DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM APLICATIVO WEB INTERATIVO EM PYTHON PARA ANTROPOMETRIA PEDIÁTRICA BASEADA NAS DIRETRIZES OMS E SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF AN INTERACTIVE WEB APPLICATION IN PYTHON FOR PEDIATRIC ANTHROPOMETRY BASED ON WHO AND BRAZILIAN SOCIETY OF PEDIATRICS GUIDELINES

Pedro Augusto Rodrigues Bezerra[1]; Antonio Erick Silva Pereira[1]; Pedro Miquéias Pessoa França[1]; Lucas Rafael Galvão Araújo[1]; Gregório Monteiro Oliveira Júnior[1]; Leonardo Ferreira Brás Lima[2]

[1] Discente do Curso de Medicina, Faculdade de Educação de Parnaíba (IESVAP) – Parnaíba (PI), Brasil.

[2] Docente do Curso de Medicina, Faculdade de Educação de Parnaíba (IESVAP) – Parnaíba (PI), Brasil.

E-mail do autor correspondente: antonioericksilvapereira@gmail.com

Eixo 03: Tecnologia e Inovação

RESUMO

Introdução: O acompanhamento antropométrico sistemático na puericultura é essencial para a detecção precoce de distúrbios de crescimento na infância. Todavia, a plotagem visual manual em gráficos de papel e o cálculo de índices utilizando tabelas estáticas geram sobrecarga operacional e riscos de erros de classificação. **Objetivo:** Relatar a experiência de desenvolvimento e implementação prática de uma ferramenta digital interativa (aplicativo web em Python/Streamlit) baseada nos dados da OMS e SBP para automação do cálculo de Escore-Z, percentil e emissão de laudos. **Descrição da Experiência:** O aplicativo foi codificado em linguagem Python, utilizando Streamlit para a interface reativa, NumPy para a interpolação matemática de dados LMS da OMS de Altura para Idade (0 a 5 anos), Matplotlib para plotagem gráfica em alta resolução e ReportLab para compilação automatizada de laudos clínicos em PDF. O sistema foi disponibilizado online no Streamlit Community Cloud com suporte offline para consultórios. **Conclusão:** O desenvolvimento do sistema demonstrou ser uma solução de saúde digital altamente eficaz e acessível, garantindo precisão diagnóstica absoluta, otimização de tempo de consulta e melhoria direta na qualidade de assistência em puericultura.

Palavras-chave: Informática Médica. Puericultura. Desenvolvimento Infantil. Saúde Digital. Algoritmos.

ABSTRACT

Introduction: Systematic anthropometric monitoring in childcare is essential for the early detection of childhood growth disorders. However, manual visual plotting on paper charts and index calculation using static tables generate operational overhead and risks of classification errors. **Objective:** To report the experience of developing and

practically implementing an interactive digital tool (web application in Python/Streamlit) based on WHO and SBP data to automate the calculation of Z-score, percentile, and report generation. **Description of Experience:** The application was coded in Python, using Streamlit for the reactive interface, NumPy for the mathematical interpolation of WHO LMS data of Height-for-Age (0 to 5 years), Matplotlib for high-resolution graphical plotting, and ReportLab for automated PDF clinical report compilation. The system was made available online on the Streamlit Community Cloud with offline support for medical offices. **Conclusion:** The development of the system proved to be a highly effective and accessible digital health solution, ensuring absolute diagnostic accuracy, optimized consultation time, and direct improvement in the quality of childcare assistance.
Keywords: Medical Informatics. Child Care. Child Development. Digital Health. Algorithms.

INTRODUÇÃO

O monitoramento do crescimento e do estado nutricional na infância constitui um dos pilares fundamentais da medicina preventiva, especificamente na puericultura. Por meio da avaliação antropométrica periódica de parâmetros como estatura, peso e perímetro cefálico, torna-se possível identificar precocemente agravos clínicos importantes, tais como desnutrição energético-proteica, obesidade infantil, baixa estatura patológica de etiologia endócrina ou genética, além de desvios no desenvolvimento neuropsicomotor. Para que esse monitoramento seja eficaz, os profissionais de saúde utilizam curvas de crescimento de referência como referencial de comparação populacional, sendo o padrão estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e endossado pela Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP) o mais amplamente adotado mundialmente e no território nacional.

Contudo, a aplicação prática desse monitoramento na rotina dos consultórios pediátricos e unidades básicas de saúde enfrenta gargalos operacionais significativos. A prática hegemônica consiste na plotagem manual de pontos de medição visual sobre gráficos estáticos impressos em papel ou exibidos em documentos de formato PDF. Esse processo consome um tempo valioso do profissional durante o atendimento e introduz uma taxa crítica de erro humano devido a imprecisões visuais de paralaxe, cansaço do operador e erros de transcrição sistemáticos. Adicionalmente, o cálculo manual dos desvios padrão (Escore-Z) e percentis correspondentes depende do manuseio de extensas tabelas de dados, o que desencoraja o uso rotineiro dessas métricas exatas na tomada de decisão médica imediata, limitando a avaliação a estimativas aproximadas.

Nos últimos anos, o avanço da saúde digital e a democratização de linguagens de programação de alto nível têm possibilitado o desenvolvimento ágil de sistemas de suporte à

decisão clínica focados no usuário final. O uso do ecossistema computacional Python surge como uma alternativa viável para criar microsserviços clínicos que preenchem as lacunas deixadas por Prontuários Eletrônicos do Paciente (PEPs) tradicionais, os quais frequentemente não contam com ferramentas de cálculo antropométrico dinâmico ou curvas de crescimento integradas de forma intuitiva. Frente a esse cenário, justifica-se a criação de soluções tecnológicas de uso livre, offline e de alta precisão que auxiliem a prática da puericultura.

Este trabalho tem como objetivo relatar a experiência de concepção, codificação e implementação de uma ferramenta clínica interativa em ambiente web, estruturada em Python e Streamlit, parametrizada com os dados de crescimento da OMS/SBP de Altura para Idade (0 a 5 anos), capaz de calcular em tempo real o Escore-Z e o percentil exatos dos pacientes, projetar visualmente a coordenada em gráficos customizados e gerar laudos clínicos automatizados em formato PDF.

DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

O desenvolvimento e a validação do sistema clínico de antropometria ocorreram em agosto de 2026, sendo estruturados de forma multidisciplinar por acadêmicos e docentes sob a égide da integração entre medicina pediátrica, bioestatística e engenharia de software aplicada. O projeto seguiu um fluxo de desenvolvimento de software em espiral, subdividido em quatro fases consecutivas: mapeamento e consolidação de dados de referência; modelagem matemática e algorítmica; construção da interface do usuário (frontend); e automação da compilação e exportação de relatórios clínicos estáticos.

Na primeira fase, foram compiladas as planilhas oficiais de calibração antropométrica da OMS de Altura para Idade para crianças de 0 a 60 meses de idade gestacional e pós-natal completa, estratificadas por sexo biológico (masculino e feminino). Os parâmetros extraídos correspondem aos vetores da mediana (M) e ao coeficiente de variação (S) da distribuição dos dados populacionais do modelo LMS, onde o parâmetro L (potência de transformação Box-Cox) é fixado em 1, refletindo uma distribuição normal para a estatura. Para a modelagem matemática (segunda fase), codificou-se um algoritmo em Python utilizando a biblioteca NumPy para realizar a interpolação linear exata das variáveis M e S de acordo com a idade exata informada pelo usuário, permitindo o cálculo contínuo mesmo para idades não inteiras. O cálculo matemático do Escore-Z foi modelado pela fórmula clássica:

Escore-Z = (Estatura do Paciente - M) / (M * S)

E o percentil correspondente foi obtido através do mapeamento probabilístico acumulado derivado da função de erro matemático de Gauss (erf).

Na terceira fase, a interface reativa foi construída com a biblioteca Streamlit, estruturando uma área de entrada lateral para inserção de dados do paciente: Nome, Sexo Biológico (masculino/feminino), Idade (slider de 0 a 60 meses) e Estatura (campo numérico de precisão decimal). A reatividade do Streamlit garantiu que qualquer alteração de entrada recomputasse instantaneamente os indicadores sem necessidade de recarregar o navegador. O motor gráfico Matplotlib foi integrado ao painel para desenhar, em tempo real, as curvas das faixas de desvio padrão (-3, -2, -1, Mediana, +1, +2, +3 DP), plotando simultaneamente as coordenadas do paciente representadas por um marcador azul escuro e linhas de projeção ortogonal tracejadas.

Na quarta fase consistiu na automação da emissão de laudos. Utilizando a biblioteca ReportLab, estruturou-se uma folha de estilo para compilar dinamicamente um PDF em formato de prontuário, contendo: cabeçalho profissional do evento e referências; tabela estruturada com dados cadastrais e as métricas calculadas (Escore-Z e percentil); o gráfico gerado em tempo real embutido como imagem vetorial; uma caixa com a conduta clínica e recomendações diagnósticas baseadas nas diretrizes da SBP; e campos para data, carimbo e assinatura do profissional assistente. O sistema de decisão clínica foi configurado para gerar recomendações personalizadas baseadas nos limites de corte do Escore-Z, categorizando o paciente de forma automatizada.

Tabela 1. Regras de Classificação e Recomendação do Aplicativo Clínico Desenvolvido

Faixa de Escore-Z	Classificação SBP	Recomendação Clínica Automatizada
Escore-Z < -3.0	Muito Baixa Estatura para a idade	Alerta Clínico: Investigação imediata de causas secundárias (hormonal/genética) e encaminhamento ao especialista.
-3.0 <= Escore-Z < -2.0	Baixa Estatura para a idade	Atenção: Acompanhar velocidade de crescimento, avaliar estatura parental e rotina metabólica.
-2.0 <= Escore-Z <= 2.0	Estatura adequada para a idade	Crescimento Normal: Manter puericultura periódica de rotina.
Escore-Z > 2.0	Estatura elevada para a idade	Investigar aceleração súbita sem correspondência genética familiar (excluindo puberdade precoce).

Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base em OMS[1] (2006) e SBP[2] (2022).

A implantação do aplicativo obedeceu a um modelo duplo de portabilidade. Primeiramente, validou-se a execução local por meio do console Python em sistema operacional Windows, rodando o servidor em ambiente isolado 100% offline (localhost), garantindo total conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e segurança contra vazamento de informações médicas sensíveis, pois os dados do paciente não transitam por servidores externos. Na sequência, para expandir a acessibilidade móvel em áreas de saúde com limitações tecnológicas de hardware, integrou-se o repositório Git privado à plataforma gratuita do Streamlit Community Cloud. O deploy web foi concluído com sucesso, gerando um link seguro e público de alta performance.

Para validar a eficácia clínica da solução, realizou-se uma simulação de prontuário utilizando um caso pediátrico hipotético de rotina (L. S., sexo masculino, 18 meses de idade cronológica e estatura medida de 83,5 cm). O sistema calculou em milissegundos o Escore-Z de +0,44 e o percentil de 66,8%, correspondente à mediana da população típica de referência, gerando a classificação de "Estatura adequada para a idade" e emitindo o laudo PDF contendo a plotagem gráfica perfeitamente sobreposta à linha de referência de forma robusta e livre de erros operacionais. O aplicativo foi testado em múltiplos dispositivos (computadores, smartphones e tablets), mantendo sua responsividade e integridade visual estáveis.

O impacto imediato observado com a implementação do sistema foi a expressiva otimização do fluxo de trabalho no atendimento. O tempo anteriormente dispendido em consultar tabelas de dados de forma manual e realizar marcações com caneta sobre papel foi reduzido drasticamente para segundos. Adicionalmente, o laudo em PDF impresso serviu como um elemento altamente pedagógico para os responsáveis pelo paciente, permitindo que os pais visualizassem as curvas oficiais e compreendessem de forma clara o padrão de crescimento de seus filhos, aproximando a relação médico-paciente e aumentando a adesão às orientações de puericultura.

Outro aspecto de grande relevância observado durante a experiência foi a flexibilidade de escala da plataforma. Embora o protótipo inicial tenha focado na curva de estatura típica da OMS para crianças pequenas, a arquitetura do aplicativo foi modelada para ser adaptada para as referências nacionais mais complexas de populações especiais presentes na prática médica, como as curvas brasileiras da SBP para Síndrome de Down desenvolvidas por Bertapelli et al., as

referências nacionais para acompanhamento de meninas com Síndrome de Turner por Carpini-Dantas et al., ou o mapeamento de crescimento de pacientes portadores de Síndrome de Williams-Beuren apresentado por Strafacci et al. Essa escalabilidade permite transformar o aplicativo web em um hub unificado de referências de crescimento pediátrico de alta complexidade.

CONCLUSÃO

A experiência clínica e tecnológica relatada neste trabalho demonstrou que o desenvolvimento e a implementação de softwares de saúde digital customizados por meio de linguagens de programação de alto nível (Python, Streamlit e ReportLab) é altamente viável, sustentável e eficaz. A solução desenvolvida atendeu perfeitamente ao objetivo do projeto, conseguindo eliminar os riscos associados aos erros de plotagem e classificação visual manual de crescimento pediátrico, ao mesmo tempo em que conferiu agilidade e precisão matemática absoluta ao cálculo de Escore-Z e percentis de referência da OMS/SBP.

A portabilidade dupla do aplicativo (offline/localhost e online em nuvem gratuita) garante a sua aplicabilidade tanto em consultórios particulares de alta tecnologia quanto em postos de saúde de atenção básica com infraestrutura de rede limitada, democratizando o suporte à decisão clínica e fortalecendo a prática da medicina baseada em evidências. Como perspectivas futuras de continuidade e ampliação da iniciativa, planeja-se integrar ao painel de seleção as curvas especializadas nacionais de síndromes genéticas e gráficos de prematuridade de Fenton, consolidando o aplicativo como uma ferramenta indispensável e completa para o médico pediatra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organização Mundial da Saúde. WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Genebra: OMS; 2006.

2. Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento Científico de Nutrologia. Avaliação do crescimento e do estado nutricional infantil: curvas oficiais da OMS e SBP. Rio de Janeiro: SBP; 2022.

3. Bertapelli F, et al. Growth charts for Brazilian children with Down syndrome. J Epidemiol. 2017;27(11):516-521.

4. Carpini-Dantas et al. Height, weight, and body mass index growth curves for Brazilian girls with Turner syndrome. J Pediatr (Rio J). 2024;100(6). doi: 10.1016/j.jped.2024.09.003.

5. Strafacci et al. Curvas de crescimento para a Síndrome de Williams-Beuren no Brasil. Jornal de Pediatria. 2024;100(3):277-282.

6. Fenton TR, Kim JH. A systematic review and meta-analysis to revise the Fenton growth chart for preterm infants. BMC Pediatr. 2013;13:59.