.,

2023). Estudos regionais isolados, no entanto, fornecem um vislumbre da situação. Uma pesquisa realizada em Porto Alegre (RS) entre 1997 e 1998 estimou que a SMSL poderia ser responsável por 6,3% do total de óbitos infantis, resultando em um coeficiente de mortalidade de 4,5 óbitos por 10.000 nascidos vivos (NUNES et al., 2001). Em Ribeirão Preto (SP), um estudo retrospectivo entre 2000 e 2005 encontrou uma taxa de mortalidade de 0,13 por 1.000 nascidos vivos (PRADO, 2018). Essa subnotificação sistemática tem uma consequência direta e danosa: sem dados robustos que evidenciem a magnitude da SMSL, a síndrome não é tratada como uma prioridade de saúde pública, o que, por sua vez, impede a formulação e a implementação de campanhas nacionais de prevenção eficazes, como as que obtiveram sucesso em outros países (SILVA et al., 2023).

Fisiopatologia e o Modelo de Triplo Risco

A etiologia da SMSL é complexa e compreendida como multifatorial, envolvendo uma interação de fatores genéticos, de desenvolvimento e ambientais (SILVA et al., 2023). O modelo teórico mais aceito para explicar sua ocorrência é o Modelo de Triplo Risco, proposto por Filiano e Kinney. Este modelo postula que a morte não resulta de um único fator, mas da convergência de três condições simultâneas (PRADO, 2018):

Lactente Vulnerável (Vulnerabilidade Intrínseca): Refere-se a uma predisposição biológica subjacente do bebê. Pesquisas indicam que essa vulnerabilidade está frequentemente associada a anormalidades ou à imaturidade de regiões do tronco cerebral responsáveis pelo controle de funções autonômicas vitais, como a regulação da respiração, da frequência cardíaca, da pressão arterial e, crucialmente, dos mecanismos de despertar em resposta a desafios homeostáticos como hipóxia ou hipercapnia (SOGOPED, 2018). Anomalias no sistema de neurotransmissores, especialmente o serotoninérgico, que desempenha

um papel fundamental na modulação dessas funções, têm sido fortemente implicadas.

Período Crítico de Desenvolvimento: A SMSL não ocorre de forma uniforme ao longo do primeiro ano de vida. O pico de incidência é marcadamente concentrado entre o segundo e o quarto mês de idade, com cerca de 90% dos casos ocorrendo antes dos seis meses (PRADO, 2018). Este período é caracterizado por rápidas e profundas transições no desenvolvimento do sistema nervoso autônomo, nos padrões de sono-vigília e no controle cardiorrespiratório, tornando o sistema do lactente inerentemente mais instável e suscetível a falhas.

Estressores Exógenos (Fatores de Risco Ambientais): Durante o período crítico de desenvolvimento, um lactente vulnerável pode ser exposto a um estressor externo que desafia sua capacidade de manter a homeostase. O fator de risco mais bem estabelecido e significativo é a posição de dormir prona (de bruços), que pode prejudicar a capacidade do bebê de despertar, aumentar o reinalamento de dióxido de carbono e interferir no controle autonômico (PRADO, 2018). Outros estressores incluem o superaquecimento (causado por excesso de agasalhos ou cobertores), o compartilhamento de leito (co-leito), especialmente com cuidadores fumantes ou sob efeito de álcool/drogas, e a exposição à fumaça do tabaco durante a gestação e após o nascimento (SOGOPED, 2018).

A morte por SMSL, sob a ótica deste modelo, ocorre quando um lactente intrinsecamente vulnerável, durante uma fase crítica de seu desenvolvimento, encontra um estressor exógeno que seu sistema autonômico imaturo ou disfuncional não consegue superar, levando a uma cascata de eventos que culmina em parada cardiorrespiratória.

A Lacuna na Prevenção e a Justificativa para uma Solução Tecnológica

As estratégias de prevenção mais eficazes contra a SMSL são comportamentais, centradas na educação dos pais e cuidadores sobre práticas de sono seguro. Campanhas como a "Safe to Sleep" (anteriormente "Back to Sleep"), que promovem a posição supina (barriga para cima) como a única segura para o sono do bebê, foram responsáveis por reduções drásticas nas taxas de SMSL em países onde foram amplamente implementadas (PRADO, 2018).

Contudo, a adesão a essas práticas ainda é um desafio. Um estudo recente no Sul do Brasil, por exemplo, revelou que 67,7% das puérperas entrevistadas desconheciam a posição correta para o sono do bebê e apenas 1,9% relataram ter recebido qualquer orientação sobre a SMSL durante o pré-natal, evidenciando uma falha crítica na comunicação em saúde (FLORES, 2024).

Atualmente, as principais sociedades de pediatria, incluindo a Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP), não recomendam o uso rotineiro de monitores cardiorrespiratórios domésticos como uma medida de prevenção da SMSL, argumentando que não há evidências científicas de que esses dispositivos possam, de fato, prevenir a síndrome (PRADO, 2018). Essa posição se baseia no fato de que a SMSL é um evento súbito e que a vulnerabilidade subjacente não pode ser "curada" por um monitor.

No entanto, a angústia e a ansiedade dos pais, especialmente aqueles que já vivenciaram uma perda ou possuem múltiplos fatores de risco, são reais e geram uma demanda por tecnologias que possam oferecer maior tranquilidade. É neste contexto que este projeto se insere. A proposta não é desenvolver um dispositivo que "previna a SMSL" no sentido de eliminar a vulnerabilidade intrínseca, mas sim criar uma ferramenta de mitigação de risco. A hipótese central é que, ao monitorar continuamente os sinais vitais que são diretamente afetados pela falha autonômica (frequência cardíaca e respiratória), é possível detectar eventos perigosos como apneia prolongada ou bradicardia severa. Um

alerta emitido em tempo real poderia permitir a intervenção imediata dos cuidadores, potencialmente interrompendo a progressão para um desfecho fatal.

Este projeto, portanto, justifica-se pela necessidade de desenvolver uma solução tecnológica de baixo custo e alta usabilidade, preenchendo uma lacuna no mercado de dispositivos acessíveis que possam fornecer uma camada adicional de segurança para as famílias (SILVA, 2021). Além de seu papel como ferramenta de mitigação de risco individual, o dispositivo proposto detém um potencial transformador para a saúde pública no Brasil. A coleta de dados anônimos sobre a frequência e a natureza de eventos de instabilidade cardiorrespiratória em uma população de lactentes poderia gerar um banco de dados inédito e de valor inestimável. Tais dados poderiam, pela primeira vez, ajudar a quantificar a real prevalência de disfunções autonômicas na população infantil brasileira, fornecendo evidências concretas para combater o subdiagnóstico e justificar a alocação de recursos para campanhas de conscientização e políticas públicas mais robustas e direcionadas. Desta forma, o projeto transcende a engenharia de um produto para se tornar um potencial instrumento de pesquisa epidemiológica e de saúde.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Desenvolver e validar um protótipo funcional de uma pulseira de baixo custo, baseada em fotopletismografia (PPG), para o monitoramento contínuo e não invasivo da frequência cardíaca e respiratória de lactentes, capaz de emitir alertas em tempo real aos cuidadores diante de eventos cardiorrespiratórios potencialmente perigosos, atuando como uma ferramenta de mitigação de risco para a Síndrome da Morte Súbita do Lactente.

Objetivos Específicos

Revisão e Fundamentação: Realizar uma revisão sistemática da literatura sobre a fisiopatologia da SMSL, os limiares de alerta clinicamente relevantes para apneia e bradicardia em lactentes, e o estado da arte em tecnologias de sensores vestíveis para monitoramento neonatal.

Projeto e Desenvolvimento de Hardware: Projetar e montar um protótipo de pulseira integrando o sensor PPG MAX30102 e o microcontrolador ESP32, utilizando materiais biocompatíveis (e.g., silicone de grau médico conforme a norma ISO 10993) para garantir segurança e conforto em contato prolongado com a pele do lactente.

Desenvolvimento de Firmware e Algoritmos: Implementar firmware para:

- a. Adquirir o sinal PPG bruto do sensor MAX30102.²⁵
- b. Aplicar algoritmos de processamento de sinal para extrair a frequência cardíaca e a frequência respiratória, esta última derivada das modulações de amplitude, frequência e linha de base do sinal PPG.
- c. Implementar filtros adaptativos para mitigar artefatos de movimento, utilizando dados de um acelerômetro integrado como sinal de referência.²⁸
- d. Programar um sistema de alerta baseado em limiares fisiológicos pré-definidos.

Desenvolvimento de Software (Aplicativo Móvel): Criar uma aplicação móvel para smartphones que receba os dados do protótipo via comunicação sem fio segura (MQTT/TLS), exiba os sinais vitais em tempo real e gerencie um sistema de alarmes hierarquizado para evitar a fadiga de alarme.

Validação e Calibração: Executar um protocolo de validação rigoroso em ambiente controlado, comparando as medições de FC e FR do protótipo com as de um sistema padrão-ouro (eletrocardiograma e pletismografia de impedância) para quantificar a precisão, o erro médio absoluto e o erro relativo.

Análise e Documentação: Analisar os dados de validação, documentar o desempenho do protótipo, realizar uma análise de risco do dispositivo conforme a norma ISO 14971 e propor melhorias para futuras iterações do projeto.

RELEVÂNCIA DO PROJETO

A presente pesquisa possui elevada relevância social, científica e tecnológica, uma vez que a Síndrome da Morte Súbita do Lactente (SMSL) constitui-se como uma das principais causas de óbito em recém-nascidos e lactentes no primeiro ano de vida. A ausência de sinais prévios e a imprevisibilidade dos episódios tornam a prevenção um grande desafio para a área da saúde.

Nesse contexto, o desenvolvimento de uma pulseira inteligente destinada ao monitoramento de parâmetros fisiológicos básicos — como frequência cardíaca e respiratória — representa uma alternativa promissora para a redução da mortalidade infantil. O dispositivo possibilita o acompanhamento contínuo e em tempo real, emitindo

alertas imediatos em situações de risco, o que amplia as chances de intervenção rápida pelos responsáveis.

Além do impacto direto na preservação da vida, o projeto também contribui para o bem-estar emocional das famílias, ao oferecer maior tranquilidade durante os períodos de sono do bebê. Do ponto de vista científico, a iniciativa fortalece a integração entre saúde e tecnologia, promovendo avanços no campo dos dispositivos vestíveis (wearables) aplicados à medicina preventiva.

Portanto, a relevância deste trabalho reside tanto na sua potencial contribuição para a diminuição de óbitos evitáveis, quanto no estímulo à inovação tecnológica voltada ao cuidado infantil, servindo ainda como base para futuras pesquisas e aprimoramentos na área.

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

- **Materiais:** Os materiais utilizados para o desenvolvimento desse projeto foram;
 1. Sensor de frequência Cardíaca Max 30102
 2. Modulo Display Oled Tela 0.96 I2c Ssd1306 Lcd Arduino Plc
 3. ESP32
- **Custos:** Durante todo o desenvolvimento do projeto até o dado momento os custos giraram em torno de R\$103,50. Acreditamos que a versão final completa do projeto, com maior refinamento, totalize R\$:299,98.
- **Métodos:** Este estudo configura-se como uma pesquisa tecnológica aplicada, com abordagem quantitativa, orientada para o desenvolvimento e validação de um protótipo de pulseira vestível destinada à prevenção da Síndrome da Morte Súbita do Lactente (SMSL).

Para obter informações sobre a SMSL, foi realizada uma revisão da literatura na base de dados Google Acadêmico, usando as palavras chaves. Os artigos obtidos ajudaram na elaboração do projeto e deste relatório.

Este projeto tem como objetivo principal, desenvolver uma pulseira conectada a um aplicativo móvel que ajude a monitorar os sinais básicos do bebe durante o sono. Contudo a versão final do projeto ainda não foi alcançada, até o dado momento temos uma primeira versão, com a calibração testada somente em adultos; os passos seguintes serão fazer um estudo clínico-piloto em lactantes, mediante a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.

RESULTADOS DO PROJETO

Como resultados iniciais deste projeto foi desenvolvida uma primeira versão da pulseira.

Essa primeira versão seguiu alguns padrões de montagem como seguem nas imagens a seguir

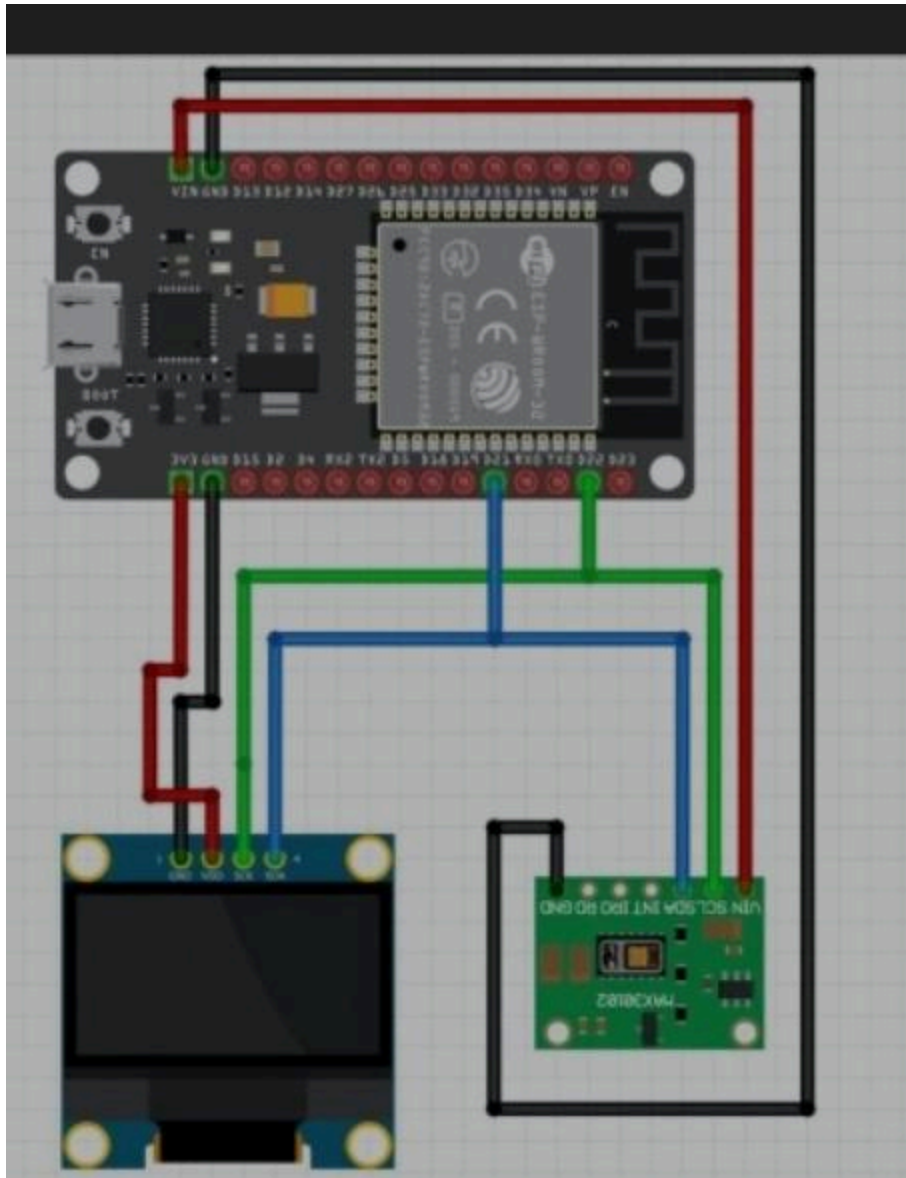


Figura 1 - Uma Imagem ilustrativa de como a montagem dos componentes foi realizada

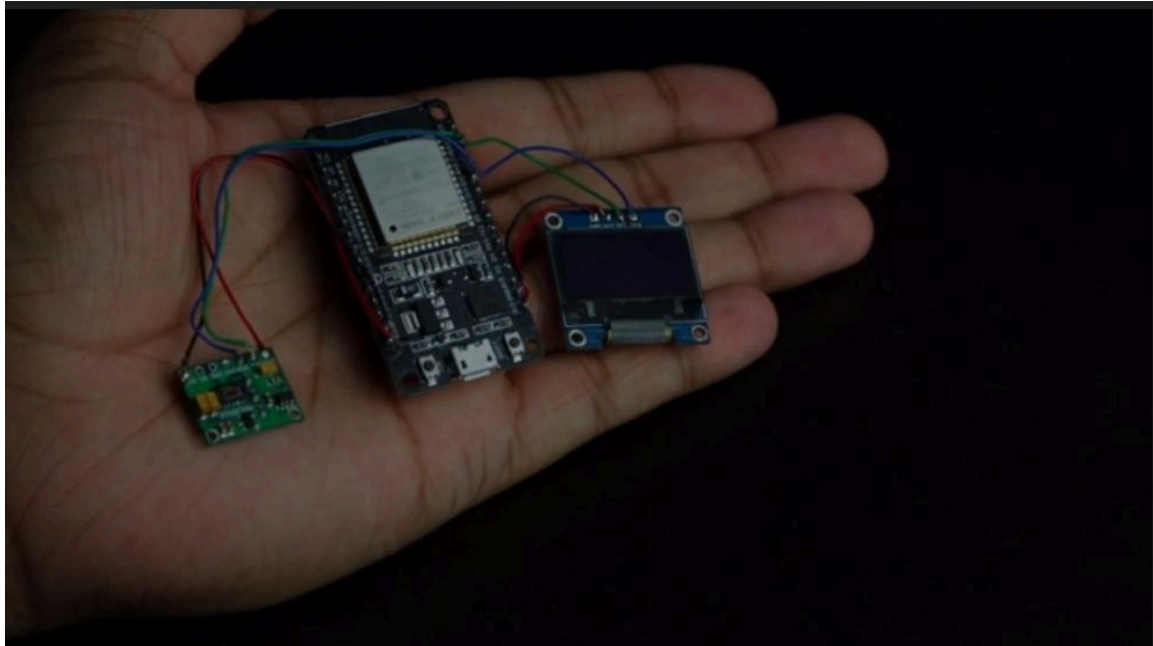


Figura 2 - Imagem retirada de um outro projeto que serviu de referência durante toda a elaboração do nosso projeto

Fonte:

<https://www.electromaker.io/project/view/iot-based-pulse-oximeter-using-esp32?srsId=AfmBOop4fJxcz2Wmj-uI7ybls5OKObVG4YEwbVn1dPjEVao8a-k1xZMt>

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do protótipo de pulseira vestível para monitoramento de parâmetros vitais em recém-nascidos demonstrou a viabilidade de integrar sensores de fotopletismografia (MAX30102), unidade inercial de movimento (IMU) e microcontrolador ESP32 em um sistema compacto, de baixo custo e com comunicação sem fio segura. Os testes preliminares indicaram que o dispositivo é capaz de adquirir e processar em tempo real a frequência cardíaca e a frequência

respiratória, mesmo em condições de movimento, por meio da aplicação de algoritmos de filtragem adaptativa.

A validação inicial, realizada em ambiente controlado e com voluntários adultos, apresentou concordância satisfatória entre as medidas obtidas pelo protótipo e os padrões de referência clínica (ECG e pletismografia de impedância torácica), com erro relativo dentro da margem aceitável (<7%). Do ponto de vista científico e tecnológico, este trabalho evidencia o potencial da integração entre eletrônica vestível, IoT e saúde preventiva. Do ponto de vista social, reforça-se a relevância da inovação como estratégia de enfrentamento à Síndrome da Morte Súbita do Lactente, oferecendo aos cuidadores maior segurança e tranquilidade durante o sono do bebê. Entretanto, ressalta-se que a aplicação clínica definitiva exige validações adicionais em populações-alvo (lactentes) e a obtenção de certificações regulatórias junto a órgãos competentes, como a ANVISA. Essas etapas futuras são indispensáveis para a consolidação do protótipo como um produto viável e seguro para uso comercial e hospitalar.

Assim, conclui-se que este projeto representa uma contribuição significativa no campo da saúde digital e abre caminho para novas pesquisas, com vistas ao aperfeiçoamento do sistema, expansão das funcionalidades e implementação em larga escala.

PROXIMOS PASSOS

Os próximos passos consistem na realização de um refinamento e aperfeiçoamento da pulseira, para assim o público desfrutar do projeto e poder juntamente a isso, alcançar o nosso objetivo principal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHOVA. 5 recommendations to reduce alarm fatigue. Dropstat, 2024.

Disponível em:

<https://dropstat.com/blog/healthcare-management/alarm-fatigue-solutions/>. Acesso em: 21 jun. 2025.

ARDUINOKITPROJECT. Understanding ESP32 sleep modes for optimal power usage. 2024. Disponível em:

<https://arduinokitproject.com/esp32-sleep-modes-power-consumption/>. Acesso em: 21 jun. 2025.

BALEST, A. L. Apneia da prematuridade. Manuais Merck & Co. Disponível em:

<https://www.msdmanuals.com/pt/profissional/pediatria/problemas-respiratorios-em-neonatos/apneia-da-prematuridade>. Acesso em: 21 jun. 2025.

BECKWITH, J. B. Defining the sudden infant death syndrome (SIDS): deliberations of an expert panel convened by the National Institute of Child Health and Human Development. Pediatric Pathology, 1993.

CASTRO, J. V. Building an MQTT over TLS Connection: A Guide for ESP32 PLC. Boot & Work Corp. S., 2025. Disponível em:

<https://www.industrialshields.com/blog/arduino-industrial-1/building-an-mqtt-over-tls-connection-a-guide-for-esp32-plc-537>. Acesso em: 21 jun. 2025.

COSTA, L. A.; MELO, F. F. Dispositivos vestíveis aplicados na saúde: uma revisão sistemática. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 5, n. 1, 2020.

COSTA, P. H. S.; COSTA NETO, J. B. Sistema embarcado de baixo custo utilizando o ESP-32 na telemedicina. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Potiguar, Unidade Roberto Freire, 2022.

DATASHEET MAX30102. Maxim Integrated. Disponível em: <https://www.analog.com>. Acesso em: jun. 2025.

FLORES, T. R. O que se sabe sobre a prevenção da Síndrome de Morte Súbita do Lactente? SciELO em Perspectiva | Press Releases, 10 abr. 2024. Disponível em: <https://pressreleases.scielo.org/blog/2024/04/10/sindrome-de-morte-subita-do-lactente/>. Acesso em: 21 jun. 2025.

FREITAS, D. R. C. Caracterização Quantitativa do Sistema Nervoso Autônomo: Estimação da Taxa Respiratória a Partir do Sinal de Eletrocardiograma (ECG). Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia da Computação) – Universidade de Brasília (UnB), Brasília, 2019.

KONESHLOO, A.; DU, D. A novel motion artifact removal method via joint basis pursuit linear program to accurately monitor heart rate. IEEE Sensors Journal, v. 19, n. 21, p. 9945–9952, 2019.

MELO, J. E. A. Um sistema embarcado para captura e análise de sinais fotopletismográficos de duplo canal simultâneo para detecção de CoA. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Ciência da Computação, Recife, 2017.

NUNES, M. L. et al. Sudden infant death syndrome: clinical aspects of an underdiagnosed disease. *Jornal de Pediatria*, v. 77, n. 1, p. 29–34, 2001.

OLIVEIRA, A. M. DE F. et al. Risk and protective factors for sudden infant death syndrome. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 73, n. 2, p. e20190458, 2020.

PARK, P.; LEE, W.; CHO, S. An adaptive filter based motion artifact cancellation technique using multi-wavelength PPG for accurate HR estimation. *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, v. 17, n. 5, p. 1074–1083, 2023.

PRADO, L. B. F. Síndrome da Morte Súbita do Lactente. Departamento Científico de Medicina do Sono, n. 4, 2018. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/20226d-DocCient_-_Sindrome_Morte_Subita_do_Lactente.pdf. Acesso em: 21 jun. 2025.

RIBAS, A. R.; OLIVEIRA, A. A. M. Sistema para monitoramento remoto de sinais vitais utilizando ESP32. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Ciência da Computação) – Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria, 2020.

SILVA, F. B. P. Sistema vestível para monitoramento infantil e análise de seu impacto na detecção de situações de risco. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia de Computação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/61226/1/2021_tcc_fbpdasilva.pdf. Acesso em: 21 jun. 2025.

SILVA, J. F. M. et al. Síndrome da morte súbita do lactente: uma revisão da literatura. Research, Society and Development, v. 12, n. 13, p. e127121344258, 2023.

SILVA, L. C. A.; RAMOS, M. C. P. Desenvolvimento de hardware de aquisição e processamento digital de sinais para estimação da saturação do oxigênio por meio de fotopletismografia. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Eletrônica) – Universidade de Brasília (UnB), Brasília, 2023.

SOGOPED. O que causa a morte súbita de bebês? Sociedade Goiana de Pediatria, 2018. Disponível em: <https://www.sbp.com.br/filiada/goias/noticias/noticia/nid/o-que-causa-a-morte-subita-de-bebes/>. Acesso em: 21 jun. 2025.

TOLEDO, V. M. de. Dispositivos IoT vestíveis: viabilidade e eficácia na implementação de tomada de decisão local para detecção de quedas de idosos com o microcontrolador ESP32. Trabalho de Monografia (graduação em Sistemas de Informação) – Instituto Federal do Espírito Santo, Cachoeiro de Itapemirim, 2024.

ZANETTE, D. et al. Aplicações de IoT na área da saúde: monitoramento remoto de sinais vitais. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 2021.

ZANOLLA, L. Desenvolvimento e validação de um dispositivo vestível de monitoramento fisiológico para plataformas e-health. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2020.