

ARTIGO ORIGINAL

eVACINAS: protótipo de um sistema de vacinação centrado no usuário

eVACCINES: prototype of a user-centered vaccination systems

Bruna Santos dos Santos¹, Diana F. Adamatti¹, Cleo Zanella Billa¹

¹Centro de Ciências Computacionais (C3) – Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

*{bruna.ecomp, dianaada, cleo.billa}@gmail.com

Recebido: 11/05/2021. Revisado: 05/04/2022. Aceito: 10/07/2022.

Resumo

A relação entre a área da saúde e a computação está cada vez mais em evidência. Relógios, smartphones e diversos outros dispositivos, são utilizados a fim de proporcionar aos pacientes e profissionais de saúde o monitoramento de informações relacionadas à saúde, proporcionando um maior controle sobre sua saúde de forma prática e ágil. O objetivo deste artigo é apresentar a proposta de um sistema de vacinação que disponibiliza uma caderneta de vacinação de forma informatizada e cujo principal enfoque seja o usuário. No desenvolvimento são abordados conceitos de estrutura MVC, banco de dados heterogêneos e conceitos de design centrados no usuário, demonstrando como são estruturados e o benefício da adoção destas metodologias.

Palavras-Chave: Protocolos de Vacinação; Sistemas Centrados no Usuário; Vacinação.

Resumo

The relationship between healthcare and computing is increasingly in evidence. Watches, smartphones and several other devices are used in order to provide patients and health professionals with the monitoring of health-related information, providing greater control over their health in a practical and agile way. The purpose of this paper is to present the proposal for a vaccination system that provides a vaccination booklet in a computerized form and whose main focus is the user. In the development, MVC structure concepts, heterogeneous database and user-centered design concepts are approached, demonstrating how they are structured and the benefit of adopting these methodologies.

Keywords: User Centered Systems; Vaccination; Vaccination Protocols.

1 Introdução

Os avanços computacionais aos quais a população mundial tem vivenciado nos últimos anos proporcionaram diversas mudanças no cenário econômico, social e cultural. Avanços estes, alavancados com a rápida expansão e utilização de dispositivos eletrônicos, como *tablets* e *smartphones*, além dos desktops e notebooks que deixaram de ser apenas uma forma de entretenimento, tornando-se um grande aliado ao trabalho e serviços cotidianos de forma que, possibilitem uma interação rápida e ágil com a WWW (World Wide

Web). O impacto destas tecnologias implica diretamente na forma em que o mundo se encontra hoje, aproximando pessoas e nações, moldando pensamentos e formas de agir. E justamente por conseguir introduzir-se em nossas vidas diariamente. A computação é uma área da ciência que proporciona absorver e abranger outras que a diferem, como a biologia e engenharia civil, que por si só são completamente diferentes do ramo computacional, porém com o auxílio do computador podem usufruir de recursos e automatizar diversos processos (Rocha et al., 2016).

Esta grande revolução e abrangência possibilitou o sur-

gimento de diversos nichos, sendo um deles o *eHealth - electronic Health*. A união da área da saúde e tecnologia foi inserida aos poucos no meio populacional, hoje em dia contamos com diversos dispositivos que registram e mantém os dados de nossa saúde, possibilitando manter um histórico que pode auxiliar tanto o próprio usuário quanto os profissionais de saúde a compreenderem à característica de uma doença ou necessidade de um paciente (Maldonado et al., 2016).

Pode ser um grande ganho informatizar e manter registros de dados de vacinação em unidades básicas de saúde, hospitais e clínicas, de forma a oferecer ao paciente o controle sobre sua saúde e proporcionar ao governo estatísticas sobre doenças que ocorrem em território nacional e sua relação com a vacinação. Além disto, introduzir a sustentabilidade, diminuindo a necessidade da utilização de papéis, pesquisas manuais em arquivos físicos, o desperdício de vacinas e, por fim, assim possibilitando a contenção dos gastos públicos (Sophia and Vasiliki, 2017).

Ainda, um das motivações que impacta diretamente no propósito da informatização dos dados de um paciente é o fato que em ainda em 2017 mais de 74,9% dos brasileiros contavam com acesso a internet, o que permite um acesso a estes dados por grande parte da população brasileira (Ministério da Saúde, 2018).

No caso de tecnologias voltadas à saúde é sempre importante manter o usuário no centro do desenvolvimento. Uma das metodologia utilizadas para atingir tal objetivo é a de sistemas centrados no usuário, onde deixamos o usuário mais próximo do sistema, superando diversos desafios como questões culturais, uso de linguagem e ilustrações, a maneira de projetar ações e processos que o usuário virá a realizar, interatividade com o sistema e questões de acessibilidade. Estas barreiras podem acabar ocasionando a baixa adesão de aplicações (Tariq et al., 2009).

Sistemas, de um modo geral, geram milhões de dados por dia, assim como aplicações voltadas a saúde, com a era de Big Data, os serviços devem suportar o aumento de dados, fluxo de acesso, interação das bases de dados e a mutabilidade dos dados conforme as necessidades ao longo dos anos com a evolução do sistema e de seus requisitos. Uma das maneiras de atender estes requisitos, é utilizar a abordagem de banco de dados heterogêneo no desenvolvimento do sistema (Li and Gu, 2018).

Os bancos relacionais, que fazem uso de uma estrutura fixa dos dados, onde já se tem prévio conhecimento de como os mesmos possam vir a serem inseridos na base de dados, e onde muitas vezes quando é necessário realizar algum tipo de modificação nesta estrutura torna-se algo demorado e custoso, afetando todos os dados já existentes. Sendo assim, podemos utilizar também em nossas aplicações para contornar este problema os bancos de dados NoSQL. Esta modelagem não necessita que os dados sejam estruturados, permitindo uma rápida e alta escalabilidade além de flexibilizar a modelagem do sistema conforme a necessidade. A união destes dois tipos de base de dados, chamada de banco de dados heterogêneos, permite uma flexibilidade do sistema, tendo como consequência a redução da complexidade do desenvolvimento, de futura atualizações, expansões e integrações que uma aplicação possa vir a sofrer (Li and Gu, 2018).

Dentro do desenvolvimento de sistemas, podemos fa-

zer uso de diversos tipos de padrões de projeto, de forma a atingir objetivos de pontos de vistas e perspectivas diferentes. Para estruturar o sistema de forma a unir a utilização de bancos de dados heterogênicos e o sistema centrado no usuário, podemos fazer uso da do padrão de projeto *Model-View-Controller* (MVC) (Fowler, 2002). Este é citado como um dos principais padrões de projeto e como base para arquitetura de aplicações web e a base de frameworks web, como ASP .Net, Rails, and Struts (Grove and Ozkan, 2011). O modelo MVC auxilia no desenvolvimento de sistemas centrado no usuário, justamente por uma de suas principais premissas é o *Separation of Concerns* ou Separação de Responsabilidades, proporcionando a separação da *Business Logic* popularmente conhecido como lógica ou regras de negócio e a camada de *View*, camada esta que apresenta os dados ao usuário (Distante et al., 2007).

Este trabalho tem como objetivo apresentar o protótipo de um sistema de gerenciamento de vacinação baseado no esquema vacinal brasileiro, de forma que o mesmo sirva como uma carteira de vacinação virtual. Para atingir este objetivo, uma abordagem para modelagem dos dados utilizando o conceito de banco de dados heterogêneos, fazendo uso de um banco de dados relacional e um banco de dados NoSQL, com o intuito de gerar um sistema cujo foco principal seja o usuário final. Desta forma, são abordados conceitos de Sistema Centrado no Usuário, de forma a estruturar a aplicação baseado nas ações do utilizador, criando um sistema atrativo e que atenda as suas expectativas, agregado a isto, abordar a utilização do padrão de projeto MVC (*Model-View-Controller*) de maneira separar as responsabilidades do sistema. Para elaboração da aplicação, foi tomada como base para elaboração dos protocolos o esquema vacinal brasileiro fornecido pelo PNI (Programa Nacional de Imunização).

Este trabalho teve sua estruturação e modelagem inicial em 2019, pré pandemia de COVID-19¹. Rapidamente, a comunidade científica internacional começou a estudar o novo vírus com todas as ferramentas disponíveis. No Brasil, houve a necessidade do Ministério da Saúde de organizar e disponibilizar um sistema para consulta das doses de vacinação – o ConecteSUS², que com o passar do tempo foi incluindo novas funcionalidades, visto que a comprovação da vacinação para a COVID-19 se tornou uma referência (e até obrigatoriedade) em diversas áreas de trabalho ou para movimentação de pessoas (viagens).

Contudo, a motivação inicial deste trabalho estava no fato que o paciente não tinha nenhuma plataforma a qual pudesse consultar e visualizar seu histórico de vacinação, a data em que foi vacinado, local ou qual vacina foi tomada. O sistema anteriormente utilizado – SI-PNI (Sistema de Imunização – Programa Nacional de Imunização), não era centrado no usuário, uma vez que embora contivesse informações como as vacinas aplicadas e datas de quando

¹Em dezembro de 2019 um novo coronavírus, nomeado SARS-CoV-2, surgiu na cidade de Wuhan na China, dando início a uma epidemia que desde de então evoluiu para uma pandemia global. A doença causada pelo SARS-CoV-2 foi nomeada COVID-19 e causa febre, doença respiratória severa e pneumonia. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (do inglês, World Health Organization – WHO), o SARS-CoV-2 infectou e matou milhões de pessoas no mundo todo.

²<https://conectesus-paciente.saude.gov.br/>

deveria ser a próxima a próxima vacina, isto não é disponibilizado à população, de modo que se o paciente não está sempre observando sua carteira de vacinação, pode vir a esquecer de se vacinar.

Portanto, a utilização de um sistema que gerencie o histórico vacinal do usuário baseado nos protocolos de vacinação, e o notifique os períodos em que o mesmo deve se vacinar auxilia e proporciona a população brasileira o controle sobre sua própria saúde, além de fornecer informação a população sobre os riscos da não vacinação, fomentar campanhas e períodos de vacinação, tendo sempre o usuário final como centro do sistema. Mas, ainda que hoje tenhamos um avanço em relação a consulta de dados, o sistema existe – ConecteSUS – ainda não é centrado no usuário, como o proposto por este trabalho, visto que não é possível visualizar as futuras vacinas/doses a serem realizadas, e nem o sistema existente avisa ao usuário sobre estas vacinas/doses a serem realizadas (ou em atraso). Assim, a proposta deste trabalho continua relevante e promissora, tanto ao aspecto tecnológico quanto no aspecto humano envolvidos em questões de sistemas computacionais de saúde.

2 Caderneta de Vacinação

Na década de 80, o Brasil passava por diversas reformas em seus programas governamentais destinados a saúde pública. Em 1984, o Programa de Atenção Integral à Saúde da Criança (PAISC) surge com o intuito de proteger as crianças, visto as altas taxas de mortalidade e representou uma conquista na metodologia de assistência infantil (Abreu et al., 2013).

Sendo assim, pela necessidade de ter um controle e manter o registro das vacinas aplicadas nas crianças brasileiras, foi instaurado o Cartão da Criança, fornecido de forma totalmente gratuita aos recém-nascidos em território nacional. O cartão, além de registrar as vacinas aplicadas, servia como um informativo aos pais e profissionais de saúde, pois mantinha registros sobre peso, crescimento, informações sobre estágios de desenvolvimento da criança, tornando-se um método de comunicação entre a família e o médico, assegurando informações sobre o bem-estar da criança. Em 2005, o Cartão da Criança passou por uma reformulação, passando a chamar-se Caderneta de Saúde da Criança (CSC), padronizando as informações contidas e tornando-as em comuns com os demais países do Mercosul. Outra modificação é que a caderneta passa a ser entregue aos pais da criança na maternidade, tendo seu preenchimento executado já nas primeiras horas de vida do recém-nascido. Caso algum profissional do serviço básico de saúde perceba que o paciente não tem a caderneta, o mesmo providencia e a atualiza com as informações do paciente (Ministério da Saúde, 2005).

Além das crianças, a caderneta de vacinação também abrange adolescentes, adultos, idosos e gestantes. Cada uma destas cadernetas, assim como a da criança, além do controle da vacinação, aborda o caráter informativo sobre as etapas da vida, como a caderneta de vacinação do adolescente, que busca abordar temas sobre bem-estar físico, emocional, educação sexual e as transformações que ocorrem no corpo neste estágio da vida (Ministério da

Saúde, 2019).

Até o momento, o sistema de saúde brasileiro, não proporciona aos cidadãos uma caderneta de vacinação virtual e/ou um sistema mobile ou web ao qual o mesmo possa acessar suas informações, sendo estas, apenas disponibilizadas nas cadernetas em forma de livro, que são preenchidas manualmente no momento da vacinação pelo profissional da unidade básica de saúde, onde é anotado a dose, o lote, a unidade de saúde onde a vacina foi ministrada e o nome do vacinador (Ministério da Saúde, 2014).

Caso o cidadão venha a perder a caderneta da criança ou a sua própria, ele deve dirigir-se à unidade básica de saúde onde foram realizadas suas últimas vacinações. Já na unidade básica, o profissional de saúde, quando houver a possibilidade e histórico disponível, irá recompor a caderneta do paciente, em caso de impossibilidade, as informações podem ser obtidas junto ao Ministério da Saúde (FIOCRUZ, 2018).

2.1 Protocolos de Vacinação

As vacinas foram introduzidas como uma medida de controle de doenças no Brasil em meados do século XIX, porém apenas na década de 70 que estas medidas ganham uma estruturação e notoriedade, através do Programa Nacional de Imunizações (PNI). O PNI foi regulamentado pela Lei Federal Nº 6.259³, de 30 de outubro de 1975 e o Decreto Nº 78.321⁴, de 12 de agosto de 1976, que trouxe a criação do Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica (SNVE) (Ministério da Saúde, 2014).

Todas as organizações e políticas nacionais inseridas no cotidiano brasileiro, serviram como medidas para erradicar e minimizar os efeitos e surtos de diversas doenças. As responsabilidades do PNI vão desde o protocolo de vacinação até as agulhas utilizadas para aplicação das vacinas (Ministério da Saúde, 2014). Assim, ainda em 1984, com o intuito de unificar a informação sobre o esquema vacinal, foi constituído o Manual de Normas e Procedimentos para Vacinação. Este manual apresenta diversas regras e instruções para as boas práticas de imunização (Ministério da Saúde, 2014). Além do Manual, também foi criado um documento de Instruções.

Neste manual são encontradas todas as descrições e protocolos de aplicação das vacinas fornecidas pelo SUS, sendo ao todo 23 vacinas ofertadas. A normativa conta com as seguintes informações (Ministério da Saúde, 2014):

- Apresentação: Explicando como a vacina vem acondicionada;
- Composição: Se a vacina é de um vírus atenuado ou inativadas, e qual o tipo de vírus utilizado;

³Lei Nº 6.259, De 30 De Outubro De 1975 – Dispõe sobre a organização das ações de Vigilância Epidemiológica, sobre o Programa Nacional de Imunizações, estabelece normas relativas à notificação compulsória de doenças, e dá outras providências.

⁴Art. 1º. As ações de vigilância epidemiológica e a notificação compulsória de doenças, o Programa Nacional de Imunizações e as variações de caráter obrigatório serão organizados e disciplinados, em todo o território nacional, pelo disposto na Lei número 6.259, de 30 de outubro de 1975, neste regulamento e demais normas complementares estabelecidas pelo Ministério da Saúde.

- Esquema, dose e volume: É fornecido a quem a vacina é indicada, o número de doses e a faixa etária;
- Contraindicação: Para quem a vacinação não é indicada;
- Administração: A forma com que a vacina é aplicada, se é via intramuscular ou subcutânea por exemplo. Os procedimentos de preparo e pós aplicação da vacina.

Além do Manual de Normas e Procedimentos para Vacinação, também é fornecido pela Secretaria de Vigilância em Saúde a Instrução Normativa Referente ao Calendário Nacional de Vacinação. Este conta com os protocolos de vacinação de forma mais detalhada, expondo as doses de acordo com os laboratórios que fornecem as vacinas, as particularidades e esquema de doses, servindo como um complemento ao Manual ([Secretaria de Vigilância em Saúde, 2014](#)).

3 Embasamento Teórico

3.1 Abordagem de desenvolvimento centrado no usuário

A usabilidade está presente na grande maioria dos processos de desenvolvimento de software, entretanto, quando analisamos do ponto de vista do usuário, está é tida como uma prática subjetiva, uma vez que, é levado em conta para muitos destes processos as preferências pessoais dos desenvolvedores ou da empresa, o que acaba tirando o foco do real propósito do software, que é satisfazer o usuário final ([Lowdermilk, 2013](#)).

O conceito “centrado no usuário” parte da interação humano-computador, que tem por base a usabilidade porém, tem seu foco direcionado em como os seres humanos reagem e se relacionam com o ambiente computacional. Emergindo da interação humano-computador, o Design Centrado no Usuário (DCU – *User-Centered Design - UCD*) é uma prática no desenvolvimento de software que possibilita compreender as necessidades do usuário final de uma aplicação, é uma técnica muito aplicada a desenvolvedores e designers ([Lowdermilk, 2013](#)). Ainda segundo [Lanter and Essinger \(2017\)](#), a abordagem centrada no usuário é uma metodologia que pode ser posta em prática no desenvolvimento de qualquer sistema, produto e objetos em geral, que virão a sofrer interação humana.

Outro termo comumente relacionado ao DCU é o UX (*User Experience*) ou Experiência do usuário, que reflete nos fatores de como o usuário interage com uma determinada aplicação, além de como está aplicação é agradável e atraente de utilizar ([Lowdermilk, 2013](#)).

Alguns pontos levantados sobre a metodologia são que ([Lowdermilk, 2013](#)):

- A adoção da metodologia centrada no usuário, não é uma prática subjetiva, e caminha totalmente no sentido inverso da subjetividade de como o usuário comporta-se perante uma aplicação ou objeto. A extração de dados para aplicação da metodologia e contornar as suposições, pode ser levantada observando os usuários, assim direcionando o desenvolvimento;
- O foco do DCU não está apenas na parte visual, ou seja no design. Podemos ter um aplicativo que visualmente é encantador, porém sua usabilidade é péssima, embora

a recíproca seja válida, não podemos focar o sistema apenas no visual;

- É uma prática que embora muitos desenvolvedores pensem como uma perca de tempo, ela é valiosa para antecipar possíveis pontos de falha tanto no design quanto na usabilidade. O DCU requer que o desenvolvedor esteja aberto a críticas, feedbacks e que tenha senso de reflexão e observação, deixando de lado a mentalidade de que o progresso de uma aplicação envolva apenas a quantidade de código escrito. Entendendo assim, que trabalhar com o usuário faz parte do processo, e é tão importante quanto escrever um trecho de código;
- Dar a oportunidade do usuário reportar bugs ou falhas encontradas em um sistema, embora seja algo primordial, é uma percepção errônea que muitos desenvolvedores tem, acreditando que isto é a prática do DCU. Apenas listar e resolver os problemas sinalizados pelos usuários, nunca levará o desenvolvedor ao real problema enfrentado, e que talvez seja a causa dos possíveis bugs. Nesse sentido, é necessário estar aberto a conversar com o usuário, a fim de entender quais objetivos ele estava tentando alcançar, o que proporciona ao desenvolver um novo modo de enfrentar o problema e até mesmo descobrir uma nova forma de utilizar a aplicação. Logo, esta prática ajuda a evitar erros e o retrabalho durante o ciclo de desenvolvimento;
- O desenvolvedor que faz uso da metodologia, obtém uma visão mais crítica sobre o seu sistema, ele consegue identificar que o problema não seja necessariamente, o modo em que o usuário utiliza a aplicação, mas que na verdade possa ser um problema processual, político, fluxo de trabalho ou até mesmo por questões educacionais. Algumas perguntas críticas:

- Por que o usuário se perdeu ao navegar entre essas duas telas?
- Por que o usuário não compreendeu a mensagem? Como ele a interpretou?
- Existe uma maneira mais organizada de moldar o layout?
- Devo demonstrar algo com uma abordagem diferente?

Estas questões são exemplos do olhar crítico inter-relacional entre o software e o usuário final. Elevar o senso crítico, auxilia na descoberta da resposta mais eficaz para atender as suas necessidades. Portanto, uma combinação entre UX, DCU e usabilidade, proporciona uma abordagem mais completa do sistema.

Um fato interessante do sistema centrado no usuário é o fato de se reconhecer que podem existir casos que nem sempre seja possível atender as necessidades de todos os usuários, utilizando apenas uma solução de interface. Para contornar esta problemática, oferta-se de diferentes maneiras a forma de realizar uma determinada tarefa. Outra metodologia, é destinar o enfoque a um determinado grupo de usuários, cujo são o foco principal, deixando os demais grupos em segundo plano. Estas são questões consideradas um tradeoff⁵, e que dependem especificamente

⁵Tradeoff é um termo da língua inglesa que indica uma situação onde

do público ao qual deseja-se atingir (Lanter and Essinger, 2017).

A utilização de mock-ups⁶ e prototipação do possível software são pontos fundamentais na utilização da metodologia centrada no usuário, segundo Lanter and Essinger (2017):

- A prototipagem é rápida e interativa, de forma que suporta as tarefas do usuário e os casos de uso do software;
- Fluxos de trabalho e dos recursos, são priorizados antes mesmo do processo de codificação ainda ser iniciado;
- Previne possíveis erros, uma vez que através do protótipo é possível obter feedback de usuários e especialistas;
- Após a conclusão do software, o DCU ainda continua sendo executado, uma vez que a usabilidade e a interação do usuário com o sistema ainda pode ser observada e avaliada, sendo possível extrair informações que possam vir a auxiliar em futuras melhorias.

Experiência de Usuário e Interface de Usuário estão profundamente ligados ao conceito de design centrado no usuário, a junção dos dois permite compreender não só a experiência que o usuário terá sobre o sistema, mas também a sua experiência na realização de tarefas, isto propõem a compreensão por parte do desenvolvedor, em entender requisitos do usuário e as metas de experiência do usuário.

É importante analisar questões como (Lowdermilk, 2013):

- O tempo de carregamento de uma determinada página ou o tempo de ação para conclusão de uma tarefa, será que o usuário estará disposto a esperar o carregamento?
- Os usuários irão interagir com a aplicação por meio de voz, gestos, pelo mouse?
- A aplicação é atrativa e prende a atenção do usuário, o instigando a continuar sua utilização?
- A melhor linguagem para abordar este usuário, será uma linguagem mais profissional, coloquial ou formal?

Todos estes itens devem ser levados em consideração no planejamento do software, na escolha das tecnologias a serem aplicadas, no conjunto de cores a ser utilizado na aplicação, animações e a possibilidade de executar tarefas, de forma offline por exemplo, acabam impactando diretamente no usuário.

3.2 Trabalhos Relacionados

Com a pandemia de COVID-19, diversos trabalhos sobre o tema foram desenvolvidos na área de saúde, visando o controle e o acesso as informações vacinais, no Brasil e no mundo (Camacho and Codeço, 2020) Guimaraes (2021). Contudo, o foco deste trabalho está em pesquisas anteriormente realizadas que buscaram integrar aspectos do sistema SI-PNI com questões de desenvolvimento centrado

há conflito de escolha, onde abre-se mão de algum bem ou serviço em prol de outro (Significados, 2019).

⁶Um mockup em design gráfico consiste em um protótipo de uma aplicação, a fim de receber feedbacks sobre o design ou layout de uma página (Interaction Design Foundation, 2019).

no usuário.

O trabalho de da Silva (2008) propôs a informatização das salas de vacinação, a fim de tornar práticas manuais, automatizadas computacionalmente como o preenchimento de cadastros, datas e formulários. Em seu trabalho, a abrangência ficou por conta da modelagem do sistema, onde o autor realizou o desenvolvimento na linguagem ASP e utilizando o banco de dados relacional SQL Server 2000 e apresentou diagramas e ilustrações do possível desenvolvimento do sistema. O autor ainda expõem como um trabalho futuro a possibilidade de proporcionar ao usuário um relatório com seus dados sempre disponíveis, bem com as datas das próximas vacinas.

Já o trabalho de Wilson et al. (2015) faz uma análise da utilização de aplicativos mobile voltados para imunização. Os aplicativos avaliados pelos autores, foram obtidos dentro de lojas digitais que disponibilizam aplicativos para telefone da plataforma *Android* e *iOS*. Suas buscas concentraram-se no país Canada, e as aplicações encontradas forneciam informações relacionadas à imunização, permitindo ações como o rastreamento de vacinas para indivíduos e animais, criação de cronogramas personalizados e identificação de clínicas de vacinas e aplicações que sirvam como fonte educacional sobre imunização. Os autores fazem contrapontos entre as vantagens e as desvantagens do uso de *mobile* para conscientização e melhorias na abrangência da imunização, em especial no quesito de segurança da aplicação.

Prestes (2013) apresenta o desenvolvimento de um sistema web destinado ao gerenciamento de vacinação, abordando inserção de dados referentes a vacinas, criação de campanhas, geração de alertas e visualização da carteira de vacinação. O sistema tem seu foco baseado na Web, e foram utilizadas a linguagem Java e banco de dados Oracle para o desenvolvimento. Este trabalho demonstra a modelagem e a interface do sistema, neste caso obtendo êxito na execução, cumprindo os objetivos propostos.

Uma proposta de uma aplicação que utiliza banco de dados heterogêneo foi apresentada em (de Assis Vilela, 2015). O autor busca abordar banco de dados relacional e NoSQL na mesma aplicação. Este trabalho consegue atingir os objetivos propostos, com um sistema que lida com a consulta SQL, de forma que não é necessário que um método que tenha conhecimento prévio sobre quais bancos estão os dados, onde, o mesmo é capaz de distinguir o banco, com base nos elementos envolvidos na consulta como *sum*, *count*, *avg*, *min*, *max*, *group by*, que normalmente são executados em um banco de dados relacional utilizando SQL. Sendo assim, mesmo utilizando a consulta de um banco relacional, a estratégia adotada pelo autor, consegue executar a consulta em um banco de dados NoSQL, através da utilização de uma API JDBC.

No trabalho de Pereira (2002) é apresentada a abordagem de sistemas centrados no usuário, analisando aspecto da interação humano-computador. A análise é realizada utilizando um website do ramo farmacêutico, de uma empresa do Rio de Janeiro e aplicando técnicas e conceitos dos sistemas centrados no usuário. Como resultado, o trabalho menciona que o estudo do website ocorreu através dos conteúdos das páginas, da comunicação visual e da interatividade com os usuários, que são elementos fundamentais do DCU. Por fim os autores, explicitam o porquê

do sistema não abrange as diretrizes e não atender os critérios de qualidade sugeridos pela literatura.

Em Huang et al. (2010) é apresentada a proposta de um sistema mobile de visualização de dados de saúde de um paciente, utilizando uma forma modificada do padrão tradicional do MVC de forma a adaptar-se as necessidades do sistema. O contexto centraliza-se na visualização de informações dos sistemas de saúde em plataformas *mobile*. O sistema em questão trabalha de forma remota com o propósito de receber dados de pacientes através de coletas realizadas por sensores que enviam os sinais fisiológicos de um paciente para um servidor remoto, e posteriormente apresenta os dados em forma gráfica. Por sua vez, o padrão modificado subdivide o modelo em diversos níveis, pois a aplicação faz uso de uma gama de dados provados de *data centers* ou *cache* de resultados de interações. A justificativa pela utilização do MVC modificado é contornar operações complexas e proporcionar suporte a alta flexibilidade, reusabilidade dos componentes e a extensibilidade, um dos exemplos utilizados é um eletrocardiograma, cujo gráfico varia de pessoa para pessoa e cujo *model* sempre trás uma interpretação diferente sob um protocolo diferente. Por fim, os autores expõem o porquê da utilização do MVC modificado e os benefícios que ele propôs ao sistema.

4 Sistema Proposto

O sistema foi denominado como eVacinas e é um protótipo de sistema cujo principal premissa é de auxiliar o usuário a ter controle sobre sua própria saúde, notificando-o e demonstrando ao mesmo se seu esquema vacinal encontra-se em dia. Além disto, o sistema tem por objetivo ser um sistema informativo, reportando ao usuário informações sobre datas de vacinas e campanhas, protocolos, esquecimentos e suas próximas vacinas.

O eVacinas faz uso de banco de dados heterogêneos, sendo eles o PostgreSQL e o MongoDB. Como forma de obter o máximo de cada modelo de base de dados, os dados que necessitam de uma estrutura fixa, ou seus atributos já são previamente conhecidos e suas estruturas sofrem pouca ou nenhuma modificação, tiveram seu armazenamento no PostgreSQL.

A Fig. 1 demonstra a organização do modelo relacional da base de dados.

Já para parte NoSQL do sistema, os dados estão organizados conforme Fig. 2, temos o exemplo de como o protocolo de uma vacina de campanha está persistido na base de dados.

Através da Fig. 2 pode-se descrever que para uma dada vacina de campanha, ou seja, uma vacina que ocorre por apenas um período do ano, tem-se um ID identificador e único, o nome, descrição, abreviação, tipo e uso. Estes itens citados são itens em comum em todas as vacinas, seja ela de campanha, rotina ou especial⁷.

O diferencial dos bancos NoSQL e a motivação pela escolha deste, é o fato de que nem todas as vacinas apresentam o mesmo protocolo. No caso do *schema* demonstrado na Fig. 2, tem-se uma faixa etária com uma idade mínima para aplicação e com um período destinado a campanha. Entretanto, vacinas de rotina não constam com período de aplicação, algumas podem ter faixas etárias diferentes para homens e mulheres, outras podem abranger tanto homens e mulheres na mesma faixa etária, podem conter intervalos máximos e mínimos para aplicação, dentre diversas outras peculiaridades.

Logo, o NoSQL permite que todas estas características heterogêneas persistam sob a mesma base de dados, que o *schema* de uma interfira em outra, e que conforme a necessidades, as vacinas possam modificar seus protocolos, adicionando ou removendo dados sem que isso interfira nas demais vacinas cadastradas.

Na questão de segurança do sistema foram utilizadas das premissas de autenticação e autorização, tanto para acesso ao sistema (login e senha), quanto para páginas administrativas, restritas ao público em geral. O modelo de autenticação e autorização no eVacinas baseia-se no JWT (JSON Web Token), que consiste em um padrão aberto (RFC 7519), que propõem uma maneira de transmitir informações de forma segura entre aplicações fazendo uso de um objeto JSON. O JWT pode ser validado e verificado, uma vez que são assinados digitalmente e fazem uso de um algoritmo e do conceito de chave pública e privada para manter sua segurança e integridade (Autho, 2019).

Para a arquitetura do padrão MVC, a tecnologia utilizada foi a linguagem JavaScript, fazendo uso da plataforma Node.js e do framework Express, que oferece o suporte a criação aplicações de forma escalável (Foundation, 2019). Node.js trabalha de forma diferenciada das demais tecnologias, onde em cada conexão realizada no servidor, o mesmo não cria novas *thread*.

Fazendo uso do padrão MVC, a Fig. 3 apresenta a constituição geral do sistema, consistindo de uma RestAPI desenvolvida em NodeJS, lidado com as requisições HTTP vindas do lado do cliente, processando a informação retornando-as no formato JSON. E uma aplicação também desenvolvida em NodeJS que utiliza a API de *backend*, gerando a parte *frontend* do eVacinas. Ambas as aplicações tem sua arquitetura baseada no padrão MVC.

⁷A vacinação especial é a prática de vacinação indicada para pessoas com alguma condição clínica especial, como bebês prematuros, portadores de Hanseníase, Vírus HIV ou Tuberculose (Ruas, 2014).

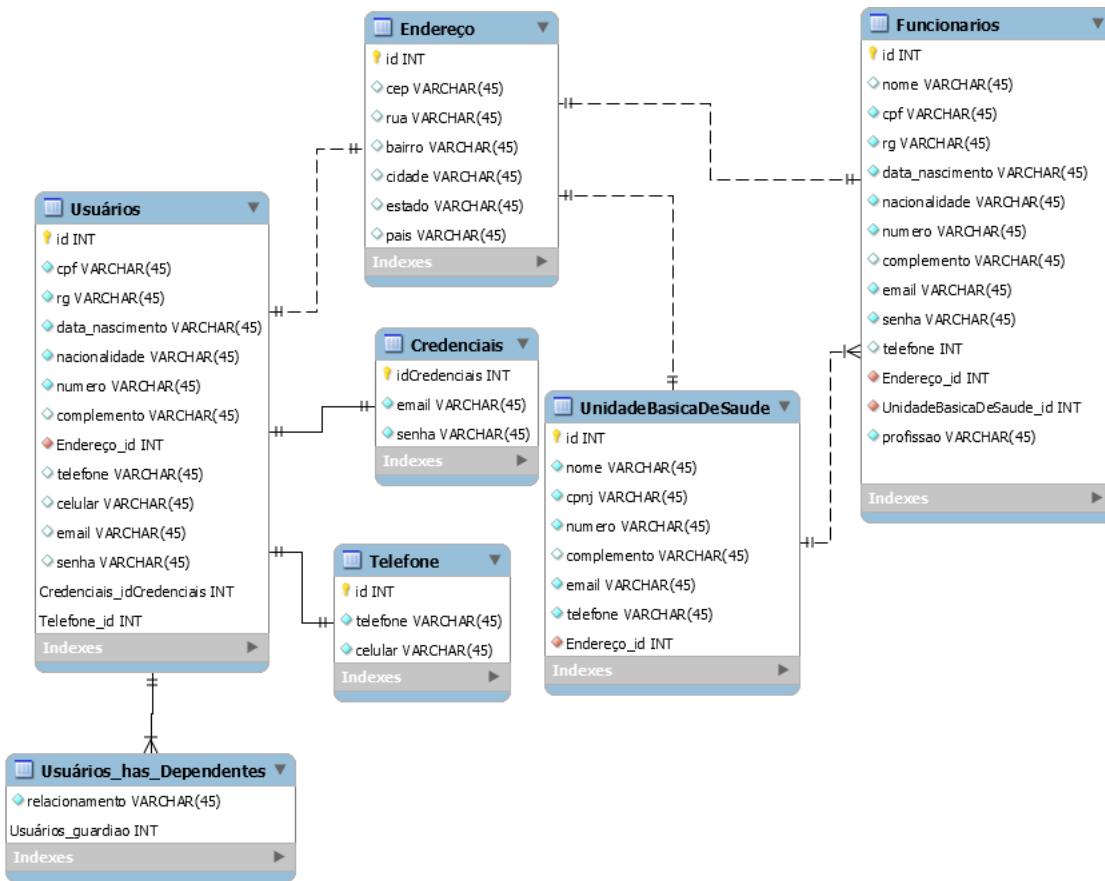


Figura 1: Modelagem relacional PostgreSQL

```

1  {
2    "_id": "ObjectId", //ID Identificador da vacina
3    "nome": "String", //nome da vacina
4    "descricao": "String", //nome curto da vacina
5    "abrev": "String", //abreviação do nome da vacina
6    "tipo": "String", //se é imunoglobulina,soro ou vacina
7    "uso": "String", //indica se é rotina, campanha ou especial
8    "periodo": {
9      "inicio": "Date", //Data de Inicio e fim de uma campanha
10     "fim": "Date", //Data de Inicio e fim de uma campanha
11   },
12   "dose": "Number", //Número de doses a serem aplicadas
13   "faixa_etaria": [
14     {
15       "minimo": { //Idade minima
16         "meses": "Number", //Idade minima descrita em meses
17       }
18     }
19   ]
20 }

```

Figura 2: Modelagem NoSQL

5 Cenários Testados

Para realizar os testes de usabilidade e resposta do sistema foram escolhidos quatro vacinas com protocolos distintos.

As vacinas escolhidas foram: BCG, rotavírus humano G1P [8] (atenuada) – VRH, Vacina da Gripe e Vacina HPV. Importante ressaltar que as particularidades mais específicas

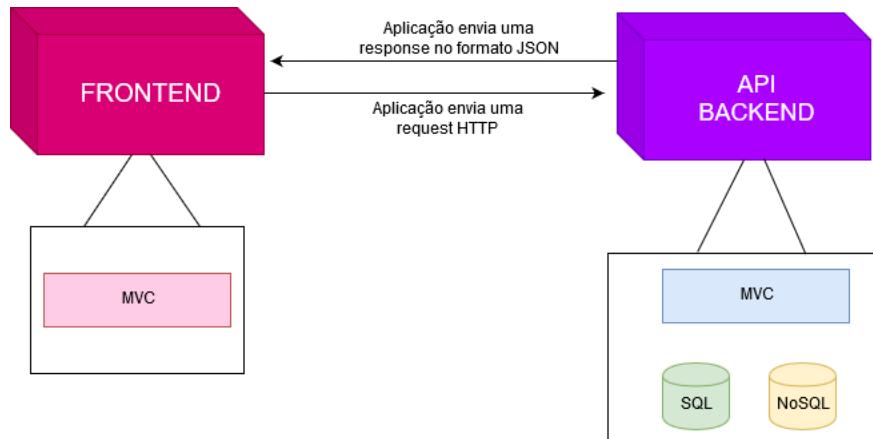


Figura 3: Estrutura geral do eVacinas

Tabela 1: Tabela de característica dos usuários teste

Tipo	Nome	Dt Nasc	Sexo	Esquema vacinal
Mãe	Luana Maria Machado Rosa	11/10/1982	Feminino	Completo
Filho	Noah Souza Machado	30/09/2002	Masculino	Incompleto

das vacinas, como: Se o paciente é portador de HIV, transplantado, ou tem algum tipo de condição clínica que o impeça de receber determinada vacina não foram exploradas, sendo utilizado apenas o protocolo básico.

Para realização dos teste no eVacinas, foram criados 2 usuários. Uma mãe e um filho, conforme Tabela 1.

Os protocolos de vacinação deveriam corresponder aos casos de teste, que foram definido como:

- Interface mostra todo o histórico do usuário;
- Interface mostra toda a lista de próximas vacinas;
- Interface permite listar todos os dependentes de um usuário;
- Pelo menos um dos usuários tem o esquema vacinal completo;
- Um dos usuários não tem o esquema vacinal completo, e tem 1 vacina pendente.

5.1 Resultados

Após realizar o login o sistema leva ao *dashboard* do usuário (Fig. 4), onde é demonstrado ao mesmo as suas notificações, como a quantidade de vacinas tomadas, a possibilidade de verificar o calendário vacinal, detalhes sobre as vacinas e os avisos (em caso de pendência de vacinas). No menu lateral, tem-se algumas outras opções, onde o usuário pode ver a lista de seus dependentes, seu histórico de vacinas, suas próximas vacinas e editar seu perfil.

Clicando-se em 'Meu Histórico', o sistema leva a área destinada ao histórico de *Luana*. Observa-se que a mesma possui seu histórico de vacinas completo e em dia, com todas as vacinas tomadas dentro do período e da faixa etária permitida (Fig. 5), incluindo a vacinas de campanha, da adolescência e da primeira infância.

Na Fig. 6, ao acessar o menu de 'Próximas Vacinas', nota-se que o perfil de *Luana* não tem nenhuma vacina disponível, indicando que a mesma está com seu esquema

vacinal completo, como proposto no caso teste. Acessando a aba de 'Meus Dependentes', o sistema leva até uma lista-gem dos dependentes do usuário logado. A Fig. 7 mostra que *Luana* tem um dependente, seu filho chamado *Noah*, que por sua vez é menor de 18 anos. Logo, uma das restrições do sistema é que o mesmo não possa ter uma conta pessoal e seja dependente de um adulto. No caso deste teste, sua mãe.

Ao clicar em 'Clique para mais detalhes', o sistema leva a página dos dados de *Noah*. A Fig. 8 mostra o histórico vacinal incompleto do dependente para as vacinas BCG, HPV e Rotávirus, vacinas essas que por sua vez, tem uma faixa etária em específico para serem ministradas. Além disto, nota-se que *Noah* ainda não foi vacinado contra gripe, vacina esta que está disponível até 18 de Março de 2020, data em que acaba o período da campanha de vacinação.

Esta situação valida o caso teste onde espera-se que o usuário tenha o esquema vacinal incompleto e uma vacinação pendente. Inclusive, o sistema apresenta todos esses dados com cores diferentes (verde, vermelho ou laranja), de maneira a ser mais intuitivo.

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Este artigo teve como objetivo principal apresentar um protótipo de um sistema de gerenciamento de vacinação cujo foco principal é o usuário final. Foi possível observar durante o desenvolvimento do trabalho o quanto complexos e interdependentes são os protocolos de vacinação e a alta taxa de complexidade que os mesmos trazem ao desenvolvimento de um algoritmo. Entretanto, observou-se que é possível obter sucesso na criação de protocolos informatizados de vacinação com o auxílio das metodologias e técnicas de programação, em especial a utilização de banco de dados heterogêneos, que proporciona a flexibilidade que os protocolos precisam e a persistência de dados concretos,

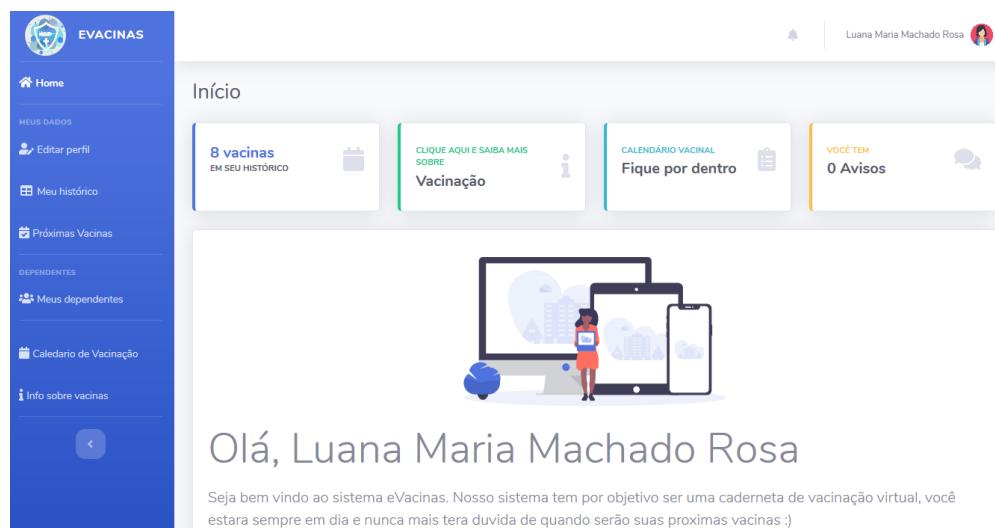


Figura 4: Detalhes da dashboard de Luana

Vacina	Data	Tipo de Vacinação	Dose	Local	Status
Vacina Bcg	01/10/1986	Rotina	Dose Única	Clínica De Vacinas Protege	Vacinação Realizada
Vacina Da Gripe - Campanha 2019	20/02/2019	Campanha	Dose Única	Posto IV	Vacinação Realizada
Vacina Hpv	02/01/1997	Rotina	1ª Dose	Secretaria Municipal de Saúde do Rio Grande	Vacinação Realizada
Vacina Hpv	12/02/1998	Rotina	2ª Doses	Secretaria Municipal de Saúde do Rio Grande	Vacinação Realizada
Vacina Rotavírus	28/05/1982	Rotina	1ª Dose	Posto IV	Vacinação Realizada
Vacina Rotavírus	01/07/1982	Rotina	2ª Doses	Posto IV	Vacinação Realizada

Figura 5: Detalhes do histórico de Luana

Vacina	Data	Tipo de Vacinação	Dose	Local	Status
Nada foi encontrado - desculpe					
Nenhum item foi encontrado					

Figura 6: Próximas vacinas de Luana

Figura 7: Dependentes de Luana

Figura 8: Detalhes do dependente Noah

como os dados cadastrais de um usuário.

Além dos benefícios em que o usuário final tem, com um sistema cujo foco principal seja ele, um sistema informativo e onde o mesmo tenha uma fonte para consultar as informações sobre sua saúde e bem estar próprio e de sua família.

Foi possível também, compreender o quanto o sistema pode ser útil aos órgãos públicos, uma vez que o sistema tem a possibilidade de ser escalável e centralizado, possibilitando a integração de cidades e até mesmos estados, diminuindo assim o número de cadernetas emitidas, dados errôneos e a contenção de gastos públicos com revacinações.

Como trabalhos futuros vislumbra-se as seguintes atividades:

- Explorar os demais protocolos e vacinas presentes na caderneta de vacina brasileira;
- Realizar notificações via SMS e e-mail aos usuário;
- Melhor questões de segurança da aplicação e das bases de dados;
- Analisar como incluir a proibição quanto a revacinação ou vacinação fora do prazo, sendo permitido apenas em casos especiais;
- Gerar relatórios e infográficos informativos sobre as vacinas, aplicações e usuários;
- Arquitetar questões de hardware para fornecer suporte a escalabilidade do sistema, abrangendo desde o tipo de servidor como físico ou oncloud, onde o mesmo irá ficar localizado a fim de minimizar questões de latência, o tipo de rede necessária, balanceamento de carga, a demanda exigida e disponibilizar o sistema de forma distribuído e consistente;
- Realizar normalização dos bancos de dados de maneira a reduzir a redundância de dados, aumentar o desempenho e a integridade de dados;
- Implantar questões de acessibilidade, permitindo que todas as pessoas, independente de suas restrições consigam ter uma boa usabilidade no sistema;
- Realização de testes funcionais e unitários no sistema. Além de testes com diferentes grupos de usuários, a fim de ver os possíveis pontos de melhorias e/ou falha do sistema.

Referências

- Abreu, T., Viana, L. and Cunha, C. L. (2013). Desafios na utilização da caderneta de saúde da criança: entre o real e o ideal, *JMPHC | Journal of Management & Primary Health Care | ISSN 2179-6750* 3(2): 80–83. <https://doi.org/10.14295/jmphc.v3i2.142>.
- Autho (2019). Introduction to json web tokens. Disponível em <https://jwt.io/introduction/>.
- Camacho, L. A. B. and Codeço, C. T. (2020). Vacinas em saúde pública, *Cadernos de Saúde Pública* 36(2). <https://doi.org/10.1590/0102-311X00199920>.
- da Silva, L. A. V. (2008). Informatização das salas de vacinas do sus (sistema Único de saúde). Disponível em <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0611060358.pdf>.
- de Assis Vilela, F. (2015). Um método de integração de dados armazenados em bancos de dados relacionais e nosql. Disponível em <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5862>.
- Distanti, D., Pedone, P., Rossi, G. and Canfora, G. (2007). Model-driven development of web applications with uwa, mvc and javaserver faces, *Web Engineering*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 457–472. https://doi.org/10.1007/978-3-540-73597-7_38.
- FIOCRUZ (2018). Saiba o que fazer se perder a caderneta de vacinação. Disponível em <https://portal.fiocruz.br/noticia/saiba-o-que-fazer-se-perder-caderneta-de-vacinacao>.
- Foundation, N. (2019). About | node.js. Disponível em <https://nodejs.org/en/about/>.
- Fowler, M. (2002). *Patterns of Enterprise Application Architecture*, Addison Wesley.
- Grove, R. F. and Ozkan, E. (2011). The mvc-web design pattern, *Proceedings of the 7th International Conference on Web Information Systems and Technologies - Volume 1: WEBIST*, INSTICC, SciTePress, pp. 127–130. <https://doi.org/10.5220/0003296901270130>.
- Guimaraes, R. (2021). Vacinas: Da saúde pública ao big business, *Ciência & Saúde Coletiva* 26(5). <https://doi.org/10.1590/1413-81232021265.03062021>.
- Huang, J., Li, Y., Zhang, J. and Yu, J. (2010). Developing novel design patterns in information visualization for mobile health systems, 2010 3rd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics, Vol. 7, pp. 2748–2752. <https://doi.org/10.1109/BMEI.2010.5639813>.
- Interaction Design Foundation (2019). The glossary of human computer interaction. Disponível em <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-glossary-of-human-computer-interaction/mock-ups>.
- Lanter, D. and Essinger, R. (2017). User-Centered Design, *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology* pp. 1–4. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0432>.
- Li, C. and Gu, J. (2018). An integration approach of hybrid databases based on sql in cloud computing environment: An integration approach of hybrid databases based on sql, *Software: Practice and Experience* pp. 1–2. <https://doi.org/10.1002/spe.2666>.
- Lowdermilk, T. (2013). *User-Centered Design*, 1 edn, O'Reilly Media, Inc.
- Maldonado, J. M. S. d. V., Marques, A. B. and Cruz, A. (2016). Telemedicine: challenges to dissemination in brazil, *Cadernos de Saúde Pública* 32. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00155615>.
- Ministério da Saude (2018). Dois séculos de vacina no brasil. Disponível em <https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-television-e-cellular-no-brasil.html>.

- Ministério da Saúde (2005). Manual para a utilização da caderneta de saúde da criança. Disponível em <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual%200902.pdf>.
- Ministério da Saúde (2014). Manual de normas e procedimentos para vacinação. Disponível em http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_procedimentos_vacinacao.pdf.
- Ministério da Saúde (2019). Caderneta do adolescente. Disponível em <http://www.saude.gov.br/saude-para-voce/saude-do-adolescente-e-do-jovem/caderneta-do-adolescente>.
- Pereira, E. C. (2002). Design de sistemas de informação centrado no usuário e a abordagem do sense-making, *Transinformação* 14: 139 – 151. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-37862002000200003&nrm=iso.
- Prestes, G. L. (2013). Sistema gerenciador de vacinação. Disponível em http://www.dainf.ct.utfpr.edu.br/~cristina/TCC_Glauton.pdf.
- Rocha, T. A. H., Fachini, L. A., Thumé, E., Silva, N. C. d., Barbosa, A. C. Q., Carmo, M. d. and Rodrigues, J. M. (2016). Saúde móvel: novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde, *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 25: 159 – 170. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000100016>.
- Ruas, F. (2014). Pessoas que precisam de vacinação especial contam com centros de referência no país. Disponível em <http://www.blog.saude.gov.br/34674-pessoas-que-precisam-de-vacinacao-especial-contam-com-centros-de-referencia-no-pais>.
- Secretaria de Vigilância em Saúde (2014). Instrução normativa ao calendário nacional de vacinação. Disponível em <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/marco/22/Instrucao-Normativa-Calendario-Vacinacao-Site.pdf>.
- Significados (2019). Significado de trade-off. Disponível em <https://www.significados.com.br/trade-off/>.
- Sophia, Z. and Vasiliki, D. B. (2017). E-health applications in mobile phones (m-health): Greek university students' views on m-health applications, *International Journal of Medical and Health Research* 3. Disponível em <https://www.medicalsciencejournal.com/download/454/3-5-65-553.pdf>.
- Tariq, A., Tanwani, A. and Farooq, M. (2009). User centred design of e-health applications for remote patient management. 10th Annual Conference of the NZ ACM Special Interest Group on Human–Computer Interaction, CHINZ 2009.
- Wilson, K., M Atkinson, K. and Westeinde, J. (2015). Apps for immunization: Leveraging mobile devices to place the individual at the center of care, *Human vaccines & immunotherapeutics* 11. <https://doi.org/10.1080/21645515.2015.1057362>.