CyberSaúde: Monitoramento Acessível de Sinais Vitais e Impacto Social no Recôncavo Baiano

Nataly B. Pereira[1], Emily de S. Santos[1], Joana O. Silva[1], João Pedro S. de Jesus[1], Matheus B. S. Vieira[1], Pedro Henrique B. A. Amorim[1], José Valentim dos S. Filho[1]

[1]Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

{nataly.nath, emilyssantos, joliveirasilva,
joaopedrosantiago, matheusbsvieira, pedoro}@aluno.ufrb.edu.br
valentim@ufrb.edu.br

Abstract. *The Recôncavo Baiano region concentrates the highest density of certified quilombos in Bahia, with populations historically excluded from access to preventive healthcare technologies. The CyberSaúde project, led by the IEEE SMCS chapter at the Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, addresses this gap by developing prototypes for monitoring vital signs for educational purposes. The methodology articulates progressive technical student training and plans extension workshops for a participatory dialogue with the Sapucaia community, Cruz das Almas (BA). The devices aim to monitor heart rate, body temperature, and blood pressure, indicating the potential of low-cost technology as an instrument for equity and health literacy.*

Resumo. *O Recôncavo Baiano concentra a maior densidade de quilombos certificados da Bahia, com populações historicamente excluídas do acesso a tecnologias de saúde preventiva. O projeto CyberSaúde do capítulo IEEE SMCS da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia propõe-se a mitigar essa lacuna desenvolvendo protótipos de monitoramento de sinais vitais com fins educativos. A metodologia articula a formação técnica progressiva dos estudantes e planeja oficinas extensionistas para o diálogo participativo com a comunidade da Sapucaia, Cruz das Almas (BA). Os dispositivos visam monitorar a frequência cardíaca, temperatura e pressão arterial, apontando para o potencial da tecnologia de baixo custo como instrumento de equidade e letramento em saúde.*

1. Introdução

Com maioria negra e alta densidade de quilombos, o Recôncavo Baiano enfrenta um histórico distanciamento de tecnologias de saúde preventiva. Essa exclusão é agravada pelo cenário nacional, onde as doenças circulatórias causam cerca de 28% dos óbitos, segundo o DATASUS (2023). Além disso, a hipertensão atinge aproximadamente 23% dos adultos, afetando mais severamente justamente a população negra, segundo o Ministério da Saúde (Brasil, 2023). Portanto, a lacuna a ser preenchida na região transcende a questão técnica, configurando-se como um profundo abismo territorial e racial.

Diante desse cenário, o projeto CyberSaúde constitui uma atuação extensionista dos alunos voluntários do Systems, Man, Cybernetics and Society (SMCS), capítulo do

Ramo IEEE da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), estruturada para atender a essa demanda territorial identificada. A ação articula-se em Cruz das Almas (BA) com a Associação de Moradores da Sapucaia, o Posto de Saúde local e o Agente Comunitário de Saúde (ACS) do território, garantindo que o percurso formativo parta de necessidades reais da comunidade.

Visando à praticidade e à acessibilidade do projeto, a escolha de microcontroladores como Arduino e ESP32 revela-se estratégica, pois alia o baixo custo a um ambiente de programação acessível para estudantes de diversos níveis de conhecimento. Essa adoção tecnológica dialoga diretamente com a Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning* - PBL), metodologia na qual o trabalho se estrutura. Nesse formato, a qualificação técnica e teórica dos discentes ocorre de forma imersiva e autônoma, garantindo que o desenvolvimento dos equipamentos seja um processo de construção colaborativa de conhecimento aplicado.

Como resultados esperados, almeja-se não apenas validar a eficácia do método de estudo empregado, mas, sobretudo, legitimar a usabilidade educacional dos protótipos junto à comunidade da Sapucaia por meio de oficinas participativas. Desse modo, o projeto busca transcender o letramento tecnológico acadêmico, na tentativa de consolidar o emprego da computação física como ferramenta de educação em saúde, transformação social e promoção da equidade em saúde no Recôncavo.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Contexto Epidemiológico e Desigualdades no Acesso à Saúde

Estudos realizados no contexto brasileiro apontam para uma maior ocorrência de doenças e eventos cardiovasculares entre a população negra. Machado et al. (2025) identificaram uma incidência 63% maior de eventos cardiovasculares entre participantes negros. Além disso, um estudo apresentado por Sousa et al. (2022), baseado no relatório ELSA-Brasil, identificou uma associação entre raça/cor autorrelatada de um indivíduo e o controle da pressão arterial. Nesse estudo, relata-se que adultos negros apresentaram, de modo geral, maior resistência ao tratamento com diferentes classes de anti-hipertensivos em monoterapia, quando comparado a outros grupos étnicos.

Compondo esse panorama, Nascimento Júnior et al. (2025) apresentaram uma revisão que revela as diferentes barreiras que as comunidades quilombolas, formadas majoritariamente por populações de ancestralidade negra, enfrentam quanto ao acesso aos cuidados de saúde, entre elas, as barreiras relacionadas à educação e à disseminação de informações sobre práticas de prevenção. A ausência de conhecimento e de orientações adequadas acerca dos recursos disponíveis para o acompanhamento da própria saúde pode comprometer a adoção de medidas preventivas. Além disso, a revisão destaca que os serviços de saúde ofertados a essas comunidades nem sempre consideram suas especificidades culturais e sociais, o que pode contribuir para a desconfiança e o afastamento dos serviços de saúde.

2.2. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) aplicada à Computação

Proposta por Barrows e Tamblyn (1980), a PBL é uma metodologia educacional, na qual a construção de conhecimento ocorre a partir da investigação e resolução de problemas reais. Em contraposição às abordagens tradicionais centradas na transmissão de conteúdos,

a PBL posiciona o estudante no centro do processo de aprendizagem, estimulando o pensamento crítico, a colaboração e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos. No contexto da computação física, essa abordagem favorece a assimilação de conceitos de eletrônica, programação e sistemas microcontrolados por meio do desenvolvimento de soluções concretas e contextualmente situadas.

2.3. Instrumentação Biomédica e Aquisição de Sinais Vitais

A instrumentação biomédica digital converte sinais do corpo em dados digitais, priorizando métodos não invasivos. Na medição da pressão arterial, os medidores costumam adotar o método oscilométrico: à medida que a braçadeira esvazia, sensores detectam as pequenas vibrações do fluxo de sangue, permitindo ao algoritmo calcular as pressões sistólica, diastólica e média (PAM) (Instructables s.d.).

Na medição da temperatura corporal, é possível superar limitações operacionais de sensores que exigem contato físico prolongado, implementado, por exemplo, os termistores NTC, ainda amplamente utilizados na prototipagem de medidores biomédicos de baixo custo (Silva e Bispo 2024). Para isso, utiliza-se o sensor infravermelho MLX90614, que capta a radiação térmica natural do corpo, entregando resultados clínicos adequados e imediatos à distância, sem a necessidade de encostar no paciente.

Para o monitoramento dos batimentos cardíacos, existe a fotopletismografia (PPG). Embora o eletrocardiograma (ECG) seja a referência clínica (Evangelista 2025), ele exige a colagem correta de eletrodos descartáveis, o que dificulta seu uso no dia a dia em ambientes residenciais. O PPG, por outro lado, capta os batimentos de forma muito mais simples, usando luz para detectar o volume de sangue no pulso (Evangelista 2025). Assim, a substituição do sensor AD8232 (ECG) pelo MAX30102 (PPG) garante que o equipamento seja acessível, fácil de operar e viável para adoção em larga escala.

3. Metodologia

A metodologia do CyberSaúde fundamenta-se no método de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) (Bender 2014) e na curricularização da extensão (Resolução CNE/CES nº 7/2018), e foi estruturada para ser replicável por outras universidades do Nordeste sem infraestrutura especializada ou financiamento externo, o que amplia seu potencial em escala regional.

O objeto do projeto é a validação do método formativo e da usabilidade educativa dos protótipos; a redução da distância entre a comunidade e as tecnologias de saúde preventiva constitui o horizonte de impacto social, perseguido não por meio de validação clínica, mas da dimensão dialógica da extensão. Essa distinção orienta cada etapa e evita que o caráter didático do trabalho seja confundido com uma intervenção clínica: os ganhos esperados para a população são de natureza formativa e de letramento em saúde, e não de desfecho clínico. O percurso organiza-se em quatro etapas sequenciais, sintetizadas na Figura 1, que também situam o estágio atual de desenvolvimento (concluído, em andamento ou planejado).

A execução do projeto estrutura-se de forma progressiva. A primeira etapa, já concluída, abrangeu a formação técnica em eletricidade e instrumentação biomédica, com os discentes organizados em grupos para projetar sensores de pressão, temperatura e batimentos. Em seguida, a segunda etapa, em andamento, foca na implementação dos mi-

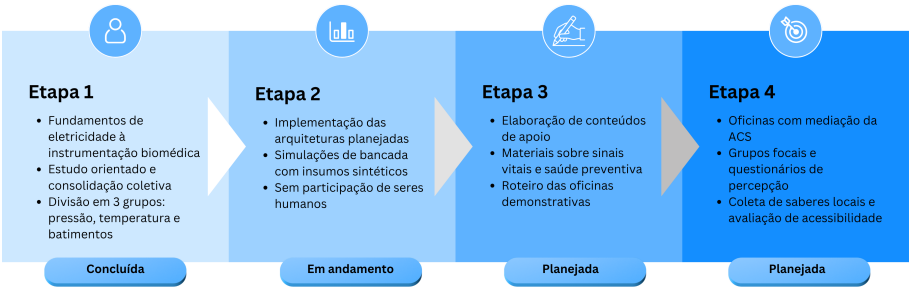


Figura 1. Roadmap do percurso metodológico do CyberSaúde, com o estágio de cada etapa.

crocontroladores e em simulações de bancada, validadas exclusivamente com modelos mecânicos e sintéticos, sem participação humana. Na sequência, a terceira fase, planejada, dedica-se à preparação pedagógica da equipe, englobando a criação de conteúdos sobre saúde preventiva e roteiros para as oficinas.

Por fim, a quarta etapa, também planejada, consolida a extensão na comunidade da Sapucaia. Por meio de sua apresentação à comunidade e da aplicação de grupos focais associados a questionários de percepção, busca-se coletar os saberes locais e avaliar a acessibilidade da tecnologia. A iniciativa tem na co-construção do conhecimento o seu principal mecanismo de transformação social. Nesse sentido, o projeto define os seus limites de atuação, reforçando o caráter estritamente educacional de suas ações, não havendo intenção de realizar diagnósticos ou tratamentos clínicos.

4. Desenvolvimento dos Protótipos

O desenvolvimento dos dispositivos biomédicos do CyberSaúde priorizou portabilidade, autonomia energética e o uso de componentes de baixo custo. Os três protótipos utilizam microcontroladores ESP32 e Arduino, selecionados por sua acessibilidade e programação simplificada em C/C++ via IDE Arduino. A arquitetura conta ainda com sensores dedicados a cada grandeza fisiológica e displays OLED para a exibição local das medições, conforme ilustrado na Figura 2.

O monitor de frequência cardíaca e oximetria, apresentado na Figura 2(a), utiliza o sensor MAX30102 para aquisição não invasiva da frequência cardíaca e da saturação de oxigênio (SpO_2) por fotopletismografia. O termômetro digital sem contato, ilustrado na Figura 2(b), emprega os sensores MLX90614 e VL53L0X para aquisição da temperatura infravermelha e determinação da distância, respectivamente, além de um buzzer para emissão de alertas sonoros. Ambos os protótipos utilizam o ESP32 para processamento, display OLED para apresentação das medições e alimentação por bateria Li-Po de 3,7 V, com módulo TP4056 para recarga e conversor MT3608, visando autonomia e portabilidade.

Já o medidor de pressão arterial, apresentado na Figura 2(c), utiliza o Arduino Uno como unidade de controle. O sistema é composto pelo sensor piezoresistivo MPX2050DP, associado ao amplificador TL072, e por uma braçadeira automatizada cujo fluxo de ar é regulado por uma válvula solenoide e uma minibomba. Os atuadores pneumáticos são controlados pelo Arduino durante a aferição, enquanto os valores obtidos são apresentados em um display OLED. Devido à demanda energética dos atuadores, sua alimentação

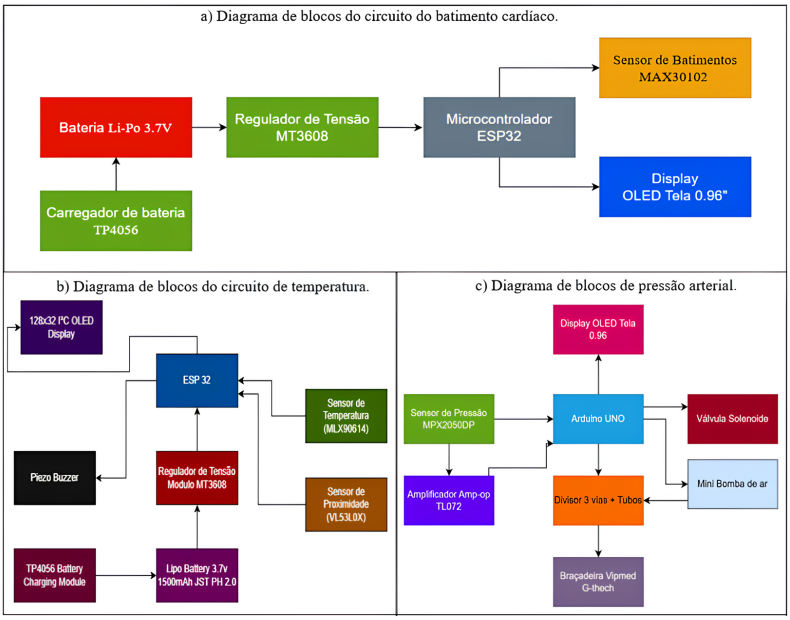


Figura 2. Diagramas de blocos dos circuitos de batimentos cardíacos (a), temperatura (b) e pressão arterial (c).

é realizada por uma fonte externa de 12 V DC.

5. Resultados Esperados e Conclusão

Espera-se que a futura etapa demonstrativa na comunidade da Sapucaia permita apresentar os protótipos de monitoramento de sinais vitais utilizando linguagem acessível, materiais visuais e mediação da Agente Comunitária de Saúde local. Como instrumento de avaliação qualitativa, pretende-se realizar um grupo focal com participantes voluntários, coletando percepções sobre a utilidade dos dispositivos, a acessibilidade da comunicação utilizada e o interesse em acesso futuro à tecnologia. Essa validação social diferencia a extensão da demonstração técnica, articulando diretamente universidade e território.

Paralelamente, as estratégias de disseminação digital nas redes sociais do projeto têm como objetivo documentar o progresso da construção do conhecimento teórico e técnico, registrando o percurso formativo da equipe e os avanços na construção dos protótipos. Com a conclusão das etapas presenciais, planeja-se a produção de vídeos demonstrativos que devem estender o papel de multiplicador para além da participação síncrona, com potencial de replicação do modelo em outras comunidades.

Viabilizada a partir de um projeto de extensão por meio do apoio do Programa Institucional de Bolsas de Extensão Universitária (Pibex) da UFRB, o projeto explora o potencial da tecnologia de baixo custo em servir como ferramenta ativa de transformação social, democratizando o conhecimento sobre saúde preventiva em territórios historicamente marginalizados[1].

Como limitação da abordagem proposta, destaca-se o caráter estritamente de-

[1]Declaração de Uso de IA (Portaria CNPq nº 2.664/2026): O Google Gemini foi utilizado exclusivamente para revisão gramatical e formatação textual. Os autores validaram o trabalho e assumem total responsabilidade pela originalidade do conteúdo.

monstrativo e didático dos protótipos, visto que o escopo está centrado na divulgação científica e no letramento tecnológico, prescindindo de validação clínica formal. Adicionalmente, reitera-se que o projeto se encontra em estágio inicial, de modo que os dados qualitativos referentes à percepção da comunidade quilombola da Sapucaia estão programados para coletas futuras. Para trabalhos futuros, almeja-se expandir essas ações de popularização da ciência, publicar os dados qualitativos coletados para fundamentar novas práticas de educação em saúde e disponibilizar publicamente os materiais pedagógicos e a documentação dos circuitos, viabilizando a replicação desta metodologia de divulgação por outras instituições de ensino superior do Nordeste.

Referências

Barrows, H. S. e R. M. Tamblyn (1980). *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. New York: Springer Publishing Company.

Bender, W. N. (2014). *Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI*. Porto Alegre: Penso.

Brasil, (2023). *Vigitel Brasil 2022: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/vigilancia/os-caminhos-da-vigilancia-e-suas-perspectivas-2022. Acesso em: 07 jun. 2026.

DATASUS (2023). *Mortalidade Geral (SIM)*. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br. Acesso em: 07 jun. 2026.

Evangelista, V. R. (2025). "Validação do PPG de Dispositivos Vestíveis para Estimação e Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca". Trabalho de Conclusão de Curso. Fortaleza: Curso de Graduação em Engenharia da Computação, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará.

Instructables (s.d.). *Blood Pressure Monitor*. https://www.instructables.com/Blood-Pressure-Monitor/. Acesso em: 22 maio 2026.

Machado, Amanda Viana et al. (2025). "Racial inequities in the incidence of major adverse cardiovascular events in ELSA-Brasil cohort: the mediating role of weathering". Em: *Social Science & Medicine* 383, p. 118421. DOI: 10.1016/j.socscimed.2025.118421.

Nascimento Júnior, Jorge Carlos Menezes et al. (2025). "O panorama do acesso à saúde das populações quilombolas na última década: uma revisão integrativa da literatura". Em: *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana* 23.12, pp. 1–19. DOI: 10.55905/oelv23n12-135.

Silva, Gabriela Roberta Guaranha e Soraia Mirela Bispo (2024). *Termospeek: medidor de temperatura inteligente*. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Sistemas Biomédicos) – Faculdade de Tecnologia FATEC Bauru, Bauru, SP. Acesso em: 20 maio 2026. URL: https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/34195.

Sousa, Camila Tavares et al. (2022). "Diferenças Raciais no Controle da Pressão Arterial em Usuários de Anti-Hipertensivos em Monoterapia: Resultados do Estudo ELSA-Brasil". Em: *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 118.3, pp. 614–622. DOI: 10.36660/abc.20201180.