

Desenvolvimento e validação de um aplicativo móvel para identificação de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas

Development and validation of a mobile application to identify Gram-positive and Gram-negative bacteria

Bruna Ferreira Pfeiffer¹

Carolina Mallmann Wallauer de Mattos²

Letícia Azambuja Lopes³

Resumo

Objetivo: A internet e os *smartphones* estão fortemente presentes no cotidiano mundial. Além de proporcionarem comunicação e lazer, os *smartphones*, por meio de aplicativos, são portas de entrada para as tecnologias da informação e comunicação, recursos utilizados por docentes e discentes como metodologia científica de ensino-aprendizado. Além disso, atuam como ferramenta de apoio para profissionais. As evoluções científicas também abrangem a microbiologia clínica, onde é possível observar a inclusão de recursos tecnológicos com o objetivo de minimizar o tempo de análise e assegurar a qualidade dos resultados; entretanto, a automatização ainda é uma realidade distante em muitos laboratórios do Brasil, portanto, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver e validar a funcionalidade de um aplicativo como ferramenta de apoio para discentes e profissionais de microbiologia clínica. **Métodos:** Pesquisa metodológica, aplicada e de produção tecnológica, realizada de abril a outubro de 2019. Foi escolhida a metodologia de Galvis-Panqueva, que compõe as etapas de construção e validação. Ao final das etapas que compõem a validação, 16 discentes da Ulbra Canoas e oito profissionais de microbiologia clínica avaliaram o aplicativo quanto às percepções como usuários. Após esta avaliação, obteve-se o Índice de Validade de Conteúdo. **Resultados:** O Índice de Validade de Conteúdo entre os profissionais foi de 0,97 e entre os discentes foi de 0,94, valores aceitáveis para validação. **Conclusão:** Os resultados atingiram o objetivo proposto e corrobora com demais pesquisas da mesma linha metodológica. O aplicativo atendeu aos critérios de desenvolvimento e validação e mostrou-se uma boa ferramenta de apoio para discentes e profissionais de microbiologia clínica.

Palavras-chave

Bactérias Gram-positivas; bactérias Gram-negativas; *smartphone*; aplicativos móveis

INTRODUÇÃO

A internet e os celulares móveis são os grandes responsáveis pela revolução tecnológica digital por permitirem executar uma variedade de tarefas e o acesso contínuo e praticamente ilimitado às informações, em qualquer lugar e a qualquer instante. A década de 90 foi a era de transição da tecnologia móvel, sendo popularizada a comercialização de celulares inteligentes, os *smartphones*.⁽¹⁾

No primeiro semestre de 2019, 5,1 bilhões de pessoas possuíam *smartphones*, o que representava 67% da população mundial.⁽²⁾ Em agosto de 2019, mais de 228 milhões de brasileiros possuíam esse aparelho.⁽³⁾ As aqui-

sições no Brasil se devem à necessidade de se utilizarem dispositivos de última tecnologia com agilidade e com todos os recursos digitais disponíveis.⁽⁴⁾ Estima-se que, em 2025, o número de indivíduos com *smartphones* chegue a 5,8 bilhões, o que representará 71% da população mundial.⁽²⁾

Na mesma linha de tecnologia digital, as tecnologias da informação e comunicação (TIC) agem com o propósito de viabilizar métodos científicos. O desenvolvimento destas metodologias ativas tem se demonstrado eficaz e aceito entre docentes e discentes como recurso inovador de ensino-aprendizado. Muitas áreas de ensino da saúde optam por esses recursos como fomento de conhecimento

¹Acadêmica do curso de Biomedicina – Universidade Luterana do Brasil (Ulbra). Canoas-RS, Brasil.

²Mestre em Biologia Celular e Molecular Aplicada à Saúde e professora do curso de Biomedicina da Universidade Luterana do Brasil (Ulbra) - Canoas-RS, Brasil.

³Doutora em Entomologia e professora dos cursos de Biomedicina, Ciências Biológicas e Engenharia Ambiental da Universidade Luterana do Brasil (Ulbra). Canoas-RS, Brasil.

Instituição: Universidade Luterana do Brasil (Ulbra). Canoas-RS, Brasil.

Suporte financeiro: não houve financiamento por nenhuma instituição. Todos os investimentos com a pesquisa foram custeados pela acadêmica.

Recebido em 24/12/2019

Aprovado em 19/10/2020

DOI: 10.21877/2448-3877.202100945

inovador, acessível a praticamente toda a população, prático e confiável.^(5,6) Os *softwares* desenvolvidos por docentes e discentes têm por objetivo monitorar e melhorar a qualidade de vida do usuário final, simplificar processos organizacionais e servir como ferramenta de apoio teórico-prático, podendo ser utilizados também por profissionais. É notório encontrar aplicativos e programas de computador voltados para monitorização de sinais vitais, diretrizes de tratamentos e conduta médica e protocolos de atendimento.⁽⁷⁾

Microbiologia clínica

Do mesmo modo que a tecnologia avança, a microbiologia clínica se caracteriza por constantes avanços científicos desde a descoberta, por Robert Koch, de doenças causadas por bactérias. As bactérias clínicas vivem nas mesmas condições fisiológicas de seu hospedeiro e atuam de modo benéfico, sendo responsáveis pela proteção e regulações vitais do organismo.⁽⁸⁾ Entretanto, em indivíduos imunodeprimidos e hospitalizados, o equilíbrio entre as bactérias benéficas se perdem, sendo responsáveis por cerca de 90% das infecções relacionadas à assistência em saúde (IRAS), tanto por bactérias Gram-positivas quanto por bactérias Gram-negativas.⁽⁹⁾ As bactérias Gram-positivas são responsáveis por aproximadamente 30% das infecções e podem causar sepse, infecções purulentas e infecções em mucosas. Já as bactérias Gram-negativas, sobretudo Gram-negativas fermentadoras, são responsáveis por aproximadamente 70% das infecções e são os maiores agentes etiológicos de patologias intestinais e geniturinário no mundo. As bactérias Gram-negativas fermentadoras de importância clínica pertencem ao grupo *Enterobacterales*.⁽⁸⁻¹⁰⁾

Para se identificarem as bactérias a nível taxonômico, são realizados testes bioquímicos. Os testes são escolhidos conforme o resultado da técnica de coloração de Gram ou das características morfológicas das colônias em meios de culturas seletivos e diferenciais. Posteriormente, os resultados dos testes bioquímicos são analisados conforme protocolos e diretrizes até a devida identificação taxonômica. Na maioria dos laboratórios clínicos do Brasil, os testes bioquímicos são executados de modo manual por apresentarem baixo custo e não se diferenciarem em relação à assertividade quando comparados com métodos automatizados. Entretanto, o resultado depende da interpretação do profissional e demanda maior tempo de identificação quando comparados com métodos automatizados.^(8,11)

Através dos testes de identificação bacteriana é possível traçar o perfil epidemiológico de prevalências em ambientes hospitalares e comunidades. Estes testes permitem direcionar a escolha dos antibióticos para o antibiograma, visto que diversas espécies possuem as mes-

mas características de disseminação e patogenicidade, mas apresentam distintas resistências intrínsecas e extrínsecas. Também se tornam fundamentais para conferir se a bactéria identificada condiz com a amostra biológica processada e caso clínico do paciente.^(8,10)

Deste modo, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver e validar a funcionalidade de um aplicativo móvel para identificação de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas fermentadoras, intitulado como Identificador Bacteriano.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa metodológica, aplicada e de produção tecnológica, realizado no período de abril a outubro de 2019. A metodologia de Galvis-Panqueva foi escolhida por se adequar ao contexto e objetivo desta pesquisa. Essa metodologia compõe as etapas de construção (análise, desenho e desenvolvimento) e validação (avaliação e teste).^(5,6)

Na etapa de análise, foi solicitada uma consultoria de um profissional da área de tecnologia da informação (TI). Nesta etapa foram estabelecidos o objetivo do aplicativo, tipo de recurso tecnológico envolvido, público-alvo e os referenciais nacionais para identificação de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas fermentadoras.^(10,11)

Na etapa de desenho foram elaborados o projeto gráfico das telas e o projeto de recurso interativo com o usuário, no modelo "interface amigável".

Para elaborar o aplicativo, na etapa de desenvolvimento, foram utilizados os *softwares* Visual Studio Code versão 1.3, Affinity Designer versão 2019 e Adobe XD versão 2019, com as linguagens Angular 7, TypeScript, HTML 5 e SASS. Para converter a página em aplicativo móvel foi utilizado o *software* Apache Cordova versão 7.0. O aplicativo possui extensão .apk (Android) com compatibilidade a partir da versão 6.0 e funciona através de um banco de dados *offline*. Para identificar bactérias Gram-positivas, o aplicativo utiliza o método de exclusão, uma lista com 16 principais grupos, gêneros e espécies bacterianas e o resultado é filtrado de acordo com as opções que o usuário selecionar. Já para as bactérias Gram-negativas fermentadoras é utilizado o método de inclusão, e o resultado aparece de acordo com as opções que o usuário selecionar. Esta segunda lista é composta por 19 principais gêneros e espécies bacterianas.

A etapa de avaliação ocorreu no setor de microbiologia clínica do laboratório de análises clínicas do Hospital Restinga e Extremo-Sul (HRES), localizado em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Foram coletados 419 mapas de identificação bacteriana no período de julho a setembro de 2019. A microbiologista realizou o *download* gratuito do Identificador Bacteriano no Google Play, replicou os testes bioquímicos e transcreveu as ações e os resultados na Fi-

cha de Identificação Bacteriana. Em alguns casos, a microbiologista concluiu a identificação bacteriana sem a necessidade de testes bioquímicos, portanto, a amostragem foi por conveniência.

Na etapa de teste, oito discentes matriculados na disciplina de Microbiologia Clínica da Universidade Luterana do Brasil (Ulbra) na cidade de Canoas, oito discentes que concluíram a disciplina de Microbiologia Clínica e sete profissionais de microbiologia clínica realizaram o download gratuito do Identificador Bacteriano no Google Play e testaram em suas rotinas de trabalho e estudos.

Ao final das etapas de avaliação e teste, os 16 discentes e oito profissionais de microbiologia clínica, incluindo a microbiologista do HRES, participaram da avaliação do aplicativo quanto aos itens relacionados ao design, usabilidade, funcionalidade e credibilidade, de 1 (não atendeu) a 4 (atendeu totalmente), na escala de Likert. As respostas foram compiladas no software Microsoft Office Excel versão 2019 a fim de se obterem os dados estatísticos de Índice de Validade de Conteúdo (IVC).⁽¹²⁾ Além disso, a Ficha de Identificação Bacteriana também foi compilada para conferência entre os resultados liberados pela microbiologista e os resultados sugeridos pelo Identificador Bacteriano.

Ética

Pesquisa elaborada de acordo com as diretrizes e normas regulamentadoras, e apresentada ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Luterana do Brasil, Canoas/RS. Aprovado sob protocolo 3.363.619.

RESULTADOS

Dentre as 419 bactérias isoladas no HRES, 72,07% (n= 302) pertenciam ao grupo de Gram-negativas fermentadoras e 27,03% (n= 117) pertenciam ao grupo de Gram-positivas. Estes resultados foram obtidos através da técnica de coloração de Gram ou das características morfológicas das colônias em meios de cultura seletivo e diferencial.

Após diferenciar o Gram, foram realizados testes bioquímicos para identificar a bactéria a nível taxonômico. Quando eram bactérias Gram-positivas, realizavam-se os testes da Catalase, Manitol, Novobiocina e Optoquina. Quando eram bactérias Gram-negativas fermentadoras, realizavam-se os testes de Triple Sugar Iron (TSI), Motilidade, Indol, Ornitina, Lisina, Ureia e Citrato de Simmons. A prevalência de isolamentos de cada bactéria está descrita na Tabela 1.

Dentre o grupo das bactérias Gram-positivas, percebeu-se a prevalência das bactérias *Staphylococcus aureus*, em 47,86% (n= 56) e *Staphylococcus coagulase negativa*, em 37,60% (n= 44). Em relação às bactérias

Tabela 1 - Prevalência de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas fermentadoras isoladas no Hospital Restinga e Extremo-Sul no período de julho a setembro de 2019

Bactérias	n	%
<i>Enterobacter cloacae</i>	1	0,23
<i>Escherichia coli</i>	215	51,31
<i>Klebsiella aerogenes</i>	4	0,95
<i>Klebsiella oxytoca</i>	5	1,20
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	42	10,02
<i>Morganella morganii</i>	11	2,62
<i>Proteus mirabilis</i>	18	4,30
<i>Proteus vulgaris</i>	1	0,23
<i>Serratia marcescens</i>	5	1,20
<i>Staphylococcus aureus</i>	56	13,37
<i>Streptococcus grupo viridans</i>	7	1,68
<i>Staphylococcus coagulase negativa</i>	44	10,50
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	10	2,39
Total	419	100

Gram-negativas fermentadoras, percebeu-se a prevalência da bactéria *Escherichia coli*, em 71,19% (n= 215). Após replicar os testes executados no laboratório no aplicativo e obter o resultado da identificação, a microbiologista formalizou cada etapa na Ficha de Identificação Bacteriana, Figura 1. Em 100% dos casos (n= 419), a bactéria sugerida pelo Identificador Bacteriano correspondeu à bactéria isolada pela microbiologista.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO BACTERIANA	
Data:	Nº do atendimento
Paciente:	<input type="checkbox"/> Ambulatorial <input type="checkbox"/> Emergência <input type="checkbox"/> Hospitalar
Sexo <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M	Amostra biológica:
Abaixo seguem os testes de identificação usuais nesta rotina microbiológica. Marque + (positivo) ou - (negativo) como resultado dos respectivos testes que foram executados	
Gram-positivo	
<input type="checkbox"/> Bacitracina	<input type="checkbox"/> Manitol
<input type="checkbox"/> Bile esculina	<input type="checkbox"/> Optoquina
<input type="checkbox"/> Catalase	<input type="checkbox"/> Oxidase
<input type="checkbox"/> Coagulase	<input type="checkbox"/> SF
Gram-negativo	
<input type="checkbox"/> Adonitol	<input type="checkbox"/> Maionato
<input type="checkbox"/> Arabinose	<input type="checkbox"/> Manitol
<input type="checkbox"/> Arginina	<input type="checkbox"/> Motilidades
<input type="checkbox"/> Citrato de Simmons	<input type="checkbox"/> ONPG
<input type="checkbox"/> Fenitalanina	<input type="checkbox"/> Omitina
<input type="checkbox"/> CO ₂	<input type="checkbox"/> Rafinose
<input type="checkbox"/> Glicose	<input type="checkbox"/> Ramnose
<input type="checkbox"/> H ₂ S	<input type="checkbox"/> Sacarose
<input type="checkbox"/> Indol	<input type="checkbox"/> Salicina
<input type="checkbox"/> Inositol	<input type="checkbox"/> Sorbitol
<input type="checkbox"/> Lactose	<input type="checkbox"/> Ureia
<input type="checkbox"/> Lisina	<input type="checkbox"/> Voges Proskauer
Bactéria identificada pela microbiologista	
Após transferir os resultados dos testes acima para o Identificador Bacteriano, qual(is) bactéria(s) foi(ram) sugerida(s)?	

Figura 1. Ficha de Identificação Bacteriana.

Ao final das etapas de avaliação e teste, oito profissionais de microbiologia clínica receberam por e-mail a avaliação do Identificador Bacteriano. A avaliação consiste nas percepções do usuário em relação ao design, usabilidade, funcionabilidade e credibilidade, como indica a Tabela 2.

Segundo referenciais, o IVC satisfatório precisa ser acima de 0,78 quando acima de seis juízes avaliadores.⁽¹²⁾ Nesta pesquisa, o IVC foi satisfatório em todos os itens e obteve a média de 0,97. Os 16 discentes também receberam a avaliação do Identificador Bacteriano por e-mail, como mostra a Tabela 3.

Tabela 2 - Avaliação dos profissionais de microbiologia clínica em relação ao Identificador Bacteriano

Itens	NA	AP	A	AT	IVC
1 O aplicativo é de fácil acesso para download	-	-	-	8	1
2 O aplicativo abriu sem erros no celular	-	-	-	8	1
3 O aplicativo possui <i>design</i> gráfico agradável	-	1	3	4	0,87
4 O aplicativo é de fácil entendimento	-	-	-	8	1
5 O aplicativo possui uma lista satisfatória de testes bioquímicos	-	1	1	6	0,87
6 O aplicativo sugere resultados confiáveis	-	-	2	6	1
7 O aplicativo otimiza o tempo de identificação bacteriana	-	-	6	2	1
8 O aplicativo disponibiliza recurso de ajuda ou suporte	-	-	6	2	1
9 O aplicativo atende com o objetivo proposto	-	-	-	8	1
10 O aplicativo é um bom suporte na rotina microbiológica	-	-	5	3	1

*NA: não atendeu; AP: atendeu parcialmente; A: atendeu; AT: atendeu totalmente; IVC: índice de validade de conteúdo; -: não houve pontuação

Tabela 3 - Avaliação dos discentes da Universidade Luterana do Brasil, Canoas, em relação ao Identificador Bacteriano

Itens	NA	AP	A	AT	IVC
1 O aplicativo é de fácil acesso para download	-	-	-	16	1
2 O aplicativo abriu sem erros no celular	-	-	-	16	1
3 O aplicativo possui <i>design</i> gráfico agradável	1	2	2	11	0,81
4 O aplicativo é de fácil entendimento	-	-	1	15	1
5 O aplicativo possui uma lista satisfatória de testes bioquímicos	-	-	3	13	1
6 O aplicativo sugere resultados confiáveis	-	-	2	14	1
7 O aplicativo otimiza o tempo de identificação bacteriana	-	2	10	4	0,87
8 O aplicativo disponibiliza recurso de ajuda ou suporte	-	2	12	2	0,87
9 O aplicativo atende com o objetivo proposto	-	-	-	16	1
10 O aplicativo é um bom suporte na rotina microbiológica	-	2	10	4	0,87

*NA: não atendeu; AP: atendeu parcialmente; A: atendeu; AT: atendeu totalmente; IVC: índice de validade de conteúdo; -: não houve pontuação

O IVC se mostrou satisfatório em todos os itens e obteve média de 0,94. Quando comparados os resultados da Tabela 2 e Tabela 3, percebeu-se a concordância do IVC = 1 nos itens 1, 2, 4, 6 e 9. Percebeu-se também a concordância do IVC abaixo de 1 no item 3.

Em relação à Tabela 2, o item relacionado ao *design* das telas (item 3), e o item relacionado à lista disponíveis de bactérias (item 5) obtiveram IVC abaixo de 1. Em relação à Tabela 3, o item relacionado ao *design* de telas (item 3), o item relacionado à otimização de tempo (item 7), o item relacionado à ajuda/suporte (item 8) e o item

relacionado à utilização no setor de microbiologia como suporte digital (item 10) obtiveram o IVC abaixo de 1. Para todos estes itens mencionados, há projetos futuros de melhorias, além disso, há projetos de inclusão de novos recursos tecnológicos com objetivo de abranger outras etapas do setor de microbiologia clínica.

DISCUSSÃO

A alta taxa de isolamento de bactérias Gram-negativas fermentadoras, acima de 70%, é evidenciada em

diretrizes da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e em pesquisas realizadas em Rio Grande do Norte e na fronteira entre Paraná e Paraguai. O grupo *Enterobacteriales* é predominante entre os isolamentos, o que é justificado pela ampla presença deste grupo bacteriano no organismo, estrutura celular mais complexa e presença de mecanismos de resistência intrínseca e extrínseca.^(11,13,14)

O predomínio das bactérias *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus coagulase negativa* também condiz com pesquisas nacionais. Estas bactérias pertencem à microbiota e possuem ampla distribuição no organismo, portanto, ficam em evidência na presença de desordens.⁽⁸⁻¹¹⁾

O *smartphone* é tendência mundial por sua ampla disponibilização e aplicabilidade, inclusive no ambiente educacional e profissional. As TICs possibilitaram inovar os conceitos teórico e prático, o que torna o ensino e aprendizado mais atrativo. Nesta linha, os docentes têm maior autonomia em administrar conteúdos, disponibilizar acessos em plataformas digitais e criar ferramentas de ensino prático e otimizado, de acordo com a necessidade dos discentes. Pela percepção dos discentes, esta metodologia de ensino-aprendizado permite o acesso aos conteúdos a qualquer instante, através de plataformas digitais já conhecidas e de modo intuitivo, detalhes que motivam e estimulam o uso destes recursos. A mesma aceitação se aplica entre os profissionais, onde se estima que de 45% a 85% utilizem o *smartphone* como ferramenta de apoio, sendo mais consultado que livros e revistas.⁽⁵⁻⁷⁾

Os aplicativos de saúde também atendem a expectativa do paciente usuário. É possível encontrar aplicativos para saúde do idoso, saúde gestacional, síndromes metabólicas, comorbidades e acompanhamento do calendário de vacinação. A aceitação se deve pela informação disseminada em linguagem popular, facilidade em compreender as instruções e dicas de cuidados e possibilidade de armazenar e monitorar dados vitais.^(7,15,16)

Pesquisadores de microbiologia clínica elaboraram um aplicativo móvel de antibiograma, que consiste em reportar o resultado do antibiograma para o aplicativo, e então é sugerido o melhor tratamento medicamentoso, com sua respectiva diretriz de tratamento. Diante de diversas opções de tratamento para diversas espécies e resistências bacterianas, o aplicativo proporcionou mais assertividade e segurança no momento da prescrever o tratamento.⁽¹⁷⁾

Em relação às pesquisas realizadas com o mesmo objetivo e metodologia, em Piauí, uma equipe de enfermeiros foi responsável pela construção e validação de um aplicativo como ferramenta de estudos para discentes de enfermagem. O objetivo do aplicativo era viabilizar o co-

nhecimento referente a instrumentação cirúrgica. O IVC médio entre os profissionais de Enfermagem foi de 0,9, entre os profissionais de TI foi de 0,6, com ajustes posteriores, e excelente aceitação entre discentes.⁽⁵⁾

Em Fortaleza, docentes e discentes de Enfermagem construíram um aplicativo para o ensino de sinais vitais. O IVC médio foi de 0,9 para especialistas na área de Enfermagem e de 0,8 para profissionais de TI. Em ambos os casos, percebeu-se o interesse da enfermagem em aplicar os recursos tecnológicos no cotidiano educacional e profissional. Os resultados obtidos nesta pesquisa corroboram com os achados dos trabalhos mencionados.⁽⁶⁾

O Identificador Bacteriano é um suporte que pode ser acessado a qualquer momento e em qualquer lugar, pois funciona de modo *offline*. O banco de dados foi construído com base em referenciais nacionais e disponível na plataforma Android, visto que é um sistema operacional que esteve presente em 76,24% da população mundial, em setembro de 2019.⁽¹⁸⁾ É sabido que algumas bactérias são mais fáceis de serem identificadas por conta dos meios de cultura seletivos e diferenciais, testes bioquímicos simplificados e vivência profissional, porém, ainda existem bactérias que demandam testes bioquímicos complexos, domínio teórico e maior tempo de análise.

Ao manusear o *smartphone* dentro do setor de microbiologia, aconselha-se a utilização de capa de celular para uso exclusivo no setor e assepsia contínua com álcool 70%. Vale ressaltar que a quantidade de testes bioquímicos reportados ao aplicativo conduz o resultado, sendo possível a sugestão de mais de uma bactéria, como mostra a Figura 2.

CONCLUSÕES

Foi evidenciado que os resultados sugeridos pelo Identificador Bacteriano estiveram em concordância quando comparado com os resultados das identificações concluídas pela microbiologista, o que motiva o usuário a utilizar o aplicativo sem receio de falsos resultados.

O Identificador Bacteriano foi desenvolvido e validado com sucesso entre discentes e profissionais de microbiologia clínica, o que confirma que é um bom suporte tecnológico durante as aulas e rotina de trabalho. Com o tempo, o aplicativo terá maior visibilidade entre o público-alvo e será possível avaliar novas sugestões de melhorias.

A visibilidade também permite ideias inovadoras para outras áreas da saúde, o que é excelente por tornar o conhecimento científico acessível, entretanto, é necessário contínua monitoria a fim de manter a qualidade do objetivo proposto.

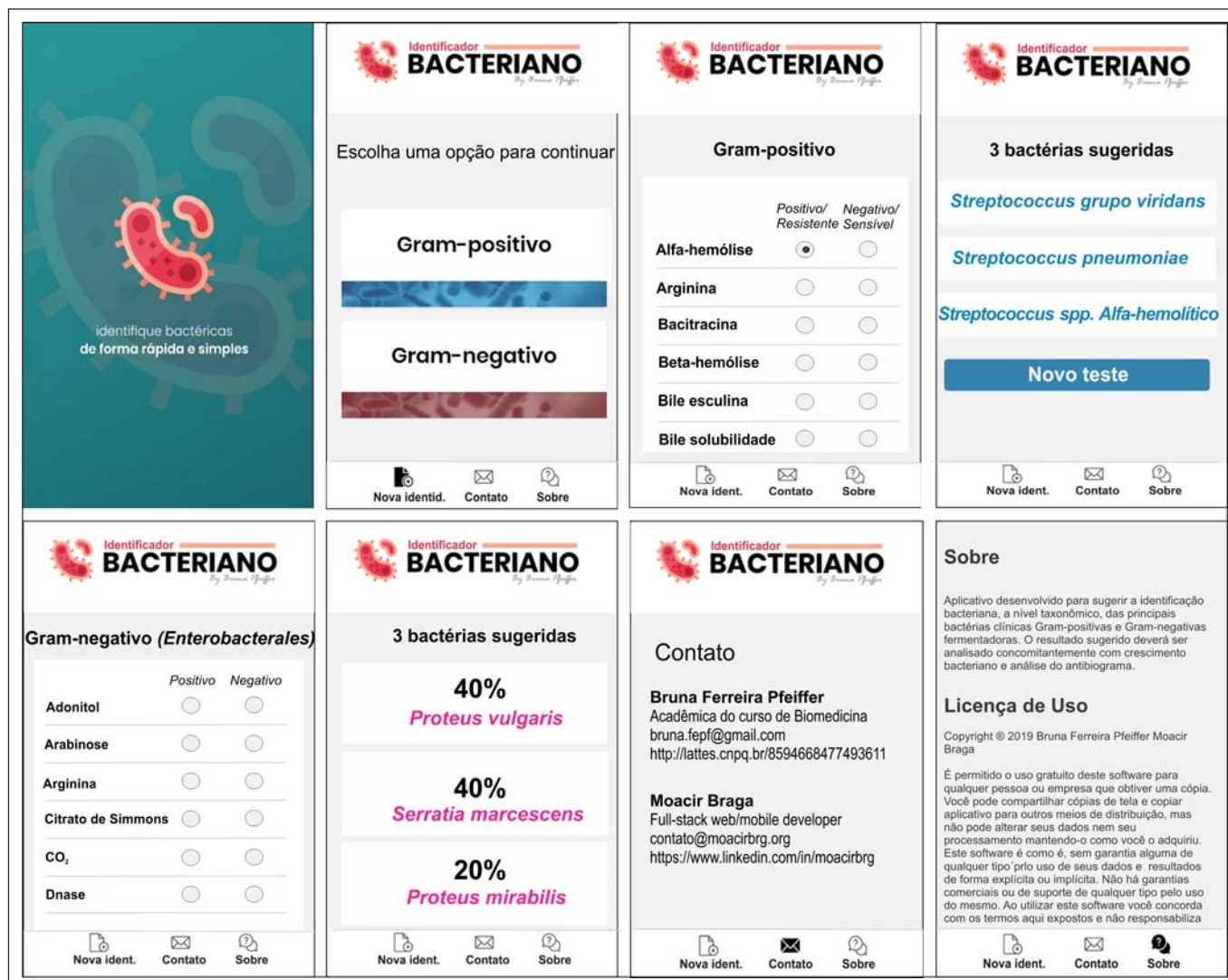


Figura 2. Telas do Identificador Bacteriano: tela de abertura; tela inicial; tela de testes bioquímicos para Gram-positivas; tela de resultado de Gram-positivas; tela de testes bioquímicos para Gram-negativas fermentadoras; tela de resultado de Gram-negativas fermentadoras; tela de contato para suporte/dúvidas; tela sobre o objetivo do aplicativo e licença de uso (da esquerda para direita, de cima para baixo). (Fonte: autoria própria)

Abstract

Objective: The internet and smartphones are strongly present in the daily world. In addition to providing communication and leisure, smartphones, through applications, are the gateway to Information and Communication Technologies, a resource used by teachers and students as a scientific teaching-learning methodology. In addition, they act as a support tool for professionals. Scientific developments also include clinical microbiology, where it is possible to observe the inclusion of technological resources in order to minimize the analysis time and ensure the quality of the results. However, automation is still a distant reality in many laboratories in Brazil, therefore, the objective of this research was to develop and validate the functionality of an application as a support tool for students and professionals in clinical microbiology. **Methods:** Methodological, applied and technological production research, carried out from April to October 2019. The Galvis-Panqueva methodology was chosen, which comprises the stages of construction and validation. At the end of the steps that make up the validation, 16 students from the Ulbra Canoas and eight professionals of clinical microbiology evaluated the application regarding their perceptions as users. Afterwards, the Content Validity Index was obtained. **Results:** The Content Validity Index among professionals

was 0,97 and among students it was 0,94, acceptable values for validation. **Conclusion:** The results achieved the proposed objective and corroborates with other researches of the same methodological line. The application met the development and validation criteria and proved to be a good support tool for students and professionals in clinical microbiology.

Keywords

Gram-positive bacteria; Gram-negative bacteria; smartphone; mobile applications

REFERÊNCIAS

- Barbosa BJP, Silva APD, Mota TDJ, Nichiata LYI. Análise do conteúdo central dos aplicativos sobre HIV para smartphones. J. Health Inform. 2019 Janeiro-Março;11(1):13-20.
- Agência Brasil EBC. Mais de 5 bilhões de pessoas usam aparelho celular, revela pesquisa. [Internet]. 2019. [Acesso em: 31 out. 2019]. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-09/mais-de-5-bilhoes-de-pessoas-usam-aparelho-celular-revela-pesquisa>

3. Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). Acessos de telefonia móvel no Brasil. [Internet]. 2019. [Acesso em: 31 out. 2019]. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/dados/acessos-telefonia-movel>.
4. O Estadão de São Paulo. Brasil já tem mais de um *smartphone* ativo por habitante, diz estudo da FGV. [Internet]. 2018. [Acesso em: 5 abr. 2019]. Disponível em: <https://link.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-ja-tem-mais-de-um-smartphone-ativo-por-habitante-diz-estudo-da-fgv,70002275238>
5. Pereira FGF, Rocha DJLD, Melo GAA, Jaques RMPL, Formiga LMF. Construção e validação de aplicativo digital para ensino de instrumentação cirúrgica. *Cogitare Enferm*. 2019; S24: e58334. 1-10 p.
6. Pereira FGF, Frota NM, Silva DV, Sousa LMO, Almeida JC, Cysne Filho FMS. Avaliação de aplicativo digital para o ensino de sinais vitais. *REME - Rev Min Enferm*. 2017; S21:e-1034. 1-5 p.
7. Barra DCC, Paim SMS, Dal Sasso GTM, Colla GW. Métodos para desenvolvimento de aplicativos móveis em saúde: revisão integrativa da literatura. *Texto Contexto Enferm*. 2017; S26(4): e2260017. 1-9p.
8. Tortora GJ, Funke BR, Case CL. *Microbiologia*. 12. ed. Porto Alegre: Artmed; 2017. 4-66 p.
9. Couto RC, Pedrosa TMG, Nogueira JM. *Infecção Hospitalar - Epidemiologia e Controle*. 1ª ed. Rio de Janeiro: MEDSI; 1997. 95 p.
10. Oplustil CP, Zoccoli CM, Tobouti NR, Sinto SI. *Procedimentos Básicos em Microbiologia Clínica*. 1ª ed. São Paulo: Sarvier; 2000. 17-42 p.
11. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). *Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência Saúde - Módulo 6: detecção e identificação de bactérias de importância médica*. 1ª ed. Brasília; 2010. 7-40 p.
12. Alexandre NMC, Coluci MZO. Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2011; S16(7): 3061-3068 p.
13. Araújo PL, Mendonça AEO, Medeiros RA, Souza Neto VL, Nobre TTX, Costa IKF. Prevalence of health assistance infection in patients hospitalized in intensive therapy unit. *Enferm Global* [Internet]; 2018 [cited 2020 Jan 20] 52:304-315. Available from: http://scielo.isciii.es/pdf/eg/v17n52/en_1695-6141-eg-17-52-278.pdf.
14. Pereira PMB, Souza SRBD, Bitencourt RM. Prevalência e caracterização da infecção do trato urinário inferior em mulheres atendidas na atenção primária de saúde. *Rev. Bra. Edu. Saúde*. 2019 Jan./Mar.; S9(1). 37-42 p.
15. Oliveira TR, Costa FMR. Desenvolvimento de aplicativo móvel de referência sobre vacinação no Brasil. *J. Health Inform*. 2012 Jan./Mar.; S4(1). 23-7 p.
16. Júnior FCDM, Silva MCD. Desenvolvimento de um aplicativo mobile para gerenciamento do diabetes mellitus. Em: *COMINE - XIII Congresso Mineiro de Empreendedorismo*. UNIPAM. 2016 ago. 30-set. 23. 1-22 p.
17. Fralick M, Haj R, Hirpara D, Wong K, Muller M, Matukas LM, et al. Can a *smartphone* app improve medical trainees' knowledge of antibiotics?. *Int J Med Educ*. 2017;(8). 416-20 p.
18. Global Stats. Stat Counter. [Internet]. 2019. [Acesso em: 31 out. 2019]. Disponível em: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>

Correspondência

Bruna Ferreira Pfeiffer

Av. Farroupilha, 8001 – São José
92425-020 – Canoas-RS, Brasil.