

## **NUTRIMOBILE: UM SISTEMA DE AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE PACIENTES HOSPITALIZADOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS**

### **Rodolfo Dias Correia**

Mestrando pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC-USP).  
Graduado em Informática Biomédica pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de  
Ribeirão Preto e Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FFCLRP/FMRP-USP), Brasil.  
[rodolfodcorreia@gmail.com](mailto:rodolfodcorreia@gmail.com)

### **Natália Santana Chiari**

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia  
(EESC/FMRP/IQSC-USP), Brasil. [natalia.chiari@usp.br](mailto:natalia.chiari@usp.br)

### **Domingos Alves**

Doutor em Física, Professor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP),  
Brasil. [quiron@fmrp.usp.br](mailto:quiron@fmrp.usp.br)

### **Anderson Merliere Navarro**

Doutor em Clínica Médica, Professor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-  
USP), Brasil. [navarro@fmrp.usp.br](mailto:navarro@fmrp.usp.br)

---

## **RESUMO**

Para a definição de condutas nutricionais é fundamental que o profissional faça a avaliação do estado nutricional seja para clientes/pacientes saudáveis ou doentes. Ou seja, sua importância é vital tanto para o meio clínico quanto para o epidemiológico, no que se refere à avaliação bioquímica e antropométrica e do consumo alimentar de indivíduos ou populações. Este trabalho permitiu desenvolver o sistema de avaliação do estado nutricional (NutriMobile) voltado para dispositivos móveis com sistema operacional Android. Para isto, aborda as seguintes etapas da avaliação nutricional: Antropometria, Exames Bioquímicos, Avaliação Dietética, Cálculos Energéticos, Anamnese e Dieta. O NutriMobile é um sistema embarcado que tem como objetivo deixar mais rápida e mais confiável a avaliação nutricional de pacientes hospitalizados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação do Estado Nutricional, Sistemas Embarcados, Dispositivos Móveis.

## **NUTRIMOBILE: AN EVALUATION SYSTEM OF NUTRITIONAL STATUS OF HOSPITALIZED PATIENTS FOR MOBILE DEVICES**

## **ABSTRACT**

For the definition of nutritional behaviors in nutrition is essential that the professional nutritionist to make the evaluation of nutritional status to clients / patients healthy or sick. That is, its importance is vital for both the clinical and epidemiological to in relation to food intake evaluation, biochemical and anthropometry of individuals or populations. This work enabled the development of design and the system of evaluation of nutritional status (NutriMobile) aimed to mobile devices using Android OS. For this, it discusses the following steps of the evaluation: Anthropometry, Biochemical Tests, Dietary Evaluation, Energy Calculations, History and Diet. The NutriMobile is an embedded system that aims to make faster and more reliable evaluation of the nutritional status of hospitalized patients.

**Keywords:** Evaluation of the Nutritional Status, Embedded System, Mobile Devices

## **NUTRIMOBILE: UM SISTEMA DE AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE PACIENTES HOSPITALIZADOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS**

### **INTRODUÇÃO**

Em agosto de 1981 a IBM® anunciava o primeiro PC (Personal Computer) da história: o IBM PC, uma máquina com 64K e um processador Intel 8088 de 8 bits que custava por volta 3.000 dólares. Mais de trinta anos se passaram e hoje, com a evolução dos dispositivos móveis, a ideia de computador pessoal começa a ser estendida a novos dispositivos, como os Smartphones e os Tablets [1]. No PC original (desktop), nós tínhamos que nos deslocar até o computador. Com o laptop, começamos a nos tornar móveis, pois o mesmo podia ser levado conosco. Agora com os Tablets e Smartphones podemos acessar a internet, executar aplicativos de alta capacidade, enviar mensagens de áudio e vídeo em tempo real além de reproduzi-los com alta definição, tudo isso em qualquer lugar e com dispositivos que podem pesar menos de 100g e caber na palma de nossas mãos.

Nos últimos anos, muitos sistemas foram desenvolvidos ou arquitetados na área da saúde utilizando dispositivos móveis como Smartphones e PDAs (Personal Digital Assistant). Segundo Miller [2] em sua pesquisa no ano de 2004, 26,6% dos médicos norte-americanos utilizavam PDAs no seu dia-dia, sendo que os sistemas contidos em seus PDAs eram, na sua maioria, sistemas de monitoramento remoto de pacientes. Um exemplo é o sistema Clinical Command and Control [3], o qual provê um monitoramento em tempo real de eletrocardiograma e possibilita a visualização de vários exames pelo profissional em seu PDA.

Neste cenário, este trabalho apresenta o NutriMobile, um sistema de avaliação nutricional direcionado a smartphones e tablets.

### **SISTEMAS EMBARCADOS**

Sistemas embarcados consistem em uma combinação de Hardware, Software e possíveis componentes adicionais mecânicos, desenvolvidos para a execução de uma função dedicada [10].

O adjetivo embarcado reflete o fato desses sistemas serem usualmente parte integrante de um sistema maior. No entanto, apesar de muitos sistemas embarcados poderem coexistir em um sistema, eles podem, por si só, representar o sistema completo e operar individualmente [10].

Atualmente, é difícil encontrar na vida diária segmentos que não envolvam sistemas embarcados de alguma forma. Eles estão espalhados em diferentes áreas como indústria automotiva, aeronáutica, agronomia e área médica [11]. Tais sistemas, em geral, apresentam maiores requisitos de qualidade e confiabilidade, comparados a outros sistemas computacionais [12].

A Medicina é uma das principais áreas que se beneficiam dos sistemas embarcados. Vários dos equipamentos que os profissionais da área da saúde utilizam rotineiramente possuem estes sistemas. A seguir são citadas algumas das principais aplicações embarcadas usadas nesta área [12]:

- Raios-X Cirúrgico e Tomografia: O sistema embarcado é responsável por fazer o processamento de imagem, vídeo e controle de emissão de radiações;
- Eletrocardiógrafo: O sistema embarcado é responsável pelo processamento da variação de sinais do coração e o processamento multimídia;
- Ecografia: O sistema embarcado é responsável pela produção de onda sonora e pela interpretação do eco recebido e processamento da imagem digital;
- Robô cirúrgico: O sistema embarcado é responsável pelo acesso ao robô e controle de suas funções;
- Computador Portátil (PDAs e Smartphones): O profissional pode executar aplicativos específicos como, de auxílio ao diagnóstico, monitoramento remoto do paciente, e avaliações diversas como, por exemplo, avaliação do estado nutricional (NutriMobile).

## **AValiação DO ESTADO NUTRICIONAL**

A Associação Americana de Dietética define avaliação nutricional como “um processo detalhado, realizado por um nutricionista, para identificar o estado nutricional. Utiliza as histórias médicas, nutricional e de medicamentos; exame físico, dados antropométricos e laboratoriais” [4]. O objetivo é confirmar a existência ou risco de um processo mórbido nutricional, como a desnutrição, a qual pode afetar adversamente a evolução clínica de pacientes hospitalizados, aumentando a incidência de infecções, doenças associadas e complicações pós-operatórias, prolongando o tempo de permanência e os custos hospitalares [5]. Avaliar o estado nutricional é importante para que medidas possam ser aplicadas na prevenção e tratamento da desnutrição [6].

A avaliação do estado nutricional é o começo, meio e o fim de tudo que se faz em nutrição clínica, para indivíduos e populações, saudáveis ou doentes. Ou seja, sua importância é vital tanto para o meio clínico quanto para o epidemiológico [7]. Não existe um único método de avaliação nutricional capaz de diagnosticar com precisão, isoladamente, alterações do estado nutricional e, por isso, torna-se necessária a realização de um conjunto de procedimentos para a sua análise [8]. A história alimentar, os sinais clínicos de desnutrição, as medidas antropométricas e sua variação temporal, as determinações hematológicas, séricas e urinárias apropriadas são passíveis de erros e sua análise depende do conhecimento e experiência do observador, todavia, ações de rotina são eficazes para minimizar os problemas nutricionais [9].

Nos hospitais nacionais a avaliação nutricional de pacientes hospitalizados é feita tipicamente utilizando um questionário em papel, assim como os cálculos e a formulação da dieta. São ainda utilizados em papel os guias práticos e tabelas de composição de alimentos, não existindo nenhum sistema informatizado com esse propósito.

Uma avaliação nutricional completa pode levar até duas horas dependendo da experiência do profissional o que, com a informatização, poderá reduzir o tempo da avaliação, além de prover segurança e precisão das informações, melhoria no atendimento ao paciente e melhor controle sobre o serviço. Além disso, a necessidade da utilização de um sistema móvel foi identificada porque não há a disponibilidade de computadores no local onde é realizada a avaliação nutricional, então caso se utilizasse um sistema desktop, o profissional que estivesse fazendo a avaliação, após ter feito o questionário e anotado as informações em papel, teria que se deslocar até o computador mais próximo, utilizar o sistema e anotar as saídas do sistema também em papel para depois prescrever a dieta, aumentando o trabalho do profissional e não resolvendo de forma eficaz o problema, além disso, o sistema está sendo planejado para a utilização também em lugares remotos onde pode não haver a disponibilidade de um computador de mesa.

## MÉTODOS

Para desenvolvimento do NutriMobile foi realizado inicialmente o planejamento e projeto do sistema. Posteriormente foi realizada a implementação do sistema e, por fim, foi feita uma avaliação de usabilidade.

Inicialmente foi feito um levantamento de requisitos com profissionais da área da nutrição para que se pudesse definir o escopo do projeto. Foram feitos estudos de campo e entrevistas com nutricionistas e alunos do curso de nutrição sobre o desenvolvimento dos módulos de avaliação nutricional, cálculo energético e dieta. Os requisitos foram então modelados na forma de diagramas de Casos de Uso UML, permitindo ao usuário um melhor esclarecimento com relação ao sistema, além de permitir um refinamento dos requisitos levantados. Foram utilizados Casos de Uso de Alto Nível e Casos de Uso Expandidos.

Durante as etapas de planejamento e projeto, foram identificados os procedimentos que deveriam ser abordados pelo sistema e que fazem parte da avaliação nutricional, procedimentos como a antropometria, exame bioquímico, avaliação dietética, anamnese e avaliação de cálculo energético.

Para criação do diagrama entidade-relacionamento, foi utilizado como ferramenta o software DBDesigner. Na criação do banco de dados de alimentos do NutriMobile foi utilizada a tabela TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos), coordenada pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA) da UNICAMP e com financiamento do Ministério da Saúde – MS e Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à FOME – MDS [13].

Após a modelagem do banco, foi feito o Diagrama de Classes, modelagem muito útil que contribui para o início da fase de implementação do sistema [14]. Para a criação do Diagrama de Classes, foi utilizada a ferramenta ArgoUML, aplicação *open source* que usa UML para modelar o desenho de software de computador, além de providenciar suporte para quase todos os tipos de diagrama UML padrão, incluindo suporte cognitivo.

A etapa de implementação teve como suporte ferramental a plataforma de desenvolvimento Android, o kit de desenvolvimento Android SDK, a linguagem de programação Java e a linguagem de marcação XML (Extensible Markup Language). Em dispositivos móveis, cada plataforma possui sua linguagem de programação nativa, no caso

do Android é a linguagem orientada a objetos Java. Com esses recursos foi desenvolvida toda lógica de programação e a interface com o usuário. Na área de computação móvel, não há uma escolha óbvia sobre qual plataforma ou linguagem usar, a linguagem Java ME é a mais suportada pelos dispositivos móveis, porém é uma linguagem com recursos limitados e com poucas atualizações nos últimos anos. A aposta na plataforma Android foi feita pelo fato de ser uma plataforma *open source*, diferentes de outras plataformas. Utilizou-se ainda como suporte ferramental o SQLite pois esta ferramenta permite com que desenvolvedores possam armazenar os dados de suas aplicações em tabelas e manipular esses dados através de comandos SQL. A diferença é que tudo isso pode ser feito sem que seja preciso acessar um SGBD.

Por fim, foi utilizado o método de avaliação heurística de Nielsen. A avaliação heurística é o principal método de avaliação por ser rápida de se realizar sendo possível, em média, se realizar em apenas um dia [15].

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tela principal do Sistema NutriMobile contém três ícones: Consulta, Módulos e Salvar.

Ao clicar no ícone Consulta, será iniciada uma consulta completa com o Paciente, a qual segue os seguintes passos: Cadastro do Paciente, Avaliação Antropométrica, Exame Bioquímico, Avaliação Dietética, Cálculo Energético, Anamnese e Dieta. Os dados são salvos ao final da consulta e o usuário tem a possibilidade de gerar um arquivo .pdf com a prescrição da dieta.

Ao clicar no ícone Módulos, será apresentada uma tela na qual ele poderá escolher qual procedimento deseja realizar. Para a realização deste processo, o nutricionista não necessita estar realizando uma consulta completa, uma vez que ele sente a necessidade de utilizar apenas alguns dos módulos disponíveis. O usuário também tem a opção de voltar para a tela anterior.

Se o usuário clicar no ícone Salvar no menu principal, o banco de dados é exportado no formato .db para uma pasta do sistema.

A Figura 1 apresenta a tela inicial do sistema (contendo os ícones Consulta, Módulos e Salvar) seguida da tela resultante ao se escolher o ícone Módulos da tela principal, (contendo os ícones Antropometria, Bioquímica, Dietética, Cálculos, Dieta, Inserir Alimentos e Voltar).



**Figura 1 - Tela Principal e Módulos do NutriMobile**

Ao clicar no ícone Antropometria, o usuário poderá incluir dados como altura, peso, peso usual, circunferências e pregas cutâneas. Após incluir estes dados, o usuário clica em avançar onde serão realizados os cálculos antropométricos e os resultados são retornados ao usuário.

A Figura 2 apresenta uma das telas da etapa de antropometria e em seguida a tela mostrando os resultados da avaliação antropométrica.



**Figura 2 - Tela Antropometria e Tela Resultados da Antropometria**

Se o usuário clicar no ícone Bioquímica, ele poderá incluir os dados do exame bioquímico. Ao clicar em avançar, estes dados são comparados com valores de referência e então são mostrados ao usuário.

Caso o usuário clique no ícone Dietética, será mostrado a ele um conjunto de opções para que o mesmo escolha quais nutrientes ele deseja que sejam mostrados nos resultados. Quando o usuário clica em Avançar, o banco de dados é acessado e é retornada uma lista com os alimentos que podem ser incluídos na avaliação. Este processo será repetido para todas as refeições e, ao final, o sistema mostrará na tela os resultados da avaliação como a quantidade de proteínas, lipídeos e carboidratos, suas respectivas porcentagens na composição energética dos alimentos e os nutrientes escolhidos na etapa anterior. A tela com os resultados da avaliação dietética é apresentada na Figura 3.

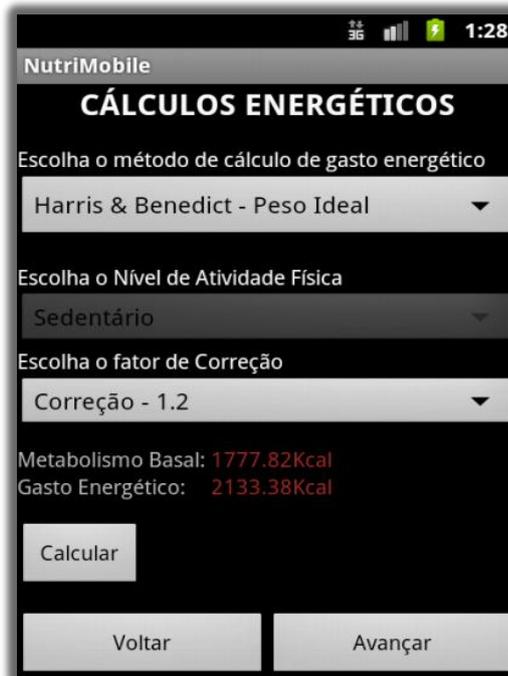


**Figura 3: Tela Resultados da Avaliação Dietética**

Ao clicar no ícone Cálculos, o sistema apresentará uma tela com as opções para o usuário escolher a equação para o cálculo e os fatores de correção. Para calcular o gasto energético, o qual corresponde à energia gasta pelo paciente em 24 horas (medida em calorias), são utilizadas equações de predição de gasto energético.

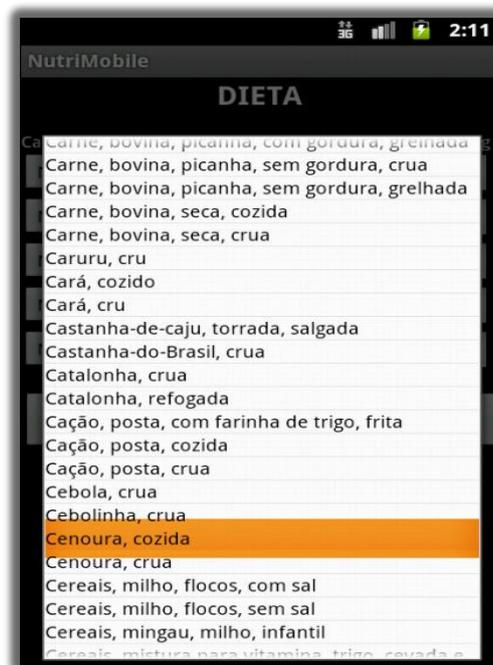
Para o NutriMobile, foram usadas as equações de Harris & Benedict [16] com um fator de correção entre 1,2 e 1,5 de acordo com o nível de lesão ou injúria clínica do paciente e a equação DRIs com um fator de atividade física (PA), que recebe o valor de 1,0 para sedentário, 1,12 para atividade física leve, 1,27 para atividade moderada e 1,45 para atividade intensa. Após a escolha, o usuário deve clicar no botão Calcular onde serão realizados os cálculos utilizando o método relacionado à equação escolhida. Após os cálculos serem realizados, os resultados serão apresentados na tela ao usuário.

A Figura 4 apresenta a tela de resultados do Cálculo Energético.



**Figura 4 - Tela Resultados Gasto Energético**

Se o usuário clicar no ícone Dieta, o banco de dados do sistema é acessado e é retornada uma lista de alimentos que podem ser incluídos pelo usuário junto com a quantidade que deverá ser ingerida pelo paciente. A tela contendo a lista de alimentos é apresentada na Figura 5. Após a inclusão dos alimentos e da formulação das refeições, o sistema mostra, nos resultados, a quantidade de kcal, de proteínas, de lipídeos e de carboidratos contidos nestas refeições.



**Figura 5 - Tela Inclusão de Alimentos**

O aplicativo foi avaliado utilizando técnicas de HCI (Human-computer Interaction), foi criado um questionário com trinta questões baseadas nas heurísticas de Nielsen, este

questionário foi então apresentado para quatro avaliadores sendo dois especialistas ou com trabalhos na área de interação usuário-computador, um especialista em desenvolvimento de software e um nutricionista e obteve uma avaliação, em geral, positiva.

## CONCLUSÃO

Os principais objetivos do estudo foram realizados e os resultados obtidos mostraram a aplicabilidade da ferramenta. Alguns aspectos ainda precisam ser corrigidos como os identificados no teste de usabilidade.

Com o Sistema NutriMobile, o processo de avaliação nutricional pode se tornar mais rápido e confiável, auxiliando o trabalho dos profissionais de nutrição.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A era Pós-PC, Disponível em: < <http://www.ibm.com/expressadvantage/br/pm/pospc.phtml>> Acesso em 23/02/2012
2. Robert H. Miller, John M. Hillman, and Ruth S. Given, Physician use of it: Results from the deloitte research survey, *Journal of Healthcare Information Management* 18 (2004), no. 1, 72–80.
3. Clinical Command and Control, Disponível em: <<http://www.globalcarequest.com/clinicalcommandandcontrol.html>> Acesso em 23/02/2012.
4. ADA's definitions for nutrition screening and nutrition assessment. *J Am Diet Assoc* (94): 838-839, 1994.
5. Norman K, Pichard C, Lochs H, Pirlich M. Prognostic impact of disease-related malnutrition. *Clin Nutr.* 2008; 27(1):5-15.
6. Kruizenga HM, van Tulder MW, Seidell JC, Thijs A, Ader HJ, Van Bokhorst-de van der Schueren MA. Effectiveness and cost-effectiveness of early screening and treatment of malnourished patients. *Am J Clin Nutr.* 2005; 82(5):1082-9.
7. Lacey K, Pritchett E: Nutrition care process and model: ADA adopts road map to quality care and outcomes management. *J Am Diet Assoc* 103(8): 1061 – 1072, 2003
8. L. Duchini et al, Avaliação e monitoramento do estado nutricional de pacientes hospitalizados: uma proposta apoiada na opinião da comunidade científica, *Rev. Nutr., Campinas*, 23(4):513-522, jul./ago., 2010.
9. Powell-Tuck J, Hennessy EM. A comparison of mid upper arm circumference, body mass index and weight loss as indices of undernutrition in acutely hospitalized patients. *Clin Nutr.* 2003; 22(3):307-12.
10. LI, Q.; YAO, C. Real-Time Concepts for Embedded Systems. CMPBooks, 2003.
11. NOERGAARD, T. "Embedded Systems Architecture: A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers", 656 pages, ISBN 0750677929, Newnes; 2005.
12. ZURAWSKI R. Embedded Systems. Taylor and Francis Group, LLC, New York, 2006.
13. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/>> Acesso em 18/06/2012.

14. SUMMERVILLE, I. Engenharia de Software, 2003.
15. NIELSEN, J. Heuristic Evaluation. New York: Wiley. 1994.
16. Harris J, Benedict F. A biometric study of basal metabolism in man. Washington D.C. Carnegie Institute of Washington. 1919.