

Aplicativo Móvel para o Acompanhamento do Nível de Oxigênio (SpO₂) no Sangue de Pacientes Neonatais e Adultos

1st Pedro H. A. da Silva
Departamento de Engenharias e Tec.
UFERSA
Pau dos Ferros, Brasil
pedrohas.98@gmail.com

2nd Francisco C. G. da S. Segundo
Departamento de Engenharias e Tec.
UFERSA
Pau dos Ferros, Brasil
francisco.segundo@ufersa.edu.br

3rd Reudismam R. de Sousa
Departamento de Engenharias e Tec.
UFERSA
Pau dos Ferros, Brasil
reudismam.sousa@ufersa.edu.br

Abstract—Este trabalho tem a proposta de desenvolver um aplicativo capaz de auxiliar profissionais da saúde, que atuam no monitoramento e constante da quantidade de oxigênio presente no sangue de pacientes. O nível de oxigênio presente no sangue é um sinal vital de extrema importância para pacientes internados em UTI, nos setores ambulatorial e neonatal. Mostra-se também uma pesquisa que foi aplicada a 42 profissionais de saúde que lidam diariamente com o cenário dos pacientes em hospitais. Tal pesquisa foi realizada com o objetivo de levantar os requisitos funcionais para a aplicação. Por fim, foi desenvolvido um aplicativo para smartphones que possuem o sistema operacional Android ou iOS utilizando o React-Native como ferramenta para seu desenvolvimento.

Index Terms—*inovação, saúde, desenvolvimento, android*

I. INTRODUÇÃO

A análise da quantidade do oxigênio é de suma importância em práticas cirúrgicas, acompanhamento ambulatorial, diagnósticos de distúrbios do sono, terapia neonatal, entre outras aplicações [1]. Com base na análise dos sinais, equipamentos (produtos) poderão ser desenvolvidos para a utilização destes em aplicações extracorpóreas, sendo utilizados como ferramentas de auxílio no diagnóstico clínico. O acompanhamento da oxigenação do sangue é uma prática comum em ambientes cirúrgicos e ambulatoriais, sendo feito, comumente, utilizando um equipamento chamado de oxímetro. Com o avanço dos sistemas eletrônicos e computacionais, houve uma disseminação de algoritmos e ferramentas (equipamentos) para análise de sinais biomédicos, também chamados de biopotenciais [2]. Estas soluções são utilizadas tanto no auxílio a diagnósticos de determinadas patologias quanto na utilização dos biopotenciais para execução de tarefas por parte do indivíduo. As UTIs (Unidades de Terapias Intensivas) são responsáveis por reunir pacientes que estão em um quadro clínico mais grave e que necessitam de constante acompanhamento dos sinais vitais. Quando um paciente está em tal situação é de suma importância garantir que o nível de oxigênio presente na corrente sanguínea esteja em condições aceitáveis, para evitar um quadro de hipóxia tecidual [3]. Para indivíduos com

risco de falha respiratória, o monitoramento da oxigenação sanguínea pode indicar a eficiência do trabalho pulmonar. O oxigênio é vital para o funcionamento de cada célula do corpo humano. Se existe ausência de oxigênio por um longo período de tempo, as células do corpo não serão capazes de sobreviver [4]. Este trabalho tem como objetivo desenvolver um aplicativo mobile para análise e acompanhamento da oxigenação sanguínea. Trata-se de uma aplicação que funcionará via rede sem fio, e que receberá informações referentes a oxigenação sanguínea de pacientes. Tal ferramenta pode ser utilizada em ambientes ambulatoriais e unidades básicas de saúde, bem como ambientes residenciais. O desenvolvimento do aplicativo mobile impactará de forma positiva no trabalho dos profissionais de saúde, automatizando a coleta de dados, gerando uma maior organização e um melhor controle de dados, pois, na maioria dos casos, a coleta de dados de oximetria é realizada de maneira manual, o que demanda tempo e uma maior qualificação técnica. Outro grande fator importante é que os profissionais de saúde poderão acessar tais informações a qualquer momento e em qualquer local, apenas com o uso de um smartphone.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Historicamente, a medição do oxigênio presente no corpo humano era realizada por técnicas bastantes complexas. Na maioria dos casos, os antigos métodos de medição são considerados inviáveis, além de serem métodos invasivos. Alguns desses processos podem, também, demandar um longo período de tempo, e, quase sempre, eram utilizados métodos químicos. Como por exemplo, dissolver o oxigênio presente no sangue para medir as pressões parciais dos gases que estão presentes, assim, permitindo a medição da oxigenação. Tal método pode levar até 20 minutos [1]. Os métodos químicos passaram a ser vistos como inviáveis, quando começou-se a considerar casos clínicos que apresentam uma grande urgência e rapidez no monitoramento do nível de oxigênio. Considerando quadros clínicos de grande risco, como: durante cirurgias, em anestésias, em unidades de tratamento intensivo e em vários outros casos em que a falta de oxigênio pode acarretar em danos irre-

versíveis à saúde [1]. Para acontecer o transporte de oxigênio no organismo humano, é necessária uma série de interações físico-mecânicas e de fenômenos extremamente complexos, como: músculos respiratórios, caixa torácica, controlador respiratório, abdome, fluxo aéreo e a ventilação alveolar [5]. O sistema respiratório permite que o oxigênio seja transportado para todo o corpo humano. Ao entrar em contato com o organismo, o oxigênio é rapidamente ligado as hemoglobinas presentes no sangue e, posteriormente, liberado nos tecidos em que a quantidade de oxigênio presente está mais reduzida [6]. O sistema respiratório ainda é responsável por auxiliar na respiração celular, pois, com a respiração celular é produzido o dióxido de carbono (CO₂), que é absorvido pelo sangue e levado até os pulmões para ser expelido do corpo [7].

A. Princípio da oximetria de pulso

Ao longo do tempo a técnica de oximetria de pulso vem auxiliando cada vez mais no diagnóstico e no acompanhamento de doenças respiratórias e, principalmente, em casos de hipoxemia. A hipoxemia pode ser um indicativo para a Síndrome da Apneia do Sono (SAS), pode ajudar no diagnóstico de doenças como a Asma aguda e pode auxiliar em tratamentos terapêuticos como a oxigenoterapia e a ventilo terapia [8].

O primeiro oxímetro não invasivo foi o Hewlett-Packard 471201, que consiste em um aparelho de grandes dimensões e que precisava estar sempre em manutenção para calibrar a leitura da oxigenação. Este, logo foi substituído pelos oxímetros de pulso por vários fatores, como: um aparelho de tamanho portátil, conceito de fabricação mais simples e não precisar de fazer calibração no equipamento [9]. O oxímetro não invasivo explora o fato de que o sangue não apresenta uma coloração homogênea, assim, sendo possível identificar a quantidade de hemoglobinas ligadas ao oxigênio [10]. O princípio da oximetria de pulso é baseado na lei de Beer, que afirma que a concentração de determinado soluto pode ser calculada pela absorção de luz [1].

III. PESQUISA COM PROFISSIONAIS DA SAÚDE

Nesta seção, apresenta-se uma pesquisa realizada com alguns profissionais da saúde. Visto que estes profissionais são o público alvo da aplicação, pois se trata de um sistema que auxilie esses profissionais a fazerem um diagnóstico e um controle mais preciso de pacientes que necessitam de um acompanhamento dos sinais de SpO₂, foi elaborado um questionário com o intuito de fazer uma pesquisa com alguns profissionais da saúde. O questionário tem a função de fazer um levantamento de requisitos que serão utilizados para o desenvolvimento da aplicação final. O questionário foi feito através da aplicação Google Forms, que é um gerenciador de pesquisas da empresa Google.

Foram obtidas 42 (quarenta e duas) respostas de profissionais que trabalham em unidades de saúde públicas e privadas do estado do Rio Grande do Norte. Das 42 respostas obtidas, 71,4% dos profissionais são do gênero feminino e 28,6% são do gênero masculino, como é possível observar na Figura 1.

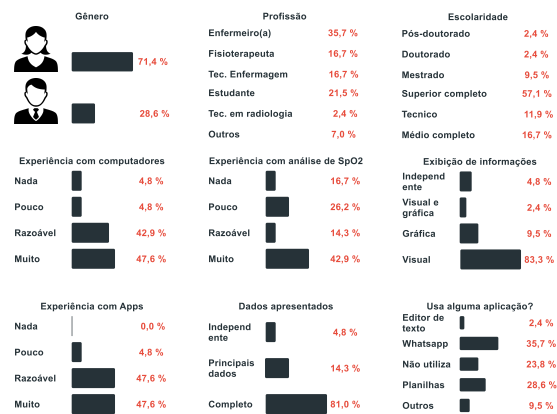


Fig. 1. Dados da pesquisa.

Um dos campos questionados aos entrevistados foi o grau de escolaridade que os profissionais possuem e 11,9% possuem nível de formação técnica, 57,1% possuem nível superior completo, 9,5% possuem mestrado, 2,4% possuem doutorado e 2,4% possuem pós-doutorado. Como é demonstrado na Figura 1. Com estes dados percebe-se que a aplicação deve ter foco nos profissionais com ensino superior completo, técnicos e ensino médio completo.

Outro ponto importante que foi questionado, foi qual a área de atuação desses profissionais. Conforme a Figura 1, a maioria dos profissionais são enfermeiros, ou seja, 35,7% dos entrevistados. O segundo maior número de profissionais que estão participando do formulário são fisioterapeutas e técnicos em enfermagem, ambos possuindo 16,7%; os demais participantes são estudantes, técnicos de radiologia e analistas de patrimônio. Como tratou-se do desenvolvimento de uma aplicação para uso nos ambientes hospitalares, é de suma importância saber como é o relacionamento dos profissionais com a tecnologia. Para obter essa informação, foi questionado qual o grau de experiência dos profissionais em relação ao uso de computadores e o acesso à internet. Das respostas obtidas, 47,6% mostram possuir muita experiência com uso de computadores, 42,9% possuem uma experiência razoável, 4,8% são experts em experiência com computadores e apenas 4,8% dos entrevistados possuem pouca experiência, como é mostrado na Figura 1. Esse já é um ponto positivo, pois observou-se que a grande maioria dos entrevistados já possuem familiaridade com uso de sistemas computacionais e acesso à internet.

Experiência com computadores é um fator bastante importante, e também foi perguntado sobre a experiência com aplicativos móveis, visto que o produto final será uma aplicação mobile e conforme mostrado na Figura 1 a grande maioria dos participantes já possuem um conhecimento prévio sobre uso de Apps.

Outro questionamento feito foi em relação a como seria a exibição dos dados ao usuário, esta é outra questão que irá impactar diretamente nas interfaces da aplicação. Como pode

ser visto na Figura 1, 83,3 % dos participantes do questionário preferem que as informações sejam exibidas de forma visual, ou seja, mostrando os dados de forma escrita. Apenas 9,5 % optaram por visualizar as informações em gráficos, 4,8 % são indiferentes em relação a forma de exibir os dados dos pacientes e 2,4 % preferem que os dados sejam exibidos de forma escrita e gráfica.

Por fim, também foi questionado o método que os profissionais de saúde utilizam atualmente para fazer o armazenamento dos dados dos pacientes. E como é possível observar na 1, a grande maioria dos profissionais utilizam ferramentas que são adequadas para armazenar esse tipo de formação, ou que até ferramentas que exigem um grande trabalho para gerenciar os dados.

Assim, é possível afirmar que é bastante notória a carência de aplicativos para monitoramento de SpO2 de pacientes adultos e neonatais, esse é um fator muito importante que mostra a necessidade e a urgência da criação de uma aplicação desse tipo.

IV. DESENVOLVIMENTO

Nesta seção, são discutidas as principais ferramentas e tecnologias que foram utilizadas para o desenvolvimento da versão beta da aplicação e o histórico de desenvolvimento do aplicativo.

A. Tecnologias e ferramentas usadas

Para que a aplicação fosse desenvolvida, algumas tecnologias e ferramentas foram utilizadas, entre elas podem ser elicitadas como sendo as principais; Android, Android Studio, Visual Studio Code, Node.js, React Native, PostgreSQL e Axios.

B. Desenvolvimento da versão Beta

O desenvolvimento da versão beta da aplicação foi dividido em 3 (três) partes. A primeira parte foi a criação do frontend do aplicativo AMOS; a segunda etapa foi o desenvolvimento do backend da aplicação; e por fim, na terceira etapa foi feita a união do frontend com o backend com a adição da funcionalidade de realizar login e cadastrar um novo usuário.

C. Frontend do AMOS

A princípio, a questão de organização do projeto foi feita com o uso de apenas duas pastas. A primeira pasta foi a de componentes, nos quais foram armazenados os arquivos “.js” que possuem a parte responsável pelas funcionalidades da aplicação. A segunda pasta, telas, é responsável por armazenar o código responsável por gerar as interfaces da aplicação. O primeiro passo no desenvolvimento do aplicativo foi a função de adicionar um novo paciente, sendo um dos requisitos fundamentais da aplicação. Como na versão beta da aplicação ainda não foram considerados os requisitos elicitados pelos profissionais de saúde, que serão tratados na Seção 3, a função cadastra de início o nome do paciente, o leito em que o paciente se encontra internado e a data de internação. A segunda funcionalidade da aplicação foi a função de excluir o

paciente cadastrado, sendo também, considerada uma função essencial, pois logo após a alta do paciente o profissional da saúde pode optar por remover o paciente da sua lista de pacientes internados. Também considerando o fato de que o médico pode optar por não remover o paciente de sua lista, foi implementada uma função de filtro que permite que o usuário oculte pacientes da sua lista, assim, possibilitando uma maior organização e controle. Na primeira etapa foi utilizado o *async history*, que possibilita fazer o armazenamento local dos dados gerados pela aplicação. Assim, sendo possível observar se as funções desenvolvidas a princípio estavam funcionando de forma correta.

D. Desenvolvimento do backend e fase final de desenvolvimento

Na segunda etapa de desenvolvimento da versão beta do aplicativo AMOS foi construída uma API backend que, posteriormente será integrada ao frontend da aplicação. O primeiro passo foi a criação de um banco de dados que será responsável por armazenar as informações tanto do usuário, como as informações dos pacientes. Para a criação do banco de dados, foi utilizado o PostgreSQL 12. Ainda sobre o banco de dados foram criadas duas tabelas, uma para usuário e outra para o paciente; na tabela de usuário foi armazenado o nome do usuário, o e-mail que o possibilitará ter acesso ao sistema e a senha. É importante frisar que a senha que está armazenada no banco de dados está criptografada, o que gera uma maior segurança aos usuários, e a criptografia e a decifração da senha será feita pelo backend.

O primeiro passo foi desenvolver a função de cadastrar as informações no banco de dados, assim como a conexão com o mesmo. Posteriormente foram desenvolvidas as funções de consulta do banco e de autenticação das informações. A última etapa foi fazer a integração do backend com o frontend da aplicação. Nessa fase, além de integrar as duas partes do projeto, também foram desenvolvidas as telas que são responsáveis por cadastrar um novo usuário e efetuar o login do usuário.

V. APLICATIVO FUNCIONAL

Nesta seção, será mostrado o resultado final da versão função funcional do aplicativo AMOS na sua primeira versão.

Como é possível observar na Figura 2 (a), a tela de login possui dois campos para serem preenchidos, sendo os campos referentes a e-mail e a senha, respectivamente. Após preencher esses campos o usuário clicará no botão “ENTRAR” para acessar a tela home do sistema.

Na Figura 2 (b), tem-se a tela de cadastro de usuário. Nesta tela o usuário que ainda não possui acesso ao aplicativo poderá efetuar o seu cadastro para obter acesso ao sistema. A operação de cadastro é uma etapa bastante simples, o usuário necessita preencher os campos corretamente e em seguida clicar no botão “CADASTRE-SE”.

Logo após o login ser realizado, permitindo o acesso ao usuário, disponibilizando as demais funções da aplicação. Como podemos ver na Figura 3 (a), a tela home do sistema

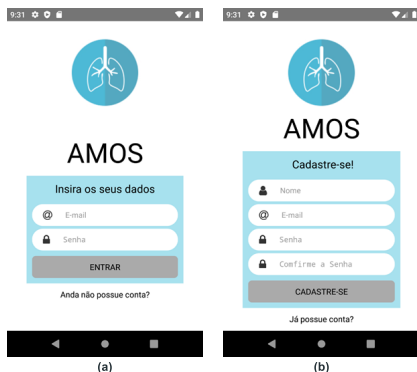


Fig. 2. Login e cadastro de usuários.

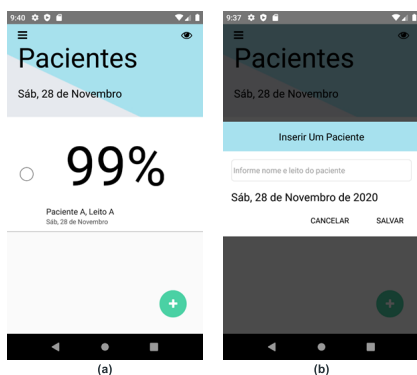


Fig. 3. Home e cadastro de pacientes.

exibe os pacientes já cadastrados e também permite que o usuário cadastre novos pacientes.

Na Figura 3 (b), tem-se a tela referente ao formulário de cadastro de pacientes. Para efetuar o cadastro o usuário deve inserir as informações referentes ao paciente, selecionar a data de internação, e em seguida clicar no botão “SALVAR”. Caso o usuário decida não cadastrar o paciente, ele poderá clicar no botão “CANCELAR”.

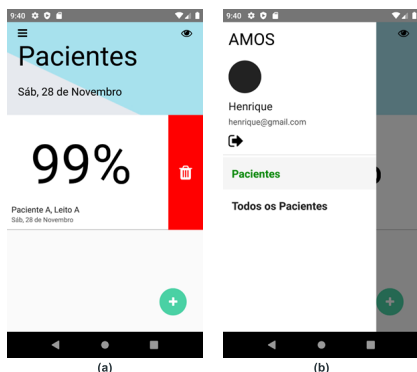


Fig. 4. Deletar e menus.

O usuário poderá optar por deletar um paciente já cadastrado. Para realizar esta tarefa, é necessário que o usuário arraste as informações do paciente, da esquerda para direita,

e em seguida clicar no botão deletar, como exibido na Figura 4 (a).

Na Figura 4 (b), é exibido o menu de opção da aplicação. Neste menu o usuário poderá efetuar o logout no sistema e selecionar se prefere que o sistema exiba apenas os pacientes que já foram internados, ou todos os pacientes cadastrados.

VI. CONCLUSÕES

Ao término deste trabalho foi possível observar a viabilidade do desenvolvimento de uma aplicação com a proposta do AMOS, pois viu-se a carência de aplicativos similares e a importância do desenvolvimento de uma aplicação desse tipo. Também foi possível desenvolver uma modelagem do sistema, que servirá de guia para a produção da versão final do produto, assim, como uma boa parte da documentação necessária para a criação de um aplicativo mobile. Por fim, também foi desenvolvida a versão beta do AMOS, que servirá de base para as suas futuras versões, que agregarão as novas funcionalidades e modificações que o sistema necessita. É importante frisar que os dados do questionário não foram utilizados para o desenvolvimento da versão beta do aplicativo, pois devido ao curto período de tempo para elaboração do trabalho e para colher os dados do questionário, tornou-se inviável considerar tais dados na primeira versão do projeto, para desenvolver a aplicação foi utilizado como requisitos os dados obtidos através da fundamentação teórica. Não obstante, em versões futuras da aplicação, os critérios dos profissionais de saúde serão acatados e integrados ao projeto. Para trabalhos futuros, temos o aperfeiçoamento das interfaces e banco de dados do sistema. Tal aperfeiçoamento será necessário para receber as melhorias que a aplicação necessita, como a inserção dos novos dados para o paciente e a modificação da forma que os dados são exibidos, conforme elucidado pelos profissionais de saúde entrevistados.

REFERENCES

- [1] WEBSTER, J.G. Design of Pulse Oximeters. Medical Science. IOP Publishing Ltd. 1997.
- [2] ARRAIS JUNIOR, Ernano. Sistema de Análise de Sinal Cardíaco para Aplicação em Telecardiologia. 2016. 157 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação., Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Natal, 2016.
- [3] EDWARDS, J. D. Oxygen transport in the critically III. *Intens.Crit.Care Digest*, v. 10, n. 2, p. 23-5, 1991.
- [4] CLARK, Susane A. Normal Oxygen Transport: Design of pulse oximeters. Ed John G. Webster, p 1-12, 1999.
- [5] PINHEIRO C. T. S., MENNA B. S. S. Transporte de oxigênio. In: Menna Barreto SS, Vieira SRR, Pinheiro CTS. *Rotinas em Terapia Intensiva*. São Paulo: Ed. Artmed; 2002. Cap. 11.
- [6] PRYOR J. A., WEBER, B. A. *Fisioterapia para problemas respiratórios e cardíacos*. 2 a ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara-Koogan; 2002. Cap. 04.
- [7] LOWE, J. S.; ANDERSON, P. G.; STEVENS, A. Stevens. *Lowe's Human Histology*. 2015.
- [8] WINCK, J.C.; FERREIRA, L.. Oximetria: papel no estudo do doente respiratório. *Revista Portuguesa de Pneumologia*, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 307-313, maio 1998. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0873-2159\(15\)31044-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0873-2159(15)31044-8).
- [9] HANNING C. D., ALEXANDER-WILLLL.V. IS J. M. Pulse oximetry: u practical review. *BMJ* 1995; 311. 367-70.
- [10] TOWNSEND, Neil. Pulse Oximetry, In: *Medical Electronics*. MICHAELMAS TERM. 2001.