

Anatomy alive: aplicativo móvel para facilitar o ensino-aprendizagem de anatomia de cabeça e pescoço aplicada à Odontologia

Ana Maria Catonio da Silva¹

 0000-0001-9773-995X

Maria Jessiane de Almeida Silva¹

 0000-0002-6978-9877

Nicholas Newton Queiroz Silva¹

 0000-0003-0003-553X

Eduarda Correia Moretti²

 0000-0002-3994-8689

Fernando José Camello de Lima²

 0000-0003-1593-7747

Olavo Barbosa de Oliveira Neto²

 0000-0003-1280-659X

George Azevedo Lemos²

 0000-0002-2140-216X

¹Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, Alagoas, Brasil.

²Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, Alagoas, Brasil.

Correspondência:

George Azevedo Lemos

E-mail: george.lemos@icbs.ufal.br

Recebido: 27 nov. 2023

Aprovado: 18 mar. 2024

Última revisão: 02 maio 2024

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.en>



Resumo A Anatomia Humana é um conteúdo indispensável na matriz curricular de cursos da área da saúde, sendo crescente a demanda no ensino superior por novas tecnologias que possam ajudar no processo de seu estudo. Assim, objetivou-se desenvolver e validar, quanto ao conteúdo e usabilidade, um aplicativo móvel para apoio ao ensino-aprendizagem de Anatomia de Cabeça e Pescoço aplicada à Odontologia. O estudo foi desenvolvido em cinco etapas: (1) definição do escopo e registro de marca, (2) preparação de peças anatômicas, (3) desenvolvimento do protótipo, (4) avaliação de conteúdo e (5) avaliação de usabilidade e grau de satisfação. Para avaliação de conteúdo, 5 docentes/juízes, com *expertise* na área de Anatomia Humana, responderam a um questionário online contendo 8 perguntas relacionadas ao conteúdo e funcionalidade do protótipo. A usabilidade foi avaliada por 15 estudantes de graduação em Odontologia, por meio da versão brasileira da escala *System Usability Scale* (SUS) e uma escala visual analógica de 0-10 pontos para satisfação. A equipe desenvolveu um aplicativo híbrido, compatível com o sistema operacional Android, permitindo a identificação de estruturas anatômicas em peças cadavéricas reais e testes de conhecimento a partir de questões objetivas. A pontuação média da avaliação dos juízes foi de 9,6, indicando conteúdo e funcionalidade adequados. O escore final da escala SUS foi 90,33 (usabilidade excelente) e a média de satisfação dos usuários foi 9,13. Conclui-se que o aplicativo apresentou compatibilidade, conteúdo, funcionalidade e usabilidade adequados, podendo ser usado como um recurso gratuito para apoio ao ensino-aprendizagem de Anatomia de Cabeça e Pescoço.

Descritores: Anatomia. Validação de Programas de Computador. Computadores de Mão. Educação em Odontologia.

Anatomy alive: aplicación móvil para facilitar la enseñanza-aprendizaje de la Anatomía de Cabeza y Cuello aplicada a la Odontología

Resumen La Anatomía Humana es un contenido esencial en el plan de estudios de las carreras de salud, con una demanda creciente en la educación superior de nuevas tecnologías que puedan ayudar en el proceso de estudio. Así, el objetivo fue desarrollar y validar, en términos de contenido y usabilidad, una aplicación móvil de apoyo a la enseñanza-aprendizaje de la Anatomía de Cabeza y Cuello, aplicada a la Odontología. El estudio se desarrolló en cinco etapas: (1) definición del alcance y registro de la marca, (2) preparación de las piezas anatómicas, (3) desarrollo del prototipo, (4) evaluación del contenido y (5) evaluación de usabilidad y grado de satisfacción. Para evaluar el contenido, 5 profesores/jueces con experiencia en el área de Anatomía Humana respondieron un cuestionario en línea que contenía 8 preguntas relacionadas con el contenido y funcionalidad del prototipo. La usabilidad fue evaluada por 15 estudiantes de la carrera de Odontología, utilizando la versión brasileña de la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS) y una escala visual analógica de 0 a 10 puntos de satisfacción. El equipo desarrolló una aplicación híbrida, compatible con el sistema operativo Android, que permite la identificación de estructuras anatómicas en partes cadavéricas reales y pruebas de conocimientos mediante preguntas objetivas. La puntuación media de los jueces fue de 9,6, lo que indica contenido y funcionalidad adecuados. La puntuación final en la escala SUS fue de 90,33 (excelente usabilidad) y la satisfacción media de los usuarios fue de 9,13. Se concluye que la aplicación presentó adecuada compatibilidad, contenido, funcionalidad y usabilidad, y puede ser utilizada como un recurso gratuito para apoyar la enseñanza-aprendizaje de Anatomía de Cabeza y Cuello.

Descritores: Anatomía. Validación de Programas de Computación. Computadoras de Mano. Educación en Odontología.

Anatomy alive: a mobile application to facilitate the teaching-learning of Head and Neck Anatomy applied to Dentistry

Abstract Human Anatomy is an essential content in the curriculum of health courses, with a growing demand in higher education for new technologies that can help in the study process. Thus, the objective was to develop and validate, in terms of content and usability, a mobile application to support the teaching-learning of Head and Neck Anatomy, applied to Dentistry. The study was developed in five stages: (1) scope definition and trademark registration, (2) preparation of anatomical parts, (3) prototype development, (4) content evaluation and (5) usability evaluation and degree of satisfaction. To evaluate the content, 5 teachers/judges with expertise in the area of Human Anatomy answered an online questionnaire containing 8 questions related to the content and functionality of the prototype. Usability was assessed by 15 undergraduate Dentistry students, using the Brazilian version of the System Usability Scale (SUS) and a visual analogue scale of 0-10 points for satisfaction. The team developed a hybrid application, compatible with the Android operating system, allowing the identification of anatomical structures in real cadaveric parts and knowledge tests using objective questions. The average rating score from the judges was 9.6, indicating adequate content and functionality. The final score on the SUS scale was 90.33 (excellent usability) and the average user satisfaction was 9.13. It is concluded that the application presented adequate compatibility, content, functionality and usability, and can be used as a free resource to support the teaching-learning of Head and Neck Anatomy.

Descriptors: Anatomy. Software Validation. Computers, Handheld. Education, Dental.

INTRODUÇÃO

Anatomia Humana é uma das ciências mais antigas do mundo e compreende o estudo da forma, do desenvolvimento e da constituição do corpo humano^{1,2} sendo, portanto, considerada indispensável na matriz curricular de cursos da área da saúde³⁻⁵.

Na área da Odontologia, o estudo de Anatomia da Cabeça e Pescoço é fundamental para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e clínicas dos futuros profissionais^{6,7}. Além disso, um recente estudo conduzido com 100 alunos do curso de graduação em Odontologia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) demonstrou que a disciplina também é reconhecida pelos estudantes, visto que 90% dos discentes avaliados no início e ao final do curso consideraram a disciplina de Anatomia como muito importante para sua trajetória acadêmica⁸.

Apesar de sua importância histórica, o ensino de Anatomia Humana envolve algumas problemáticas. Entre elas, destaca-se a disponibilidade de cadáveres e peças anatômicas em bom estado de conservação para as práticas laboratoriais, especialmente nas Instituições de Ensino Superior (IES) criadas mais recentemente e distantes dos grandes centros metropolitanos do país^{5,9,10}. Adicionalmente, foi demonstrado que a utilização de peças anatômicas mal conservadas dificulta a aprendizagem e o interesse dos discentes¹⁰. Ademais, tem sido observado nos últimos anos uma dificuldade de obtenção de novos cadáveres, devido, sobretudo, à redução na disponibilidade de cadáveres não reclamados e à ausência de centrais para gerenciar o processo de distribuição destes para as IES, sejam públicas ou privadas¹⁰. Por outro lado, apesar de algumas experiências exitosas, a utilização de corpos doados voluntariamente ainda é incipiente no Brasil e a maioria da população desconhece estes serviços¹¹. Somando-se a isso, a Lei nº 8.501 de 1992 que versa sobre a utilização de cadáveres não reclamados para ensino e pesquisa em Anatomia Humana, regulamenta a sua utilização apenas em IES que possuem o curso de Medicina¹². Assim, IES que oferecem cursos de graduação na área de saúde, mas não possuem o curso de Medicina, apresentam maior dificuldade de obtenção de cadáveres¹³.

Quanto às técnicas de conservação de peças anatômicas, a formolização é a mais utilizada pelas IES brasileiras, devido a sua facilidade e baixo custo¹⁴. Outras técnicas incluem a glicerinação, criodesidratação e plastinação, sendo que as duas últimas demandam maior custo e ainda são pouco difundidas no Brasil¹⁵. O formaldeído apresenta como desvantagens o forte odor, irritação das mucosas, potencial carcinogênico e pode tornar as peças anatômicas endurecidas e friáveis^{14,15}.

Outra problemática é a significativa redução de carga-horária da disciplina nos últimos anos, o que compromete o ensino e o desenvolvimento de técnicas tradicionais de ensino anatômico, como a dissecação de cadáveres^{5,9}, reconhecida por proporcionar melhor conhecimento das relações topográficas, sensibilidade tátil e destreza manual aos discentes^{3,16-18}.

Por outro lado, nas últimas décadas, a sociedade tem passado por constantes revoluções tecnológicas, o que possibilitou o avanço de diversas áreas do conhecimento. No estudo da Anatomia Humana, vários recursos tecnológicos têm sido utilizados com o intuito de minimizar as dificuldades enfrentadas no ensino-aprendizagem desta disciplina¹⁹. Entre esses recursos, destacam-se a utilização de vídeos e *podcasts*, mídias sociais, *softwares* multimídia, modelos virtuais em três dimensões (3D), mesas de dissecação 3D, *softwares* com imagens de tomografia e ressonância magnética, recursos de realidade virtual aumentada e aplicativos para *smartphones*¹⁹⁻²¹.

Neste contexto, o uso de dispositivos móveis tem revolucionado a comunicação e a educação na última década²². Assim, o *m-Learning (Mobile Learning)*, que se refere à utilização de dispositivos móveis no processo de ensino-aprendizagem²³, tem se tornado muito popular entre os discentes dos cursos superiores²², pois permite rápido acesso e compartilhamento de informações²³.

Apesar da existência de diversos recursos disponíveis no mercado brasileiro, a maioria é de alto custo, limitando sua utilização a turmas pequenas, IES com maiores recursos financeiros e alunos com maior poder aquisitivo¹⁹. Além disso, a maioria desses recursos é em língua inglesa, o que pode dificultar o acesso por uma parcela da população, ou pode, ainda, apresentar problemas de tradução. Outro importante ponto a se considerar em relação aos dispositivos tecnológicos disponíveis é o fato da maioria utilizar desenhos ou imagens reconstruídas em ambiente virtual, podendo comprometer o entendimento dos detalhes anatômicos do corpo humano real, principalmente relacionados às variações anatômicas.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi desenvolver e validar, quanto ao conteúdo e usabilidade, um aplicativo móvel para apoio ao ensino-aprendizagem da Anatomia da Cabeça e Pescoço, aplicada à Odontologia.

MÉTODO

Trata-se de um estudo de desenvolvimento tecnológico, realizado na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), no período de setembro de 2021 a setembro de 2023. O estudo seguiu todas as recomendações das resoluções CNS Nº 466/2012 e Nº 510/2016, e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFAL (CAAE: 48010421.1.0000.5013).

A proposta deste trabalho compreendeu o desenvolvimento de um aplicativo móvel para favorecer o ensino-aprendizagem da Anatomia da Cabeça e Pescoço, bem como sua validação e avaliação da usabilidade. Para tanto, seguiu-se cinco etapas: (1) definição do escopo e registro de marca; (2) preparação de peças anatômicas, (3) desenvolvimento do protótipo do aplicativo, (4) avaliação de conteúdo por juízes especialistas e (5) avaliação de usabilidade e grau de satisfação.

Definição do escopo e registro de marca

Esta etapa foi desenvolvida de acordo com a técnica do *brainstorming* para desenvolvimento do aplicativo, permitindo uma maior liberdade de ideias, que não são ignoradas ou discriminadas durante o processo criativo²⁴. Desta forma, esta fase foi marcada por constante diálogo entre todos os membros da equipe envolvida no projeto, a fim de se apresentar ideias, problemas e soluções.

Nesta etapa foi definido o público-alvo do aplicativo: estudantes da graduação em Odontologia que cursam disciplinas de Anatomia de Cabeça e Pescoço aplicada à Odontologia ou que desejem revisar este conteúdo.

Foram definidas também as funcionalidades que o aplicativo deveria apresentar: *layout* simples, intuitivo e de fácil manuseio; tela inicial com as informações do aplicativo, objetivos e funcionalidades; tela com sumário, com redirecionamento ao conteúdo específico; exibir imagens de peças anatômicas reais e em alta resolução; permitir que o usuário possa clicar nas estruturas anatômicas e ser direcionado para uma caixa com o nome desta estrutura conforme

a Terminologia Anatômica; permitir que ao clicar em uma estrutura anatômica esta seja isolada, por meio da mudança de sua cor; permitir a visualização de diversas regiões da cabeça e do pescoço em diferentes planos, desde o mais superficial ao mais profundo; e permitir acesso a questões objetivas referentes às diferentes regiões anatômicas.

Nesta etapa houve também a criação da logomarca para o aplicativo por meio de reuniões remotas via Google Meet e reuniões presenciais, nas quais os modelos de logomarca elaborados eram expostos e avaliados pelos docentes e discentes envolvidos, até a definição da mais adequada. Após discussões da equipe, definiu-se a marca Anatomy Alive (Figura 1) e o seu registro junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) foi realizado.

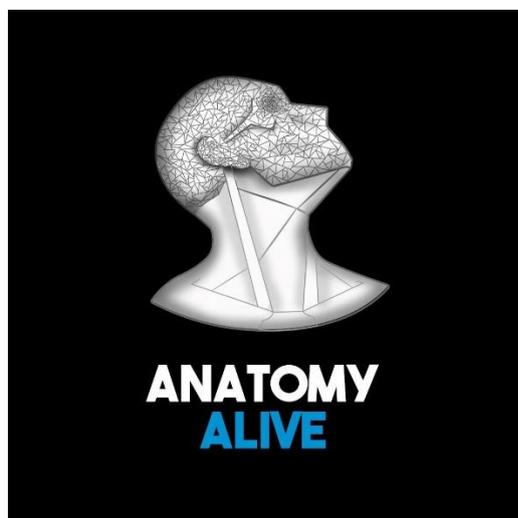


Figura 1. Logomarca do recurso educacional desenvolvido.

Preparação de peças anatômicas

Nesta etapa ocorreu a seleção de peças cadavéricas elegíveis e preparo de novas peças. Para isso, foram utilizados cadáveres humanos conservados em formaldeído e/ou glicerina em bom estado de conservação e crânios humanos secos, pertencentes ao setor de Anatomia Humana Descritiva e Topográfica do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS/UFAL).

O preparo das novas peças se deu por meio da dissecação com uso de instrumentos apropriados, a fim de propiciar a visualização de estruturas que não estavam presentes no acervo do laboratório ou estavam danificadas.

Todas as peças selecionadas foram fotografadas por uma câmera digital DSLR com 24,2 megapixels de resolução e lente de 18-55mm em ambiente adequado com fundo preto. Em seguida, realizou-se a seleção das fotografias que melhor representassem as estruturas a serem marcadas (definidas por meio de um roteiro elaborado previamente com base em livros texto e atlas), uma vez que várias imagens de uma única peça foram registradas tanto em uma mesma posição quanto em outras perspectivas diferentes. Este passo ocorreu por meio da análise minuciosa de todas as estruturas alvo, levando em consideração o tamanho, a posição em que as peças se encontravam, luminosidade e legibilidade. Além disso, após a seleção, as imagens foram editadas.

Adicionalmente, foram elaborados questionários com perguntas de múltipla escolha relacionadas às diferentes regiões e estruturas anatômicas da cabeça e do pescoço, os quais foram distribuídos nas seções do aplicativo.

Desenvolvimento do protótipo

O aplicativo foi desenvolvido de acordo com o modelo de prototipação²⁵. Este modelo é ideal quando os pesquisadores não conhecem todos os requisitos e recursos necessários ao desenvolvimento do aplicativo^{26, 27}. Neste caso, os protótipos são desenvolvidos e avaliados antes da versão final²⁵⁻²⁷.

A partir da edição das imagens, foram selecionados alguns tópicos principais da Anatomia Cabeça e Pescoço. Baseado nesses tópicos iniciou-se a criação de um site na linguagem HTML (Linguagem de Marcação de HiperTexto), foi

adicionado estilo ao site com a ferramenta CSS (*Cascading Style Sheets*) e foram adicionadas ações ao *site* utilizando a linguagem de programação interpretada estruturada JavaScript.

Este *site* foi hospedado na *web* por um hospedeiro próprio da UFAL desenvolvido pelo Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI) no sistema intitulado "UfalSites" (<https://icbs.ufal.br/grupo/mco/>).

Em seguida, foi realizada a conversão do *site* em um aplicativo por meio do programa WEBSITE 2 APK. Após baixar e instalar o programa mencionado, foi inserido nele o *link* do *site* a ser convertido, foram escolhidas algumas propriedades e foi inserida a logo do aplicativo. Após isso, foi criado um APK (Android Application Pack), que é um pacote de aplicações que pode ser descompactado e instalado no Android, funcionando como um aplicativo híbrido.

Avaliação de conteúdo

A avaliação de conteúdo refere-se à análise conceitual realizada por juízes com notável *expertise* na área de estudo, permitindo identificar possíveis falhas/erros conceituais e sugestões de modificações ao protótipo do aplicativo^{25, 28}. Desta forma, foram incluídos como juízes, docentes com titulação mínima de doutorado e ao menos 5 anos de experiência docente em disciplinas de Anatomia aplicada à Odontologia, independente do sexo e idade. Neste estudo foram consultados 5 juízes para avaliação de conteúdo do aplicativo conforme estudos prévios^{29, 30}.

O questionário de avaliação do aplicativo foi adaptado a partir de estudos prévios^{25, 28} e organizado em três partes na plataforma online Google Forms, sendo enviado para o e-mail dos docentes incluídos no estudo, juntamente com um *link* para baixar o aplicativo no *smartphone*.

A primeira parte do questionário coletou dados gerais para caracterização da amostra, como idade, gênero, área de maior titulação e experiência docente no ensino superior. A segunda parte foi composta por 8 perguntas, relacionadas ao conteúdo e à funcionalidade do aplicativo. As respostas para cada pergunta foram organizadas numa escala do tipo Likert de 11 pontos, onde zero significa discordo totalmente, e 10, concordo totalmente. A terceira parte consistiu em quatro perguntas discursivas com o objetivo de coletar informações sobre possíveis erros ou falhas no conteúdo e sugestões para melhoramento do aplicativo, sendo elas: Pd1 - Você observou falhas/erros na identificação das estruturas anatômicas? Qual(is)?; Pd2 - Você observou falhas/erros na terminologia anatômica? Qual(is)?; Pd3 - Você observou falhas/erros nas definições dos cortes e planos de visualização das regiões anatômicas? Qual(is)?; Pd4 - Você teria alguma sugestão para melhorar o aplicativo? Quais?

Avaliação de usabilidade

A avaliação de usabilidade foi realizada com 15 estudantes de graduação em Odontologia da Universidade Federal de Alagoas, maiores de 18 anos, regularmente matriculados na disciplina de Anatomia de Cabeça e Pescoço, ofertada no segundo período do curso, selecionados por conveniência, durante o intervalo entre as aulas. O tamanho amostral de 15 estudantes foi determinado pois, de acordo com as recomendações da literatura para indivíduos que nunca avaliaram a usabilidade de um aplicativo, com 14 avaliadores é possível identificar mais de 75% dos problemas de usabilidade³¹.

Os discentes que concordaram em participar do estudo receberam por e-mail um *link* para baixar o aplicativo em seu *smartphone* e um formulário eletrônico organizado na plataforma Google Forms para avaliar a usabilidade. Os estudantes testaram o aplicativo por 30 dias e em seguida o avaliaram quanto à usabilidade e ao grau de satisfação.

A versão brasileira da escala *System Usability Scale* (SUS)³² foi usada para avaliar a usabilidade. Ela é uma escala aplicada amplamente neste tipo de estudo, traduzida e validada para o Português do Brasil³³. A SUS possui 10 itens com frases positivas e negativas em relação à usabilidade. Para cada afirmação, há uma escala Likert que varia de 1 ("discordo fortemente") a 5 ("concordo fortemente"), devendo ser selecionado apenas um número por afirmação para representar a percepção em relação ao produto avaliado. O cálculo do escore final foi realizado da seguinte maneira: para as afirmações de número ímpar, o escore foi dado pelo escore assinalado na escala Likert menos 1 (-1). Para as afirmações de número par, teve-se que subtrair o escore assinalado na escala Likert de 5. Somou-se, então, os valores obtidos em cada afirmação e, em seguida, multiplicou-se o resultado final por 2,5. Assim, chegou-se ao escore final da SUS: menor ou igual a 20,5 (usabilidade "pior imaginável"), 21 a 38,5 (usabilidade "pobre"), 39 a 52,5 (usabilidade

“mediana”), 53 a 73.5 (usabilidade “boa”) e 86 a 100 (usabilidade “excelente”)^{32, 33}.

O grau de satisfação em relação ao aplicativo desenvolvido foi avaliado por meio de uma escala visual analógica (EVA) que variou de 0 a 10. Ademais, os voluntários tiveram espaço para dar sugestões de melhoria para que o produto final fosse consolidado.

Análise estatística

Os dados foram tabulados e apresentados de forma descritiva, na forma de valores de frequência, média e desvio padrão (DP).

RESULTADOS

Como resultado deste estudo, obteve-se o aplicativo Anatomy Alive, registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) como programa de computador, processo N°: BR512022003270-8.

Características do aplicativo

O aplicativo Anatomy Alive apresenta um caráter inovador por ser um recurso de fácil manuseio, em língua portuguesa, com imagens de peças anatômicas reais, boa qualidade de resolução das imagens, possibilidades de visualização das peças anatômicas em diferentes planos de dissecação, além da possibilidade de permitir a identificação dos nomes das estruturas anatômicas, isolá-las na imagem e a resolução de questões objetivas sobre o tema.

O aplicativo dispõe de uma plataforma intuitiva, na qual, na parte superior apresenta a logo da UFAL que, ao clicar, redireciona para o site oficial desta instituição. Além disso, é possível observar também a imagem que representa a logomarca do aplicativo. Logo abaixo, observa-se um menu com os tópicos abordados neste aplicativo, conforme destacado na Figura 2A.

Ao selecionar um dos tópicos listados anteriormente é possível visualizar seus subtópicos. Assim, o usuário poderá escolher com mais precisão as estruturas que deseja estudar. Na figura 2 B, é exemplificado a funcionalidade do aplicativo. Pode-se observar que foi selecionado o subtópico “Masseter” que está dentro do tópico “Músculos da mastigação”, que por sua vez está dentro do tema “Músculos”, do menu principal. Com isso, tem-se acesso à tela que mostra as imagens que estão diretamente relacionadas com o músculo masseter. Na parte direita da tela ainda é possível observar outros cortes ainda sobre este músculo, mas focando em estruturas específicas. No exemplo, isolou-se os vasos e nervos massetéricos com a cor rosa (Figura 2B).

Na parte inferior da página é possível ter acesso a um e-mail para se mandar possíveis dúvidas e sugestões a respeito do aplicativo. Além disso, tem-se o *link* para baixar o aplicativo para aparelhos Androids (Figura 2A).

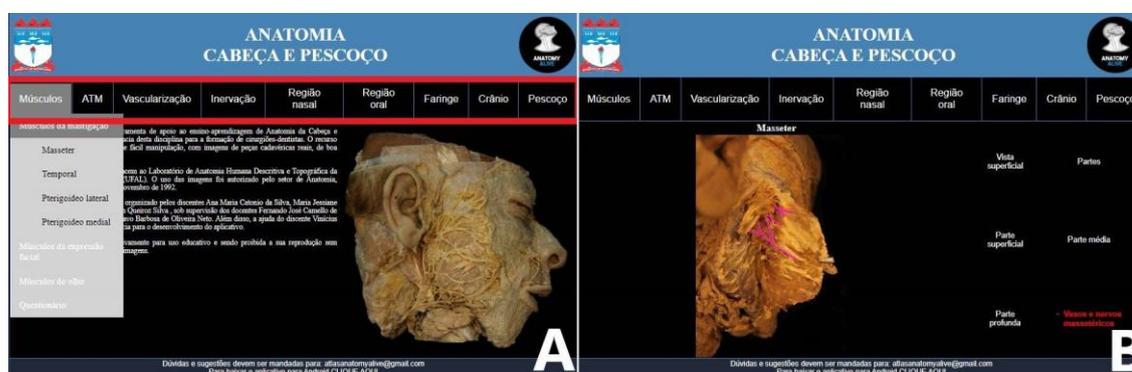


Figura 2. Menu inicial do aplicativo (A); tópico sobre músculo masseter (B).

O aplicativo explora as peças anatômicas em diferentes vistas, a fim de abordar um maior número de estruturas (Figura 3). Ao selecionar um dos tópicos localizados na parte direita da tela, a imagem evidencia a estrutura desejada por meio de setas. Para exemplificar esta funcionalidade, a Figura 3 demonstra a identificação de algumas estruturas ósseas

localizadas na mandíbula, como a linha oblíqua na vista frontal (Figura 3A), o forame mandibular na vista posterior (Figura 3B), o processo condilar na vista lateral (Figura 3C) e o canal mandibular na vista lateral, mas de uma forma mais profunda (Figura 3D).



Figura 3. Visualização de estruturas ósseas localizadas na mandíbula. Vista frontal (A); Vista posterior (B); Vista lateral (c); Vista lateral, com remoção de tábua óssea externa (D).

Já a Figura 4 exemplifica uma das questões objetivas relacionada ao tópico “Músculos”, com o intuito de verificar o aprendizado do usuário. Foi apresentada uma pergunta (Figura 4A) relacionada à imagem de uma estrutura anatômica destacada (Figura 4B).

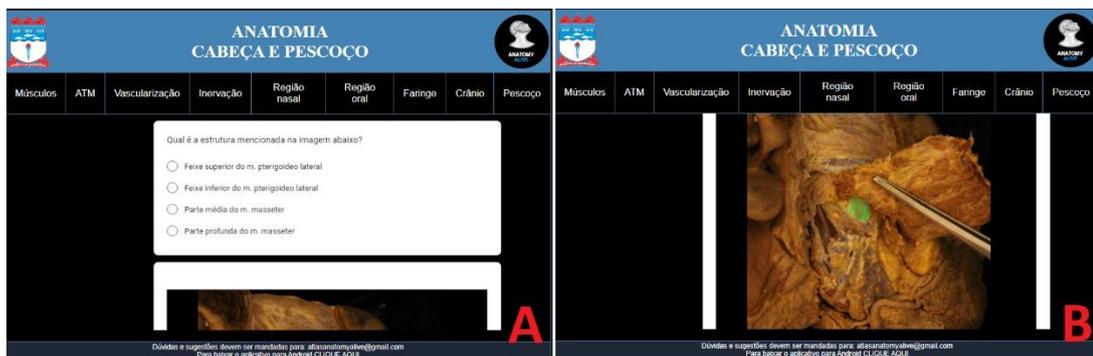


Figura 4. Exemplo de questão objetiva presente no aplicativo (A); Imagem relacionada a pergunta descrita (B).

Avaliação de conteúdo

Todos os avaliadores eram do gênero masculino, com idade variando entre 34 e 47 anos e com experiência como docente no ensino superior de 5 a 21 anos, tendo uma média de 11,6±6,58 anos.

A Tabela 1 apresenta os resultados da avaliação de conteúdo dos 5 juízes. Observa-se que a média da pontuação de todos os avaliadores foi de 9,6±0,44, indicando que o aplicativo apresenta excelente funcionalidade, compatibilidade e conteúdo adequado.

Tabela 1. Avaliação de conteúdo por 5 juízes com expertise na área de Anatomia Humana.

Juízes	Perguntas								Pontuação Total
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
1	9	10	10	10	9	9	10	10	9,625
2	9	10	10	10	10	10	10	10	9,875
3	10	10	10	10	10	10	10	10	10,000
4	8	9	9	10	10	9	10	10	9,375
5	8	7	10	10	9	9	10	10	9,125
Média	8,8	9,2	9,8	10	9,6	9,4	10	10	9,600

Os juízes responderam também a 4 perguntas discursivas (Pd1, Pd2, Pd3 e Pd4). Somente um dos juízes observou falha em relação a ausência da marcação de uma estrutura. Não houve apontamento de erros em relação ao uso da Terminologia Anatômica. Um total de 40% dos juízes relatou falha na definição de um corte e plano de visualização e nenhum deles fez sugestões para melhorias do protótipo do aplicativo. Todas as considerações dos juízes foram aceitas pela equipe e as falhas/erros no protótipo foram corrigidas para a versão final.

Avaliação de usabilidade

Conforme se observa na Tabela 2, o escore final da escala SUS foi $90,33 \pm 11,56$, considerado uma usabilidade "excelente"^{32,33}. Além disso, a média de satisfação obtida com base na EVA foi $9,13 \pm 0,91$, indicando grande aceitação pelos usuários (Tabela 2).

Tabela 2. Avaliação de usabilidade e grau de satisfação realizado por 15 estudantes de graduação. O escore final da SUS leva em consideração a soma total dos escores ímpares e pares.

Avaliador	Soma dos escores ímpares	Soma dos escores pares	Soma total	Escore final da SUS	Grau de satisfação
1	19	19	38	95,00	8,00
2	20	16	36	90,00	10,00
3	19	17	36	90,00	9,00
4	18	18	36	90,00	9,00
5	15	18	33	82,50	10,00
6	19	19	38	95,00	10,00
7	20	20	40	100,00	9,00
8	20	1	21	52,40	10,00
9	19	19	38	95,00	9,0
10	16	20	36	90,00	7,00
11	20	20	40	100,00	9,00
12	18	17	35	87,50	10,00
13	19	19	38	95,00	8,00
14	18	19	37	92,50	9,00
15	20	20	40	100,00	10,00
Média final				90.33	9.13

DISCUSSÃO

O uso do cadáver é considerado o melhor recurso para ensino de Anatomia Humana, pois proporciona aos discentes o domínio de diferentes habilidades importantes para sua formação na área de saúde, como a percepção das sintopias entre os diferentes tecidos e órgãos, textura e noções de profundidade, além do respeito ao ser humano e a vulnerabilidade da vida, trabalho em equipe, responsabilidade e confidencialidade^{3,16,17,34}. Contudo, a utilização de diferentes ferramentas tecnológicas pode complementar o ensino desta disciplina, facilitando a sua compreensão^{20,21}. Especificamente, os aplicativos para dispositivos móveis podem ser importantes ferramentas de apoio, pois permitem o acesso ao conteúdo de forma rápida e a qualquer momento, mesmo os usuários estando distantes dos locais tradicionais de ensino como salas de aula e laboratórios de Anatomia^{22,23}. Assim, ao usar o recurso desenvolvido neste estudo os estudantes têm a oportunidade de visualizar diferentes estruturas anatômicas da cabeça e pescoço durante as suas aulas práticas no laboratório e também revisá-las em qualquer lugar e a qualquer tempo.

Baseado nos princípios do *M-learning*, este estudo desenvolveu um aplicativo para apoio ao processo de ensino-aprendizagem de Anatomia de Cabeça e Pescoço, direcionado a discentes da graduação em Odontologia que visam aprender ou revisar este conteúdo. Sobre o tema, localizamos apenas um estudo relacionado especificamente ao desenvolvimento de recurso educacional que aborda a Anatomia aplicada à Odontologia. No entanto, o recurso é baseado em realidade virtual e modelos 3D³⁵, se diferenciando do produto desenvolvido em nosso estudo. Além disso, os pesquisadores não realizaram avaliação de conteúdo e usabilidade, impossibilitando comparações com os nossos resultados.

Por outro lado, estudos envolvendo discentes de outros cursos da área de saúde tem demonstrado que os aplicativos para dispositivos móveis podem ser importantes ferramentas de apoio no processo de ensino-aprendizagem. Um estudo conduzido com 120 discentes de graduação em Medicina de uma faculdade no Reino Unido demonstrou que 98% deles tinham *smartphones*, 64,3% utilizavam aplicativos de educação médica e 61,9% desses aplicativos cobriam o conteúdo de Anatomia Humana³⁶. Para estes pesquisadores, o uso de aplicativos para *smartphones* oferece uma oportunidade para atingir o público-alvo e podem ser importantes ferramentas complementares para ensino de Anatomia Humana.

Outro estudo, conduzido em uma Faculdade de Medicina na Alemanha, avaliou um aplicativo para apoio ao estudo de Anatomia do sistema esquelético. Os pesquisadores observaram que os discentes que usaram o aplicativo com maior frequência obtiveram maiores pontuações no teste para avaliar o domínio do conteúdo²². Além disso, outra pesquisa³⁷ referente à percepção de acadêmicos sobre um aplicativo de apoio ao ensino de Anatomia Humana, realizada com 25 discentes do curso de Educação Física, demonstrou que para 83% deles, o tempo de estudos aumentou devido ao fácil acesso do produto avaliado.

Em relação às características dos dispositivos adotados em contexto educacional, são desejáveis a disponibilidade em diferentes sistemas operacionais e a sua gratuidade³⁸. Neste contexto, o aplicativo desenvolvido neste estudo foi disponibilizado de forma gratuita para a comunidade acadêmica e é compatível com o sistema operacional Android, um dos sistemas mais populares no Brasil. Além disso, os pesquisadores pretendem, quando disporem de mais recursos financeiros, atualizar o aplicativo ampliando sua compatibilidade com o sistema iOS.

Outro requisito dos recursos educacionais inerente à área da Anatomia é a utilização adequada da Terminologia Anatômica³⁹ para designar as estruturas do corpo humano e a definição correta dos planos de secção. Desta forma, visando garantir o desenvolvimento de um recurso educacional com terminologia e conteúdo adequados, realizou-se uma avaliação por juízes com grande expertise na área de Anatomia, os quais apontaram que o aplicativo desenvolvido apresentou funcionalidade e conteúdo adequados. Além disso, algumas falhas apontadas pelos juízes como ausência de marcação em uma estrutura anatômica e na definição de um corte e plano de visualização, foram corrigidas nesta fase.

A forma como um aplicativo pode ser entendido, operado, visualmente atrativo e utilizado é o que caracteriza a usabilidade do produto de um *software*, ou seja, ela define a qualidade do objeto. Para se ter um produto com usabilidade satisfatória, aspectos como funcionalidade e eficiência devem ser levados em consideração. Nesse sentido, a satisfação pelos usuários se dá em resposta ao engajamento com o produto e engloba ações relacionadas à manipulação dele⁴⁰.

A ISO 9241-11⁴⁰ descreve que a medição de usabilidade é importante para identificar a complexidade das interações entre o usuário e os diferentes recursos. Dessa forma, a usabilidade é um ponto que influencia no sucesso ou insucesso e na aceitabilidade dos aplicativos da *web*⁴¹. Uma vez que o resultado de usabilidade não é adequado, o *software* corre o risco de ser substituído a qualquer momento por outro mais plausível e correspondente ao interesse dos usuários⁴². Assim, no presente estudo, a usabilidade foi avaliada por meio da escala SUS, traduzida e validada para o português do Brasil³³, sendo demonstrado um valor considerado excelente de usabilidade.

A ISO 9241-11⁴⁰ preconiza também a avaliação de satisfação dos usuários, sendo definida como ausência de desconfortos e atitudes positivas para o uso do produto, podendo ser avaliada/estimada por medidas subjetivas ou objetivas. Neste estudo, a satisfação foi avaliada por meio de uma pergunta subjetiva, registrada em uma Escala Visual Analógica, sendo demonstrado um nível elevado de satisfação dos usuários.

Como limitações pode-se destacar a incompatibilidade com o sistema iOS, a acessibilidade a deficientes visuais e a ausência de avaliação do aplicativo desenvolvido quanto a sua eficácia sobre as habilidades cognitivas dos usuários, como notas obtidas nas disciplinas e testes de aprendizagem. Contudo, os resultados da avaliação de usabilidade e satisfação dos usuários sugere que o produto tem grande potencial como ferramenta de apoio no processo de ensino-aprendizagem e recurso para futuras pesquisas.

CONCLUSÃO

Foi desenvolvido um aplicativo híbrido para *smartphones* compatível com o sistema operacional Android, que pode ser utilizado como ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem de Anatomia da Cabeça e Pescoço. O aplicativo apresenta conteúdo e funcionalidade adequados, além de excelente usabilidade e elevada satisfação dos usuários.

REFERÊNCIAS

1. Dângelo JG, Fattini CA. Anatomia humana sistêmica e segmentar. 3 ed. revista. São Paulo: Atheneu; 2011.
2. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Anatomia orientada para a clínica. 7 ed. Rio de Janeiro: Koogan; 2014.
3. Rizzolo LJ, Stewart WB. Should we continue teaching anatomy by dissection when ...? Anat Rec [Internet]. 2006;289(6):215-218. doi: <https://doi.org/10.1002/ar.b.20117>
4. Piazza BL, Chassot AI. Anatomia Humana, uma disciplina que causa evasão e exclusão: quando a hipótese principal não se confirma. Cien Mov [Internet]. 2011;14(28):45-59.
5. Tavano PT, Almeida MI. A reconfiguração do ensino anatômico: tensões que incidem na disciplina básica. Rev Bras Educ Med [Internet]. 2011;35(3):421-428. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-55022011000300017>
6. Guttmann GD. The Current Status of the Anatomical Sciences Curriculum in U.S. and Canadian Dental Schools. J Dent Educ [Internet]. 2003;67(3):375-9. doi: <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2003.67.3.tb03639.x>
7. Rafai N, Lemos M, Kennes LN, Hawari A, Gerhardtsczép S, Classen-Linke I. Anatomy meets dentistry! Linking anatomy and clinical practice in the preclinical dental curriculum. BMC Med Educ [Internet]. 2016;16(1):305. doi: <https://doi.org/10.1186/s12909-016-0825-8>
8. Bastos RFS, Gomes NKA, Almeida MSC, Silva MAD, Pereira AC. Na percepção do aluno, a disciplina de Anatomia é importante para o curso de odontologia? Rev UNINGÁ [Internet]. 2019;56(S3):92-100. doi: <https://doi.org/10.46311/2318-0579.56.eUJ2783>
9. Barry DS, Marzouk F, Chulak-Oglu K, Bennett D, Tierney P, O'keeffe GW. Anatomy education for the YouTube generation. Anat Sci Educ [Internet]. 2016;9(1):90-6. doi: <https://doi.org/10.1002/ase.1550>
10. Cordeiro RG, Menezes RF. A Falta de Cadáveres para Ensino e Pesquisa. Rev Bras Educ Med [Internet]. 2019;43(1):579-87. doi: <https://doi.org/10.1590/1981-5271v43suplemento1-20190217>
11. Rocha AO, Tormes DA, Lermann N, Schwab RS, Canto RT. The body donation program at the Federal University of Health Sciences of Porto Alegre: a successful experience in Brazil. Anat Sci Educ [Internet]. 2013;6(3):199-204. doi: <https://doi.org/10.1002/ase.1335>
12. Brasil. Lei nº 8.501, de 30 de novembro de 1992. Dispõe sobre a utilização de cadáver não reclamado, para fins de estudos ou pesquisas científica e dá outras providências. Diário Oficial da União;1992; Seção 1:16519 [citado em 19 de fevereiro de 2024]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8501.htm

13. Neto J, Baú M, Loch J, Bilhalva G, Feijó A. O corpo humano morto: utilização do cadáver para a pesquisa científica e para a doação de órgãos. *Rev Bras Bioetica* [Internet]. 2007;3(2):218–235. doi: <https://doi.org/10.26512/rbb.v3i2.7926>
14. Silva GRS, Cortez POB, Lopes ISL, Teixeira BACB, Leal NMS. Métodos de conservação de cadáveres humanos utilizados nas faculdades de medicina do Brasil. *Rev Med* [Internet]. 2016;95(4):156-161. doi: <https://doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v95i4p156-161>
15. Fontoura ELL, Mello ST, Gomes CRG, Mello JM. Conservação de peças anatômicas: vantagens e desvantagens de diferentes métodos. *Rev UNINGA* [Internet]. 2020;57(2):34-46. doi: <https://doi.org/10.46311/2318-0579.57.eUJ2942>
16. Pawlina W, Lachman N. Dissection in learning and teaching gross anatomy: rebuttal to McLachlan. *Anat Rec B New Anat* [Internet]. 2004;281(1):9-11. doi: <https://doi.org/10.1002/ar.b.20038>
17. Arráez-Aybar LA, Bueno-López JL, Moxham BJ. Anatomists' views on human body dissection and donation: An international survey. *Ann Anat* [Internet]. 2014;196(6):376-386. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2014.06.004>
18. Yan J. Difficult points in current gross anatomy education and research. *Edorium J Anat Embryo* [Internet]. 2015;5:18–19. doi: <https://doi.org/10.5348/A04-2015-5-ED-4>
19. Trelease RB. From Chalkboard, Slides, and Paper to eLearning: How Computing Technologies Have Transformed Anatomical Sciences Education. *Anat Sci Educ* [Internet]. 2016;9(6):583- 602. doi: <https://doi.org/10.1002/ase.1620>
20. Estai M, Bun S. Best Teaching Practices in Anatomy Education: A Critical Review. *Ann Anat* [Internet]. 2016;208:151-157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2016.02.010>
21. Clunie L, Morris NP, Joynes VCT, Pickering JD. How Comprehensive Are Research Studies Investigating the Efficacy of Technology-Enhanced Learning Resources in Anatomy Education? A Systematic Review. *Anat Sci Educ* [Internet]. 2018;11(3):303-319. doi: <https://doi.org/10.1002/ase.1762>
22. Golenhofen N, Heindl F, Grab-Krol C, Messerer DAC, Bockers TM, Bockers A. The Use of a Mobile Learning Tool by Medical Students in Undergraduate Anatomy and its Effects on Assessment Outcomes. *Anat Sci Educ* [Internet]. 2019;13(1): 8–18. doi: <https://doi.org/10.1002/ase.1878>
23. Basak KS, Wotto M, Bélanger P. E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis. *E-Learning and Digital Media* [Internet]. 2018;15(4):191-216. doi: <https://doi.org/10.1177/2042753018785180>
24. Mongeau PA. The Brainstorming Myth. In: Annual Meeting of the Western States Communication Association [Internet]. Western States Communication Association: 1993; p. 1-27 [citado em 19 de fevereiro de 2024]. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED357399>
25. Sousa VEC, Lopes MVO, Keenan GM, Lopez KD. Developing and Testing of a Software Prototype to Support Diagnostic Reasoning of Nursing Students. *Int J Nurs Knowl* [Internet]. 2018;29(2):124-132. doi: <https://doi.org/10.1111/2047-3095.12145>
26. Pressman RS. Engenharia de Software: uma abordagem profissional. 7 ed. NY: AMGH; 2011.
27. Wazlawick RS. Engenharia de Software: conceitos e práticas. Rio de Janeiro: Elsevier; 2013.
28. Dantas RAN, Torres GV, Salvetti MG, Dantas DV, Mendonça AE. O instrumento para avaliação da qualidade da assistência pré-hospitalar móvel de urgência: validação de conteúdo. *Rev Esc Enferm USP* [Internet]. 2015;49(3):380-386. doi: <https://doi.org/10.1590/S0080-623420150000300004>
29. Duarte AM, Mandetta MA. TMO-App: construção e validação de aplicativo para famílias de crianças/adolescentes com câncer. *Acta Paul Enferm* [Internet]. 2022;35:eAPE03502. doi: <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2022A003502>
30. Muniz IAF. Desenvolvimento de aplicativo de teleinterconsulta em Disfunção Temporomandibular [tese]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2023.
31. Nielsen J. Finding usability problems through heuristic evaluation. *Anais da 10th SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Monterrey: ACM: 1992; p. 373-380. [citado em 19 de fevereiro de 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/142750.142834>

32. Lourenço DF, Carmona EV, Lopes MHBM. Tradução e adaptação transcultural da System Usability Scale para o português do Brasil. *Aquichan* [Internet]. 2022;22(2):e2228. doi: <https://doi.org/10.5294/aqui.2022.22.2.8>
33. Robertson KA, Organ JM, Yard M, Byram JN. First patient project: Engaging pathology through the donor dissection experience and its role in professionalism. *Anat Sci Educ* [Internet]. 2024;17(1):199-212. doi: <https://doi.org/10.1002/ase.2341>
34. Silva LA. Desenvolvimento de aplicativo como objeto de aprendizagem: Atlas virtual interativo para o ensino da anatomia cabeça e pescoço direcionado à odontopediatria [dissertação]. Bauru: Universidade de São Paulo; 2016 [citado em 19 de fevereiro de 2024]. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002775965>
35. Zargarán A, Turki MA, Bhaskar J, Spiers HVM, Zargarán D. The Role of Technology in Anatomy Teaching: Striking the Right Balance. *Adv Med Educ Pract* [Internet]. 2020;11(1):259-266. doi: <https://doi.org/10.2147/AMEP.S240150>
36. Costa RDA, Almeida CMM, Nascimento JMM. Percepções de acadêmicos sobre o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis como ferramenta de apoio ao ensino e a aprendizagem em anatomia humana. *Redin* [Internet]. 2015 [citado em 19 de fevereiro de 2024];4(1).
37. Nichele AGG, Schlemmer E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. *RENOTE* [Internet]. 2014;12(2):1-9. doi: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.53497>
38. Sociedade Brasileira de Anatomia. *International Anatomical Terminology*. Anatomical CdT. São Paulo: Editora Manole; 2001.
39. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 9241: Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores. Rio de Janeiro: ABNT; 2020 [citado em 19 de fevereiro de 2024]. Disponível em: https://www.inf.ufsc.br/~edla.ramos/ine5624/_Walter/Normas/Parte%2010/ISO9241parte10.pdf
40. International Organization For Standardization. *Ergonomics of Human System Interaction: Usability, Definitions and Concepts*. ISO 9241-11, 2018 [citado em 19 de fevereiro de 2024]. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/63500.html>
41. Matera M, Rizzo F, Carughi G. *Web Usability: Principles and Evaluation Methods*. In Mendes E, Mosley N. (Eds). *Web Engineering*. Berlin: Springer; 2006 [citado em 19 de fevereiro de 2024]. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-28218-1_5
42. Vaz VT, Conte T, Bott A, Mendes E, Travassos GH. Inspeção de Usabilidade em Organizações de Desenvolvimento de Software – Uma Experiência Prática. *Anais do VII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*. Florianópolis: SBQS; 2008. p. 369-77 [citado em 19 de fevereiro de 2024]. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbqs/article/view/15557>

Conflito de Interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Financiamento: Próprio.

Contribuição dos Autores: Concepção e planejamento do estudo: AMCS, MJAS, GAL. Coleta, análise e interpretação dos dados: AMCS, MJAS, NNQS. Elaboração ou revisão do manuscrito: AMCS, MJAS, GAL, ECM, FJCL, OBON. Aprovação da versão final: AMCS, MJAS, NNQS, GAL, ECM, FJCL, OBON. Responsabilidade pública pelo conteúdo do artigo: AMCS, MJAS, NNQS, GAL, ECM, FJCL, OBON.