

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

THALES ARAÚJO DA SILVA

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO BASEADO
NA ADOÇÃO DE DISPOSITIVO MÓVEL PARA AUXILIAR O
AUTOMANEJO DA ASMA EM ADULTOS

MANAUS
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

THALES ARAÚJO DA SILVA

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO BASEADO
NA ADOÇÃO DE DISPOSITIVO MÓVEL PARA AUXILIAR O
AUTOMANEJO DA ASMA EM ADULTOS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Elétrica, área de concentração de Controle e Automação de Sistemas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amazonas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marly Guimarães Fernandes Costa

Co-Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Gutierrez

MANAUS
2018

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586d Silva, Thales Araujo da
Desenvolvimento de um sistema automatizado baseado na
adoção de dispositivo móvel para auxiliar o automanejo da asma
em adultos / Thales Araujo da Silva. 2018
113 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Marly Guimarães Fernandes Costa
Coorientador: Marco Antonio Gutierrez
Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade
Federal do Amazonas.

1. Asma. 2. Automanejo da Asma. 3. Questionário ACQ. 4.
Aplicativo Android®. I. Costa, Marly Guimarães Fernandes II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus orientadores, Profa. Dr^a. Marly Guimarães Fernandes Costa e Prof. Dr. Cícero Ferreira Fernandes Costa Filho, pela oportunidade de participar do curso de Mestrado e pelo apoio nesse período.

Ao meu co-orientador Prof Dr. Marco Antonio Gutierrez, ao Dr. Rafael Stelmach e ao Peter Bley pelo suporte durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais, por estarem ao meu lado em qualquer momento. A Júlia Ribeiro pelo companheirismo e Carmina Dessana pela amizade e incentivo.

À Universidade Federal do Amazonas e em especial ao Centro de Tecnologia Eletrônica e da Informação – CETELI - pela concessão de toda infraestrutura para realização deste trabalho.

RESUMO

A asma é uma doença crônica associada à hiperresponsividade das vias aéreas e obstrução variável do fluxo aéreo, tendo como principais sintomas a falta de ar, aperto no peito e tosse. A Organização Mundial de Saúde estima que existam 235 milhões de asmáticos no mundo. Uma das principais dificuldades no tratamento é estabelecer o nível de controle da asma. A falta de conhecimento do próprio nível de controle pode influir negativamente no tratamento. As diretrizes internacional e nacional apontam o automanejo como a melhor forma de tratamento de rotina da asma e determinação do nível de controle. Para realizar este automanejo, os pacientes devem preencher um questionário sobre o histórico dos seus sintomas e realizar um teste de pico de fluxo expiratório e a partir destes determinar seu nível de controle regularmente. Um dos questionários utilizado é o Asthma Control Questionnaire (ACQ). No entanto, o uso de técnicas atuais utilizando um questionário por escrito reduz o interesse pela avaliação do controle com impacto na aderência ao tratamento. Este trabalho propõe um sistema baseado na adoção de dispositivo móvel para promover ferramentas com o objetivo de auxiliar o automanejo da asma. O sistema é constituído de um aplicativo em plataforma *Android*®, na qual o paciente pode preencher o questionário ACQ, uma plataforma WEB para que o médico acompanhe os dados gerados pelo paciente e serviços do *Firebase*® para gerenciar os serviços online. Em um teste preliminar, 22 pessoas utilizaram o aplicativo durante 4 semanas. Uma pesquisa realizada com 9 pessoas deste grupo, apontou que 89% utilizariam o sistema regularmente. O sistema proposto pode vir a contribuir positivamente no tratamento da asma fornecendo ferramentas para auxiliar o automanejo.

Palavras-chaves: Asma, Automanejo da Asma, Questionário ACQ, Aplicativo *Android*®.

ABSTRACT

Asthma is a chronic disease associated with airway hyperresponsiveness and variable airflow obstruction, with symptoms such as shortness of breath, chest tightness and coughing. The World Health Organization estimates that there are 235 million asthmatics in the world. One of the major difficulties in treatment is to establish the level of asthma control. Lack of knowledge of the level of control itself may adversely affect treatment. International and national guidelines point to self-management as the best way to follow up asthma treatment and measure the level of control. To perform this self-management, patients should complete a questionnaire about the history of their symptoms and perform a peak expiratory flow test, determining the level of control. One of the questionnaires used is the Asthma Control Questionnaire (ACQ). However, using current techniques using a written questionnaire reduces the interest to measure the level control and adherence to treatment. This work proposes a system based on the adoption of mobile device to promote tools with the objective of assisting the self-management of asthma. The system consists of an application on the *Android*® platform in which the patient can fill the ACQ questionnaire, a WEB platform for the physician to follow data generated by patients and *Firebase*® services to manage the services online. In a preliminary test, 22 people used the application for 4 weeks. A survey of 9 people in this group pointed out that 89% would use the system regularly. The proposed system may contribute positively to the treatment of asthma by providing tools to aid self-management.

Keywords: Asthma, Asthma Self-Management, ACQ Questionnaire, *Android*® App.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção de aplicativos no estudo de Huckvale et al (2015).	30
Figura 2. Funções encontradas nos aplicativos analisados. Alguns possuem múltiplas funções e foram incluídos em mais de um grupo.....	30
Figura 3. Screenshot de ambas as plataformas do aplicativo para melhora e controle da asma desenvolvido por Cook et al (2016).	35
Figura 4. Aumento do número de linhas em programas open-source ao longo de 15 anos (Suh e Neamtiu, 2010).	41
Figura 5. Modelo mais utilizado do processo de definição de requisitos (Lopes, 2005).	43
Figura 6. Ilustração de um diagrama de caso de uso. Adaptado de Ribeiro (2012).	46
Figura 7. Modelo do processo de gestão de requisitos. Adaptado de Ribeiro (2012).	49
Figura 8. HTC Dream (Domhan e Der Dualen Hochschule, 2010).	50
Figura 9. Arquitetura do Android® e suas respectivas camadas. Adaptado de Paulo (2014).	53
Figura 10. Serviços disponíveis pelo Firebase® (Firebase, 2016).	55
Figura 11. Diagrama do sistema proposto	58
Figura 12. Medidor de pico de fluxo expiratório Vitalograph asma-1 usb (Vitalograph, 2017).	60
Figura 13. Diagrama de caso de uso do sistema.	67
Figura 14. Console para gerenciamento dos usuários no console do Firebase®.	73
Figura 15. Armazenamento do PFE de referência no banco de dados.	74
Figura 16. Armazenamento no banco de dados dos resultados obtidos pelo preenchimento do questionário.	75

Figura 17. Formulário submetido aos voluntários para avaliar a opinião dos participantes do estudo quanto a usabilidade e utilidade do sistema.	76
Figura 18. Tela inicial da aplicação móvel.....	77
Figura 19. Alerta quanto ao uso da aplicação móvel.....	78
Figura 20. Tela inicial da aplicação.....	78
Figura 21. Telas de instruções de utilização da aplicação.....	79
Figura 22. Tela para inserção do valor de referência do PFE.....	80
Figura 23. Tela com informações sobre o desenvolvimento do sistema.....	80
Figura 24. Telas das questões: (a) questão 1, (b) questão 2 e (c) questão 3.....	81
Figura 25. Telas das questões: (a) questão 4, (b) questão 5 e (c) questão 6.....	82
Figura 26. Telas das questões: (a) questão 7 e (b) questão 8.....	82
Figura 27. Tela de resultados do questionário na aplicação móvel.....	83
Figura 28. Tela de resultados do questionário na versão adicional sem ação sugerida.....	83
Figura 29. Conexão do medidor de pico de fluxo respiratório ao dispositivo móvel.....	84
Figura 30. Plataforma WEB para visualização dos registros de utilização da aplicação.....	85
Figura 31. Plataforma WEB para visualização dos valores de referência PFE registrados no app.....	85
Figura 32. Console do Firebase® para envio de notificações.....	86
Figura 33. Console do Firebase® para configuração das mensagens de ações sugeridas aos usuários.....	87
Figura 34. Resultado da pesquisa sobre a utilização do aplicativo. (a) Percentagem de pessoas que acham o aplicativo útil no tratamento da asma, (b) percentual de pessoas que utilizariam o aplicativo regularmente, (c) nota atribuída a facilidade de utilização do.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Avaliação da importância dos sintomas da asma para elaboração do ACQ segundo 87 especialistas (Juniper, O'Byrne, et al., 1999).	17
Quadro 2. Itens prévios levantados por 4 médicos e 7 especialistas para elaboração do ACT (Nathan et al., 2004).	20
Quadro 3. Seleção e ordenamento das 5 principais questões dentre as 22 elencadas pelos especialistas (Nathan et al., 2004).	21
Quadro 4. Critérios de inclusão e exclusão da revisão sistemática de aplicativos sobre asma (Huckvale et al., 2015).	28
Quadro 5. Artigos abordados na revisão bibliográfica sobre questionários para avaliar nível de controle da asma.	39
Quadro 6. Artigos abordados na revisão bibliográfica sobre aplicativos para auxiliar o automanejo da asma.....	40
Quadro 7. Recursos computacionais utilizados durante o desenvolvimento do projeto.	59
Quadro 8. Questionário proposto.	62
Quadro 9. Limites para determinação do nível de controle.....	71
Quadro 10. Intervalos para determinação das mensagens de ações sugeridas	72

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	7
LISTA DE QUADROS	9
INTRODUÇÃO	9
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	41
MATERIAIS E MÉTODOS	58
RESULTADOS	77
DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	90

INTRODUÇÃO

A asma é uma doença inflamatória caracterizada pela hiperresponsividade das vias aéreas inferiores e por obstrução variável do fluxo aéreo intrapulmonar, reversível espontaneamente ou com tratamento. Tem como principais sintomas: episódios recorrentes de sibilos, dispneia, aperto no peito e tosse ((SBPT2012). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), estes sintomas podem se manifestar várias vezes ao dia e tornar-se pior durante a noite ou durante esforços físicos. Tais manifestações reduzem de sobremaneira a qualidade de vida do portador da doença (WHO, 2013).

A OMS estima que há, aproximadamente, 235 milhões de pessoas que sofrem de asma no mundo. Adicionalmente, é a doença crônica mais comum entre as crianças (WHO, 2013). No Brasil, Cardoso e colaboradores(2017) apresentaram dados oficiais extraídos do departamento de informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) sobre o impacto da asma no país. Segundo os autores, embora tenha havido uma redução de 10% no total de óbitos de 2008 a 2013, aproximadamente 5 pacientes morrem de asma diariamente. Adicionalmente, são registradas mais de 120.000 hospitalizações no ano. Apesar de não apresentar uma taxa de mortalidade tão alta quanto outras doenças, a Asma é considerada de grande importância porque a maioria dos casos são evitáveis por diagnóstico precoce e tratamento (Graudenz *et al.*, 2017).

Segundo as Diretrizes da Sociedade de Pneumologia e Tisiologia (SBPT) (2012), o controle da asma deve suprimir suas manifestações, seja por tratamento ou espontaneamente. Este controle compreende dois domínios: o controle das limitações clínicas atuais e a redução dos riscos futuros. As limitações clínicas atuais são avaliadas, tomando-se como base as últimas quatro semanas, através dos seguintes parâmetros: os sintomas, a necessidade de

medicação de alívio, limitação de atividades físicas e a intensidade da limitação do fluxo aéreo. Por outro lado, a prevenção dos riscos futuros compreende reduzir a instabilidade da asma e suas exacerbações, a perda acelerada da função pulmonar bem como os efeitos adversos do tratamento.

Particularmente, quanto ao estado clínico atual, o controle da asma pode ser classificado em três níveis: asma controlada, asma parcialmente controlada e asma não controlada. Conforme a *Global Initiative for Asthma* (GINA, 2016) o nível de controle reflete o grau em que as manifestações da doença podem ser observadas no paciente. Desta forma, a determinação do nível de controle é de fundamental importância para a elaboração e ajuste do tratamento. O estudo realizado por Taylor *et al* (2008), indica que um dos fatores mais importantes para a definição do nível de controle é próprio paciente, porém, quando este é questionado sobre seu nível de controle, a resposta diferencia substancialmente do obtido através dos critérios indicados pelas diretrizes. Segundo os autores, essa discrepância decorre da interpretação diversa do paciente e do médico em relação ao nível de controle da doença. Leite *et al* (2008) apontam que pacientes que não sabem avaliar o seu nível atual de controle são os que apresentam maiores riscos de exacerbações e morte por asma, e também apontam que avaliações superficiais do nível de controle podem resultar em um tratamento insuficiente. Por outro lado, uma superestimativa da gravidade pode levar o uso excessivo de medicamentos. Por conta desse cenário, foram desenvolvidos instrumentos para auxiliar médicos e pacientes na determinação com mais precisão do nível de controle da asma (Leite *et al.*, 2008).

Estes instrumentos consistem de questionários que tem como objetivo avaliar o histórico clínico do paciente, utilizando para isto, um resultado numérico e pontos de corte para distinguir o nível de controle dos sintomas.

Foram identificados na literatura, três destes instrumentos adaptados e localizadas para língua portuguesa, *Asthma Control Questionnaire* (ACQ) (Juniper, O'byrne, *et al.*, 1999), *Asthma Control Test* (ACT) (Nathan *et al.*, 2004) e *Asthma Control Scoring System* (ACSS) (Leblanc *et al.*, 2007).

Outros questionários foram desenvolvidos, de forma específica, para avaliar a qualidade de vida dos pacientes, quais sejam: *Asthma Quality of Life Questionnaire* (AQLQ) (Juniper, Guyatt, *et al.*, 1999) e o *Medical Outcomes Survey Short Form-36* (SF-36) (Jenkinson C 1993).

Os referidos questionários podem ser preenchidos pelo próprio paciente, o que caracteriza um automanejo guiado da asma (SBPT, 2012), ou podem ser preenchido por um entrevistador (profissional da área). A abordagem de automanejo tem sido sugerida pelas diretrizes internacionais, como parte do tratamento de rotina da asma (Belisario *et al.*, 2013).

Em estudo realizado, Wilson e colaboradores (2010) concluíram que o automanejo se sobressaiu em detrimento ao tratamento usual quanto a resultados clínicos e aderência ao uso do medicamento. Observaram que, em um ano, o grupo que praticou o automanejo apresentou melhor aderência ao tratamento clínico, ou seja, melhora na qualidade de vida, uso de medicação de resgate e controle da asma, em comparação com um grupo que praticou o tratamento usual.

No entanto, o uso efetivo do automanejo é muito dependente da disciplina do paciente, com respeito à aderência ao tratamento prescrito. Federman *et al.* (2014) ao estudarem o comportamento do automanejo em pessoas idosas asmáticas concluíram que a aderência aos medicamentos neste grupo é baixa, representando um percentual de 38,4% dentro da população de 433 pessoas que participaram da pesquisa, e se agrava quando o paciente possui pouco conhecimento sobre a doença (22,1%). Partridge e seus colegas (2011) observaram

que, dos pacientes que reportaram ajustes na sua terapia, 55% fizeram com base em como se sentiam e não com base no plano de ação indicado pelo médico.

Desta forma, nos últimos anos tem se buscado alternativas para auxiliar à aderência ao automanejo que suplante os resultados obtidos com o método tradicional, na qual é utilizado um plano de ação por escrito (Licskai, C. J. *et al.*, 2013). Com a popularização de dispositivos móveis, uma destas alternativas é a utilização de *smartphones* para aplicação destes questionários e o fornecimento de informações sobre a doença. O uso de dispositivos móveis inteligentes para fins de saúde é denominado *mHealth*. Dentre as vantagens do uso de *smartphones* para auxiliar o tratamento de doenças, destaca-se o estreitamento da comunicação paciente/médico e a possibilidade de elaborar um tratamento personalizado (Estrin e Sim, 2010).

O número de aplicativos para auxiliar no tratamento e/ou fornecer informações sobre doenças tem crescido substancialmente. Em 2015 foram adicionados aproximadamente 100 mil aplicativos *mHealth* nas principais plataformas, *iOS*® e *Android*®, totalizando 259 mil aplicativos disponíveis (Research2guidance, 2016). Sobre aplicativos para auxiliar o tratamento da asma, Huckvale *et al* (2015) realizaram uma análise sistemática para avaliar o conteúdo destas aplicações em língua inglesa, identificando 857 aplicativos. No entanto, segundo os autores, poucos fornecem informações baseadas em evidências ou tem seu uso validado. A validação deve ser realizada para avaliar o desempenho do uso do aplicativo de forma que garanta que estas ferramentas de fato contribuem para o tratamento da asma e possuem benefícios clínicos substanciais.

Burbank e seus colegas (2015) realizaram um estudo para avaliar o desempenho do uso de uma aplicação embarcada em dispositivos móveis no automanejo da asma em adolescentes. Para isto, disponibilizaram uma aplicação desenvolvida por especialistas em pneumologia que solicitava diariamente o preenchimento do questionário ACT e o valor das

medidas de fluxo expiratório. Após o fornecimento das informações, o aplicativo fornecia uma resposta referente ao nível de controle calculado. No estudo sobre a viabilidade do uso deste aplicativo, os autores concluíram que houve melhora no nível de controle da população estudada (20 adolescentes).

Até o levantamento das referências para este trabalho (maio de 2017), não foi identificado no Brasil, um sistema que auxilia, em específico, o tratamento da asma e contribui com o automanejo. Desta forma, este trabalho irá contribuir com o desenvolvimento de um sistema em língua portuguesa para auxiliar no tratamento da asma, além de realizar uma avaliação preliminar sobre o desempenho do sistema no tratamento da doença. O sistema será constituído de um aplicativo para dispositivos móveis em plataforma *Android*®, onde o paciente irá preencher um questionário para avaliação do seu nível de controle, e uma aplicação WEB (*World Wide Web*), para gerenciamento dos dados dos pacientes pelo médico. Posteriormente, o sistema será avaliado através de ensaio clínico a ser realizado pela divisão de pneumologia do Instituto do Coração (InCor) do Hospital de Clínicas (HC) da Universidade de São Paulo (USP).

1.1 Objetivo Geral

Desenvolvimento de um sistema para auxiliar o automanejo da asma por meio de uma aplicação em dispositivos móveis e contribuir com o acompanhamento médico dos pacientes fornecendo dados sobre o tratamento em tempo real.

1.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver uma plataforma WEB para acompanhamento, pela equipe médica, do tratamento clínico de pacientes asmáticos;
- Fornecer ferramentas de fácil usabilidade para contribuir com a adesão ao tratamento.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordadas as publicações estudadas sobre o automanejo da asma e aplicativos móveis para auxiliar este automanejo. As pesquisas foram realizadas de forma não sistemática, onde após uma leitura inicial, os trabalhos mais relevantes para a pesquisa foram selecionados. As seguintes bases de dados literários foram utilizadas: IEEEExplore, PubMed e *Engineering Village, Web of Science*.

2.1 Automanejo da asma

De acordo com a diretriz internacional para controle e prevenção da asma (Gina, 2016), o automanejo é um importante fator no tratamento da doença. A relação próxima do médico com o paciente contribui para que este adquira conhecimento sobre a asma, confiança e habilidade de forma a assumir um papel principal do tratamento. A diretriz brasileira (SBPT, 2012) endossa essa recomendação, apontando que o automanejo reduz a morbidade tanto entre adultos quanto em crianças.

Para avaliar os resultados do automanejo no tratamento da asma em adultos, Gibson *et al.* (2002) realizaram uma pesquisa sistemática dos estudos publicados até 2001 sobre ensaios clínicos randomizados (RTC) e quase-randomizados (CCT). Eles estudaram os efeitos do automanejo no tratamento da asma. Foram selecionados estudos com participantes asmáticos com mais de 16 anos de idade. Em geral, os trabalhos avaliados compararam dois grupos com tratamentos distintos, um com um tratamento usual (grupo de controle), ou seja, sem intervenções, conhecimento sobre a doença e avaliação médica regular, e outro grupo com automanejo, onde era aplicado um plano de ação escrito. Como resultado desta avaliação, os

estudos levantaram as seguintes variáveis: admissão hospitalar, visitas a sala de emergência, visitas não programadas ao médico, dias fora do trabalho ou escola, volume expiratório forçado em 1 segundo (FEV1), pico de fluxo expiratório (PFE), uso de medicação de resgate, qualidade de vida e dados econômicos. Os grupos de estudos foram divididos de acordo com a intensidade de suas intervenções, em:

- Automanejo ótimo com plano de ação escrito para o autogerenciamento de medição para exacerbações, além de um automonitoramento e exame médico regular;
- Automanejo e exame regular sem um plano de ação escrito;
- Apenas automanejo;
- Apenas exame regular;
- Plano de ação escrito, mas sem um automanejo ótimo.

Como resultado desta pesquisa, foram avaliados 45 artigos descrevendo 36 ensaios clínicos randomizados (RTC). Nestes ensaios, participaram 6090 pessoas e 4593 concluíram o processo de estudo. Em geral, o automanejo se mostrou um importante fator no tratamento da asma, por contribuir positivamente nos resultados alcançados. Foi observado que o automanejo reduziu o número de hospitalizações (risco relativo, RR= 0,64, intervalo de confiança no nível de 95% (IC) de 0,50 a 0,82), as visitas à sala de emergência (RR 0,82, 95% IC 0,73 a 0,94), as visitas não programadas ao médico (RR 0,68, 95% IC 0,56 a 0,81) e os dias fora do trabalho ou da escola (RR 0,79, 95% IC 0,67 a 0,93). O automanejo reduziu também as crises noturnas de asma (RR 0,67, 95% IC 0,56 a 0,79) e melhorou a qualidade de vida dos pacientes (diferença média 0,29, IC 0,11 a 0,47).

Portanto, esta metodologia para tratamento da doença tem se mostrado eficiente e se tornado uma das principais indicações dos médicos.

2.2 Instrumentos de Monitoração - Questionários

Dentre os instrumentos de monitoração utilizados para auxiliar o automanejo da asma, destacam-se os questionários. Estes foram elaborados para que o paciente possa mensurar o nível de controle da doença sem intervenção médica, e desta forma, recorrer a um plano de ação mais apropriado para seu estado atual.

Foram identificados na literatura, três questionários traduzidos e localizados para língua portuguesa (Tisiologia, 2012): *Asthma Control Questionnaire* (ACQ), *Asthma Control Test* (ACT) e *Asthma Control Scoring System* (ACSS). A seguir, apresentam-se os estudos que elaboraram e avaliaram o uso desses referidos instrumentos.

2.2.1 *Asthma Control Questionnaire* (ACQ)

O *Asthma Control Questionnaire* (ACQ) foi desenvolvido com o objetivo de mensurar o nível de controle da asma sem a necessidade de registros diários dos sintomas, das medicações utilizadas e da medição do calibre de vias aéreas (Juniper, O'Byrne, *et al.*, 1999). Dentre os questionários levantados é o mais documentado e avaliado, desta forma, é largamente utilizado em pesquisas (Halbert *et al.*, 2009). Os pressupostos utilizados pelos autores para elaboração da ferramenta-questionário foram:

1. Inclusão de sintomas que os médicos consideram importantes para a avaliação adequada do nível de controle da asma;
2. Inclusão de medida do uso de β_2 -agonista e do calibre das vias aéreas;
3. Aplicabilidade a todos pacientes asmáticos adultos (17 a 70 anos);
4. Confiabilidade, ou seja, o questionário deve ser capaz de fornecer os mesmos resultados quando estiver em estado estável e ser capaz de discernir pacientes com diferentes níveis de controle da asma;
5. Ser sensível a mudança clínica no nível de controle;

6. Ser validado.

Para elaboração do questionário, os autores listaram os principais sintomas utilizados para mensurar adequadamente o nível de controle da asma. Estes sintomas foram adquiridos a partir de diretrizes internacionais, revisão de outros questionários e diálogos entre especialistas sobre a doença. Posteriormente, 100 médicos de 18 países foram recrutados para auxiliar na determinação dos sintomas mais importantes dentre os levantados. Cada médico recebeu uma lista com 10 sintomas e foi solicitado para que fosse atribuída uma nota a cada um (5, extremamente importante e 0, sem utilidade). Ao fim, 87 médicos retornaram à avaliação. Os sintomas foram ranqueados conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1. Avaliação da importância dos sintomas da asma para elaboração do ACQ segundo 87 especialistas (Juniper, O'Byrne, *et al.*, 1999).

Sintoma	Frequência (Número de votos em cada categoria)				
	Extremamente importante	Muito importante	Moderadamente importante	Não muito importante	Sem utilidade
Acordar a noite devido a asma	76	7	2	1	1
Limitação das atividades diárias	67	12	4	3	1
Acordar com sintomas	54	22	9	1	1
Dispneia	31	39	15	1	1
Respiração asmática	22	33	24	6	1
Tosse	13	37	28	5	3
Desconforto no peito	5	29	35	14	2
Muco	4	10	32	31	9
Cor do muco	1	7	28	31	19
Necessidade em limpar a garganta	1	2	5	21	57

O questionário foi elaborado com os 5 sintomas mais importantes escolhidos pelos médicos, além de uma questão sobre o uso de medicação β_2 -agonista e outra sobre o volume expiratório forçado em 1 segundo (FEV1), este último também foi escolhido pelos médicos como a melhor opção para medir o calibre de vias aéreas. Assim, o questionário é composto de 7 questões, onde o paciente deve responder com base em sua experiência nos últimos 7

dias. Cada questão possui 7 pontos de escala como resposta (0, bem controlado e 6, extremamente mal controlado).

Para validar o questionário, foi realizado um estudo com 50 adultos asmáticos (idade média 37 anos, desvio padrão 13 anos, 18 homens e 32 mulheres) durante 9 semanas. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da *McMaster University, Faculty of Health Sciences* (Juniper, O'Byrne, et al., 1999). Durante o tempo da avaliação, os pacientes realizaram 3 visitas clínicas, após 1, 5 e 9 semanas do início. Nestas visitas clínicas, o paciente respondia ao questionário ACQ e se submetia a testes de espirometria antes e 20 minutos após o uso de broncodilatador. Para efeito de validação, os pacientes também foram submetidos a outros questionários, o *Asthma Quality of Life Questionnaire* (AQLQ) e o *Medical Outcomes Survey Short Form-36* (SF-36), estes têm como objetivo avaliar a qualidade de vida da pessoa asmática.

Todos os 50 pacientes concluíram o estudo. No final, o ACQ foi capaz de detectar mudanças no nível de controle da asma e também foi capaz de distinguir entre os níveis estável e não estável. Também foi observado correlação entre os resultados obtidos pelo ACQ e as outras medidas.

Atualmente há três versões deste questionário, ACQ-5 (versão somente com as 5 questões sobre sintomas), ACQ-6 (versão com as 5 questões sobre sintomas e 1 questão sobre o uso de β 2-agonista) e ACQ-7 (versão completa). Embora todas as versões estejam validadas, os autores sugerem que seja utilizada a versão completa. No entanto, por simplicidade e custo, as versões mais simples são opções viáveis para estudos clínicos e epidemiológicos (Juniper et al., 2005).

O ACQ já foi traduzido para diversos idiomas, inclusive para o português pelo *MAPI Research Institute*, localizado na França (Mylene et al., 2008). A validação no Brasil, quanto as propriedades discriminativas e de responsividade desta versão foi realizada por Mylene et

al. (2008). Neste trabalho, os autores avaliaram a capacidade do ACQ (nas três versões: 5, 6 e 7 questões) de determinar o nível de controle da doença em pacientes com asma intermitente e asma persistente leve, moderada e grave.

Para realizar a avaliação do ACQ em português foi realizado um estudo onde o referido questionário foi aplicado a 278 pacientes, com idade igual ou superior a 17 anos, diagnosticados com asma. O estudo foi realizado com pacientes atendidos no Serviço de Pneumologia do Hospital Universitário e no Programa de Controle da Asma e Rinite Alérgica, ambos da Faculdade de Medicina da Universidade Federal da Bahia, no período de maio a setembro de 2005. Os pacientes foram submetidos a duas avaliações clínicas, denominadas primeira visita (V1) e segunda visita (V2). Na V1, foram submetidos ao questionário ACQ, realizaram espirometria e consulta com um pneumologista. Na V2, os pacientes também responderam o questionário e passaram por uma consulta com o mesmo pneumologista da V1, porém, nesta segunda fase não foi realizada a espirometria. Segundo relato dos autores, o questionário foi aplicado por uma pessoa treinada, em local calmo e sem influência nas respostas dadas.

Ao fim, foi avaliado o desempenho do questionário confrontando-o com a avaliação do pneumologista. Em geral o ACQ em português se mostrou capaz em discriminar adequadamente asma não-controlada de asma controlada. Foi alcançada uma sensibilidade de 99% utilizando o questionário com 7 questões e ponto de corte de 0,75 e especificidade de 84% utilizando o questionário de 5 questões e ponto de corte 1,50.

2.2.2 *Asthma Control Test (ACT)*

Tendo em vista que o ACQ necessita de medidas que não estavam integradas à prática clínica, Nathan *et al.* (2004) elaboraram o *Asthma Control Test (ACT)*, desenvolvido para reconhecer a natureza multidimensional do controle da asma. Este questionário estabeleceu a

atribuição do nível de controle em: controlado, não controlado e parcialmente controlado, de acordo com os critérios estabelecidos pelas diretrizes internacionais (Gina, 2016). Segundo Halbert e seus colegas (2009) o ACT é amplamente utilizado na prática clínica devido a sua fácil aplicação.

Para elaborar o questionário, quatro médicos e 7 especialistas foram recrutados com o objetivo de especificar os componentes necessários para avaliar o nível de controle da asma. Esses profissionais também auxiliaram na definição dos critérios utilizados para avaliar o desempenho do ACT. Ao fim, foram elencados 22 itens (Quadro 2) que refletem a natureza multidimensional do controle da asma, além de estar em acordo com as diretrizes médicas.

Quadro 2. Itens prévios levantados por 4 médicos e 7 especialistas para elaboração do ACT

(Nathan *et al.*, 2004).

Nº da Questão	Descrição da Questão
Q1	A asma limita suas atividades diárias ou prejudica sua rotina?
Q2	Sentiu-se frustrado devido à asma?
Q3	A asma prejudica seus resultados no trabalho ou em casa?
Q4	Asma restringe sua performance em atividades diárias?
Q5	Asma prejudica sua socialização?
Q6	Avalie seu nível de controle?
Q7	Possui algum sintoma de asma?
Q8a	Qual frequência você tem respiração ofegante?
Q8b	Quantas vezes você tem dor ou aperto no peito?
Q8c	Quantas vezes você tem falta de ar?
Q8d	Qual a frequência que você tem tosse?
Q9	A asma é responsável por você acordar durante a noite ou mais cedo que o usual?
Q10	Você acorda no horário normal com sintomas de asma?
Q11	Qual a frequência que você tem crise de asma?
Q12	Quantos dias a asma limita suas atividades diárias?
Q13	Quantos dias a asma o mantém em casa por mais da metade do dia?
Q14	A asma limita sua capacidade em se exercitar?
Q15	Faltou alguma vez o trabalho ou escola devido à asma?
Q16	Você usou inalador de resgate ou nebulizador?
Q17	Permaneceu no hospital durante a noite devido à asma?
Q18	Você visitou o pronto socorro ou sala de emergência devido à asma?
Q19	Realizou visita não programada ao médico devido à asma?

Nathan e colaboradores (2004), adicionalmente, realizaram um estudo para determinar quais dentre os 22 itens elencados são mais importantes para avaliar o nível de controle da asma. Para isto, foram recrutados 471 pacientes com idade entre 12 a 94 anos (média 45,2 anos, desvio padrão 18,5) diagnosticados com asma. Cada paciente foi submetido ao questionário com as 22 questões e cada um foi avaliado por um especialista que determinou o seu nível atual de controle do paciente, baseado no histórico, exames físicos e medida do FEV1. O controle da asma foi estratificado em uma escala de 5 níveis, de totalmente fora de controle a completamente controlada. Posteriormente, foi utilizado o método de regressão para determinar quais dos 22 itens levantados anteriormente discriminavam exatamente a avaliação do especialista e que também estavam de acordo com a medida do FEV1. Desta forma, foram definidos 5 itens que mais representavam o estado atribuído para cada paciente. Os itens selecionados podem ser observados no Quadro 3.

Quadro 3. Seleção e ordenamento das 5 principais questões dentre as 22 elencadas pelos especialistas (Nathan *et al.*, 2004).

Nº da Questão	Descrição da Questão	Ordem de Importância
Q8c	Quantas vezes você tem falta de ar?	1
Q6	Avalie seu nível de controle?	2
Q16	Você usou inalador de resgate ou nebulizador?	3
Q3	A asma prejudica seus resultados no trabalho ou em casa?	4
Q9	A asma é responsável por você acordar durante a noite ou mais cedo que o usual?	5

A avaliação do desempenho do questionário foi realizada levando-se em conta duas formas de atribuição do valor obtido: através da soma simples dos valores atribuídos a cada questão, respeitando os 5 níveis de respostas, onde o resultado do questionário compreenderia de 5 a 25 (quanto maior, melhor) e com atribuição como variável dicotômica (soma de contagens), onde a resposta possível para cada questão seria somente 0, indicando fora de controle e 1, indicando asma controlada, assim, o questionário teria um limite de 0 a 5. Para

comparar estes dois métodos de atribuição de valor, foi conduzido uma análise ROC (*Receiver Operating Characteristic*), que tem como objetivo avaliar a relação entre sensibilidade e especificidade. Os resultados obtidos das áreas sobre a curva ROC (AUC) para soma simples e soma de contagens foi 0,774 e 0,766, respectivamente. Embora não tenha apresentado uma diferença estatística ($P = 0,525$), a soma simples com um ponto de corte de 19 apresentou melhor aproximação com o diagnóstico do especialista. Ao fim, a confiabilidade do questionário foi avaliada utilizando o conceito estatístico de consistência interna, onde é medida a correlação entre dois itens no mesmo teste. Foi obtido um valor de 0,84, o que indica uma boa fiabilidade. Especificamente no grupo atribuído fora de controle, este valor foi de 0,83 e para o grupo com nível controlado de asma, este valor foi de 0,79.

A avaliação do uso do ACT para discriminar corretamente asma controlada de asma não controlado em português, foi realizado por Roxo *et al.* (2010). Neste trabalho, os autores avaliaram a reprodutibilidade e a responsividade do questionário no Brasil.

Para tal, a primeira etapa do trabalho foi a tradução e localização das questões. Dois médicos com proficiência na língua inglesa e portuguesa e que conheciam os objetivos do estudo realizaram a tradução. Após discussões entre os médicos e o investigador principal foi elaborada uma primeira versão. Posteriormente, um terceiro médico traduziu a versão em português novamente para inglês, porém, este não conhecia o objetivo do estudo. Após discussões entre os médicos e o investigador sobre as versões dos questionários, foram realizados ajustes de forma a assegurar as equivalências semântica, idiomática, cultural e conceitual.

Finalizada a etapa de tradução, foi realizada a validação utilizando uma amostra de 290 pacientes com idades maiores de 12 anos (média: 45 anos) diagnosticados com asma. Estes pacientes eram acompanhados pelo Serviço de Pneumologia do Hospital Universitário Professor Edgar Santos e pelo Programa de Controle da Asma e Rinite da Bahia,

Universidade Federal da Bahia. Os pacientes realizaram duas visitas, denominadas visita 1 e visita 2, entre um intervalo de 4-5 semanas. A metodologia utilizada foi similar ao apresentado por Mylene *et al.* (2008). Na primeira visita, cada paciente foi submetido ao questionário ACT, realizaram a espirometria e consulta com um especialista, na segunda visita, passaram pelo mesmo procedimento, porém, não realizaram a espirometria. O questionário foi submetido de forma imparcial e sem indução das respostas. A consulta com o especialista teve como objetivo determinar o nível de controle da asma de cada paciente, classificado da seguinte forma: asma não controlada, pobremente controlada, parcialmente controlada, bem controlada ou totalmente controlada. Posteriormente, foi comparado o resultado do questionário com a classificação realizada pelo médico.

A porcentagem de pacientes classificados corretamente (86%) foi maior quando utilizado um ponto de corte de 18 pontos. Também foram alcançados valores elevados de sensibilidade (93%), especificidade (74%), valor preditivo negativo (86%) e valor preditivo positivo (85%) com este ponto de corte. A razão de verossimilhança positivo foi 3,58 e a negativa 0,09. A AUC foi de 0,904 (intervalo de confiança no nível de 95%, IC, de 0,869 a 0,939).

Utilizando os dados obtidos dos pacientes que se mantiveram estáveis entre a visita 1 e a visita 2 (52 pacientes), foi avaliada a capacidade de reprodutibilidade do questionário. Desta forma, o coeficiente de correlação intraclasse foi de 0,93, caracterizando um bom desempenho. A responsividade foi avaliada utilizando o questionário de 45 pacientes que apresentaram melhora dos sintomas entre as visitas, a mediana foi de 9 pontos na primeira avaliação e 20 na segunda, demonstrando a capacidade do questionário em identificar mudanças nos sintomas do paciente. No geral, o uso do questionário em português apresentou um bom desempenho, com boa capacidade em discriminar o nível de controle da asma.

2.2.3 *Asthma Control Scoring System (ACSS)*

Para atender as orientações canadenses sobre a asma, Leblanc *et al.* (2007) desenvolveram o *Asthma Control Scoring System (ACSS)*, um questionário de avaliação do nível de controle da asma com resposta de fácil interpretação, no entanto, é o menos aplicável dentre os questionários avaliados devido à necessidade de informações não facilmente disponíveis, como a quantidade de eosinófilos no escarro induzido.

O desenvolvimento do ACSS tomou como base os critérios para controle da asma propostos pela diretriz canadense em *1999 Canadian Asthma Consensus Report* (Boulet *et al.*, 1999) que estabelece três parâmetros para avaliação do nível de controle da doença:

1. Parâmetros clínicos: sintomas diurnos e noturnos, uso de medicação de resgate β 2-agonista e comportamento;
2. Parâmetros fisiológicos: volume expiratório forçado em 1 segundo (FEV1) e/ou pico de fluxo expiratório (PFE) e/ou variações circadianas do PFE;
3. Inflamação das vias aéreas inferiores.

A primeira seção do questionário é composta pelos parâmetros clínicos. O paciente deve respondê-lo com base nas experiências da última semana. A segunda e terceira seções devem ser respondidas com base nos resultados obtidos em testes realizados na hora da avaliação. É possível a utilização de pesos para cada componente do questionário, no entanto, os autores sugerem a utilização do mesmo peso para todas as questões.

Para avaliação do desempenho da ferramenta desenvolvida, foram recrutados 23 pacientes diagnosticados com asma leve, moderada e severa de acordo com a *American Thoracic Society*, com idade média de 46 anos. Foram também selecionados 21 pacientes, com idade média de 26 anos, do *Asthma Clinic and the Research Centre* que apresentavam um quadro estável no período de 2 semanas. Esse estudo, aprovado pelo *Institutional Ethics*

Committe, foi realizado num período de 6 semanas, onde os pacientes passaram por visitas nas semanas 2 e 6. Em cada visita os pacientes eram submetidos a: espirometria antes do uso de broncodilatador, recolhimento de uma amostra de muco para análise e preenchimento do questionário ACSS e outros dois questionários sobre qualidade de vida (mini-AQLQ) e nível de controle da asma (ACQ).

Segundo os autores, as propriedades discriminativas do ACSS apresentaram um resultado aceitável. A confiança de teste-reteste apresentou em geral uma correlação de Pearson de $r=0,65$ ($P=0,001$). O coeficiente alfa de Cronbach, calculado para medir a consistência interna do questionário foi de 0,72 e a correlação dos resultados obtidos pelo ACSS e os demais questionários (mini-AQLQ e ACQ) foi alta, sendo 0,88 entre o ACSS e o mini-AQLQ e -0,95 entre o ACSS e o ACQ, este último valor é negativo devido a notação dos resultados serem opostas entre os questionários.

O questionário ACSS desenvolvido possui confiabilidade suficiente para determinar o nível de controle da asma, conforme conclusão dos autores (Leblanc *et al.*, 2007). Segundo eles, uma característica particular deste questionário é apresentar o resultado em percentagem, tornando a compreensão do valor obtido pelo ACSS mais fácil de interpretar em detrimento ao ACQ, que expressa sua resposta em uma escala de 0 a 6, sendo necessário recorrer a pontos de corte para atribuir uma classificação de controle.

A tradução deste questionário para o português foi reportado por Tavares *et al.* (2010). De acordo com Tavares e seus colaboradores, foi utilizada uma metodologia rigorosa para realizar uma tradução e adaptação às circunstâncias sociais e culturais do Brasil.

Primeiramente, o autor solicitou do idealizador do ACSS autorização e os direitos para uso, tradução e adaptação. Posteriormente, três pessoas, com conhecimento sobre a pesquisa em andamento e com fluência nas línguas portuguesa e inglesa, traduziram conceitualmente de forma independente o questionário. A fase seguinte foi denominada reconciliação, onde as

três versões foram comparadas entre si e com o questionário original, resultando em apenas uma versão após a análise por um comitê formado por três pneumologistas e um fisioterapeuta especialista em fisioterapia respiratória. Posteriormente, esta versão foi traduzida novamente para o inglês por uma terceira pessoa sem o conhecimento da versão original. O comitê revisou as versões traduzidas e retraduzidas e possíveis mal-entendidos foram corrigidos, o que resultou em uma nova versão (denominada versão 2). Esta última versão foi enviada ao autor do ACSS que apontou correções e sugestões, o que resultou em uma versão 3, novamente avaliada pelo comitê composto por dois pneumologistas. Após alterações sugeridas em consenso pelo comitê, a versão 4 foi elaborada e revisada por um professor doutor em língua portuguesa.

Após este processo, a versão 4 do questionário em português foi submetida a um desdobramento cognitivo onde, cinco pneumologistas e 5 fisioterapeutas atribuíram notas de 0 a 10 quanto a clareza de cada item do questionário. Todas as questões com notas atribuídas menores que 8 foram revisadas, alterando palavras ou sentenças para facilitar o entendimento, resultando desta forma uma versão 5, no entanto, foram realizadas o mínimo de alteração possível para não modificar de modo significativo a estrutura e propriedades de avaliação do instrumento. A versão 5, foi submetida novamente ao processo de desdobramento cognitivo a outro grupo de especialistas. Por fim, todos os envolvidos no processo de tradução, com exceção das pessoas que participaram dos desdobramentos cognitivos, se reuniram para definir a versão final do ACSS em português.

Embora não tenha sido realizado um estudo para avaliar o desempenho do questionário em português, os autores argumentam que frente ao processo metódico realizado para traduzir e adaptar culturalmente um instrumento já validado em outras línguas, a utilização desta ferramenta no Brasil é confiável, uma vez que se manteve a equivalência técnica e semântica entre a versão original e a traduzida.

2.3 Aplicativos embarcados em plataformas móveis para asma (*Asthma mHealth*)

Como a efetividade dos questionários para avaliar o nível de controle da asma de um paciente, apresentados na seção anterior, é paciente-dependente, se tem buscado formas de aumentar a aderência desses mecanismos de automanejo da asma. A abordagem mais descrita na literatura, nos últimos tempos (Belisario *et al.*, 2013; Huckvale *et al.*, 2015; Househ *et al.*, 2016) é a utilização de dispositivos móveis para auxiliar o autotratamento. O uso destes dispositivos móveis para contribuir com a saúde do usuário é denominado *mHealth*.

Segundo Estrin e Sim (2010), para determinar e ajustar o tratamento de uma doença crônica, é necessário que o paciente reporte os sintomas, efeitos colaterais e seu estado clínico em um determinado período de tempo, o que pode resultar em uma baixa precisão das recordações e fornecimento de dados imprecisos. No entanto, conforme concluído pelos autores, a utilização de uma solução *mHealth* possibilita a troca de informações em tempo real, o que proporciona uma confiabilidade maior nos dados e uma maior assertividade na elaboração do tratamento.

Na busca bibliográfica realizada nas bases de dados literárias mencionadas anteriormente, foram identificadas algumas propostas de *mHealth* para asma (Licskai, C. J. *et al.*, 2013; Burbank *et al.*, 2015; Huckvale *et al.*, 2015; Cook *et al.*, 2016).

Huckvale *et al.* (2015) realizaram uma revisão sistemática para avaliar as soluções disponíveis no Reino Unido. Foram realizados dois estudos, um em 2011 (Huckvale *et al.*, 2012) e uma atualização em 2015, uma vez que nos últimos anos, o número de aplicativos com esta finalidade tem crescido de forma substancial.

Para realizar esta revisão sistemática, foram executadas buscas nas lojas de aplicativos das duas mais populares plataformas (*Android*® e *iOS*®). Foram utilizados os termos: ‘*asthma*’, ‘*inhaler*’, ‘*peak flow*’ e outras palavras similares. Os aplicativos foram avaliados por três revisores de forma independente e os resultados refletem o consenso dos revisores.

Para inclusão e exclusão dos aplicativos no estudo, foram estabelecidos os critérios mostrados na Quadro 4.

Quadro 4. Critérios de inclusão e exclusão da revisão sistemática de aplicativos sobre asma (Huckvale *et al.*, 2015).

Critérios de Inclusão	Critério de Exclusão
Aplicativo para <i>smartphone</i> ou <i>tablet</i>	Não disponível na loja de aplicativos
Aplicativo pago ou gratuito	Declaração explícita do não uso para fins relacionados a saúde
Disponíveis nas plataformas <i>Android</i> ® e/ou <i>iOS</i> ®	
Conter um ou mais aspectos sobre asma	Não estar disponível para <i>download</i> no Reino Unido
Idioma Inglês	Não pode ser utilizado por problemas técnicos, após duas tentativas
Qualquer idade como público alvo	

Para a avaliação dos aplicativos, foi utilizado um conjunto de critérios definido pelas diretrizes americana, inglesa e internacional. As informações contidas nos aplicativos foram avaliadas com base em oito tópicos, considerados os mais importantes sobre o automanejo da asma, são eles:

1. Fatos básicos sobre a asma;
2. Princípios básicos de tratamento;
3. Forma de evitar gatilhos de crises asmáticas;
4. Como realizar seu tratamento;
5. Habilidades de automonitoramento;
6. Objetivo do plano de ação;
7. Gerenciamento de exacerbações;
8. Cuidados personalizados.

Para cada tópico avaliado foi estabelecido um escore: completo (satisfaz todos os critérios), parcial (satisfaz alguns critérios) e ausente (não satisfaz nenhum critério). Para

aplicativos com questionários, foram buscadas informações quanto sua validação. Quando disponíveis, foram também avaliadas as formas de entrada e saída de informações.

Como resultado, no estudo de 2015 foram identificados 764 aplicativos disponíveis nas duas plataformas. A esta lista foi acrescido 93 aplicativos que já haviam sido identificados no estudo de 2011. O processo de seleção pode ser observado na Figura 1. Foram excluídos 710 aplicativos do estudo sendo, ao fim, analisados 147.

Dentre os aplicativos analisados, a maioria são soluções que fornece informações sobre a doença (56%) como, informações gerais sobre asma, sobre primeiros socorros quando ocorre crise aguda, sobre técnicas de inalação e outras instruções terapêuticas. Quarenta e oito percento das ferramentas buscam auxiliar o automanejo através da disponibilização de diários, fóruns *online* e informações como: *status* da poluição do ar e alérgenos.

A disponibilização de aplicativos que realizam avaliação do nível de controle da asma apresentou um crescimento, relativamente baixo, de 6% entre os estudos de 2011 e 2015. Dentre estes, apenas 11 implementam a avaliação utilizando questionários, 2 utilizam sensores e 6 avaliam aspectos da terapia. Na Figura 2 pode ser observada as funções encontradas nos aplicativos analisados pelo estudo de Huckvale *et al.* (2015).

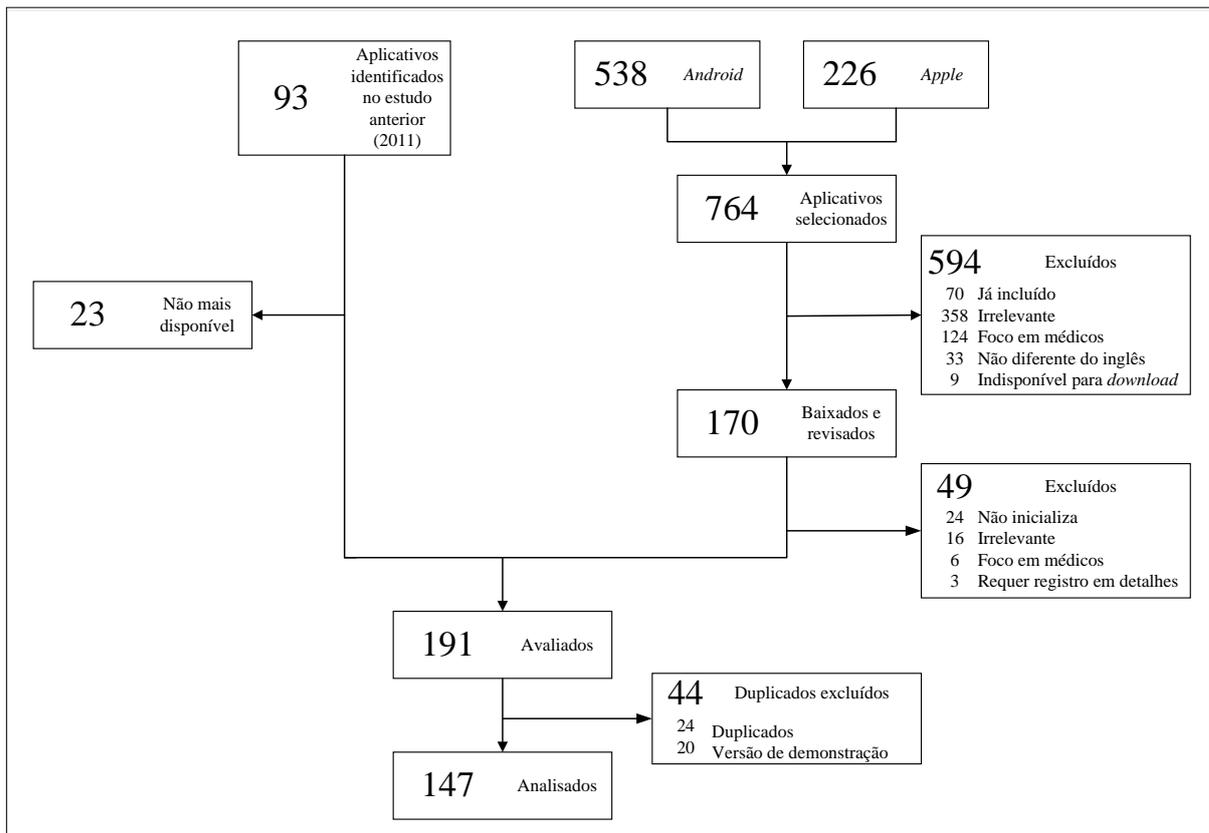


Figura 1. Fluxograma do processo de seleção de aplicativos no estudo de Huckvale et al (2015).

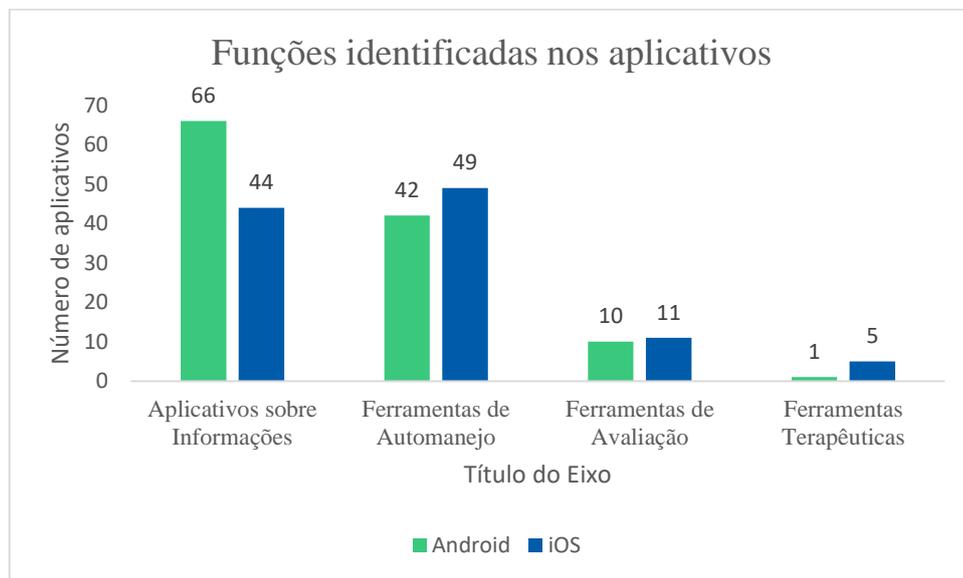


Figura 2. Funções encontradas nos aplicativos analisados. Alguns possuem múltiplas funções e foram incluídos em mais de um grupo.

Embora o número de aplicativos tenha crescido substancialmente entre as duas análises realizadas, as opções encontradas não são diferentes quanto ao atendimento as recomendações das diretrizes. Ainda segundo eles, há uma baixa conformidade entre os aplicativos e as recomendações de diretrizes americana, inglesa e internacional.

Huckvale e colaboradores (2015) verificaram que a maioria do aplicativos disponíveis oferece apenas informações básicas sobre a doença ou restringe-se a apresentar diário para registro das medições do pico de fluxo, o que possui um impacto limitado no tratamento da asma.

Não foi identificada, nesta revisão sistemática, uma solução que fornecesse um canal de comunicação entre o paciente e o médico, o que poderia mitigar problemas de comunicações e assistir melhor o automanejo. Outro ponto identificado é quanto a confiabilidade dos dados pessoais e clínicos armazenado por alguns aplicativos. Os dados gerados e adquiridos devem ser confiáveis e consistentes, além de que, deve garantir manter a privacidade dos usuários.

Dentre todos os aplicativos analisados, apenas um estava associado a um projeto de pesquisa ativo. Poucos aplicativos foram submetidos a validação para garantir que seu uso contribui de forma positiva no tratamento.

Os autores do referido estudo concluem que a maioria das soluções disponíveis no Reino Unido, em língua inglesa, não possui confiabilidade por não apresentarem conformidade com as diretrizes, além de não apresentar informações confiáveis quanto a segurança de sua utilização.

Estes fatos se tornam mais relevantes quanto se considera que as lojas de aplicativos das principais plataformas (*Android*® e *iOS*®) não possibilitam uma busca mais elaborada dos aplicativos (não possuem filtros). Assim, o usuário, sem informações *a priori*, pode selecionar aplicativos de qualidade e confiabilidade duvidosos.

2.3.1 *Aplicativos que auxiliam o automanejo*

Uma solução encontrada na literatura sobre aplicativos que auxiliam o automanejo foi proposta por Licskai *et al.* (2013). Este trabalho apresenta um sistema móvel para auxiliar o automanejo da asma no contexto canadense. Este sistema é composto por uma aplicação WEB que pode ser utilizada a partir de qualquer dispositivo com acesso à *internet* e um banco de dados. Foi desenvolvido na Universidade de Windsor.

O sistema baseou-se no *Canadian Asthma Consensus Guidelines (CACG)* (Lemière *et al.*, 2004) e possui as seguintes características:

- Fornece informações meteorológicas, que podem influenciar no comportamento da doença;
- Utiliza dados do teste de respiração (teste de pico de fluxo);
- Disponibiliza os dados teste de respiração graficamente;
- Possibilita o registro dos sintomas diários;
- Informa o nível de controle atual da asma do usuário (baseado na entrada dos sintomas diários e teste de respiração);
- Fornece um plano de ação ao usuário;

O sistema utiliza o *mini-Asthma Quality of Life Questionnaire (AQLQ)* (Juniper, Guyatt, *et al.*, 1999) e avalia a mudança no escore do AQLQ do paciente ao longo do tempo. O AQLQ é uma ferramenta utilizada para medir a qualidade de vida de pacientes com asma. A avaliação do sistema foi realizada através de um estudo piloto comparando dados antes e depois da intervenção. O grupo estudado foi recrutado do *Primary Care Asthma Program* em Windsor, Ontario. Foram selecionados adultos maiores de 18 anos diagnosticados com asma que reportaram piora dos sintomas com exposição à poluição do ar.

Também foi utilizado como critério para avaliação do sistema a aderência reportada pelos usuários e a utilização das recomendações do automanejo.

O estudo piloto foi realizado entre 12 de julho e 30 de setembro de 2010, de forma que foram selecionados 24 pacientes, dos quais 22 concluíram o teste. A idade média dos participantes foi de 47 ± 12 anos, compostos por 82% de mulheres.

Utilizando um questionário para avaliar a satisfação do usuário, a maioria (82%) afirmou que o sistema é de fácil uso e apresenta simplicidade e clareza. Concordaram também, que o sistema influenciou de forma positiva na melhora do nível de controle da asma e que o sistema é apto para uso por pacientes.

Quanto a aderência ao automanejo, metade dos pacientes (50%) reportaram que mudaram o comportamento ao menos uma vez devido a alertas fornecidos pelo sistema. Parte dos pacientes (68%) se mostraram surpresos ao ser notificado pelo sistema que sua asma estava fora de controle.

Utilizando o AQLQ, foi observado uma melhora na qualidade de vida dos pacientes. O resultado obtido por este questionário apresentou uma evolução de 0,5, passando de 4,3 para 4,8. A melhora foi observada em todos os quatro domínios observados pelo AQLQ: sintomas, limitação de atividades, função emocional e estímulos ambientais.

Houve também melhora nos sintomas apresentados pelos usuários. Antes da intervenção, 91% possuíam mais de um sintoma e 64% possuíam mais de dois. Após a utilização do sistema esses números caíram para 45% e 24%, respectivamente.

Conforme concluído pelos autores, houve uma melhora significativa no automanejo da asma utilizando o sistema proposto, tanto em aderência ao tratamento e qualidade de vida quanto a controle dos sintomas. No entanto, um estudo mais elaborado deve ser realizado para garantir que o sistema é eficaz em uma população maior e mais diversificada.

Burbank *et al.* (2015) avaliaram a viabilidade do uso de um aplicativo embarcado em dispositivos móveis para contribuir com o tratamento de asmáticos adolescentes do *Arkansas Children's Hospital*. O estudo avaliou a satisfação de uso e os efeitos deste no automanejo da doença após 8 semanas de pesquisa. A aplicação estava disponível para *download* para as plataformas *Android*® e *iOS*®. Esse aplicativo utiliza o ACT para determinar o nível de controle da asma. De forma geral, o aplicativo solicita que o usuário registre seus sintomas diários ou a medida do teste de pico de fluxo expiratório. O sistema fornece ao usuário, uma resposta de acordo com os dados inseridos (alerta, recomendação, etc). Também fornece ao paciente lembretes para que o mesmo utilizasse as medicações indicadas.

Para avaliação, foram selecionados 20 adolescentes, com idade média de 13,5 anos, recrutados da clínica de pediatria do *Arkansas Children's Hospital*. Foi fornecido um *smartphone* ao paciente selecionado que não possuía um para participar do estudo. Foram observados a taxa de utilização do aplicativo (app), o índice de satisfação dos usuários e o escore obtido através da aplicação do ACT antes e após a intervenção, para verificar a eficácia do sistema proposto. Após as oito semanas de estudos, a taxa de utilização apresentou uma mediana de 4,3 dias/semana. A satisfação do uso foi alta (93%), sendo reportado que estavam mais aptos para realizar o controle da asma utilizando o app. A avaliação utilizando o ACT antes e após intervenção a 18 participantes e apresentou uma melhora de 20 pontos para 21,5 pontos, respectivamente.

De forma similar, Cook *et al.* (2016) avaliaram a eficácia do uso de um aplicativo para melhorar o controle da asma. O aplicativo proposto, chamado *Scripps Asthma Coach*, foi disponibilizado nas plataformas *Android*® e *iOS*® e foi desenvolvido pelo *Scripps Clinics Division of Allergy, Asthma and Immunology* utilizando a plataforma *URXmobile System*. Na Figura 3 pode ser observado algumas telas do aplicativo.

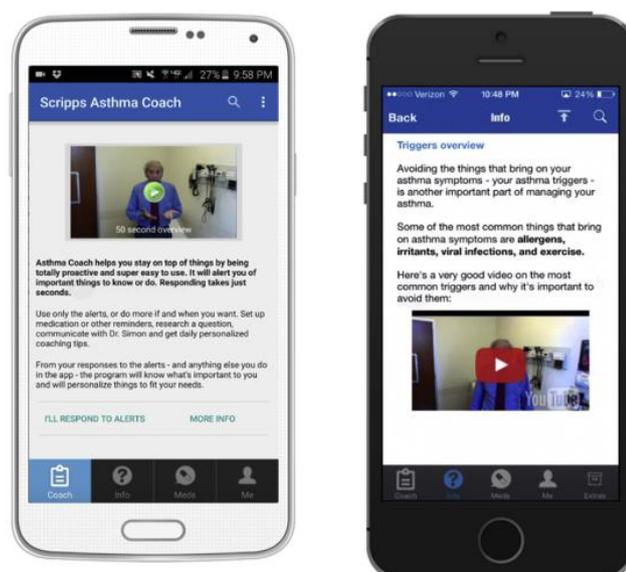


Figura 3. Screenshot de ambas as plataformas do aplicativo para melhora e controle da asma desenvolvido por Cook *et al* (2016).

Esta solução também utiliza como ferramenta para avaliar o nível de controle da asma o questionário ACT e possibilita a entrada dos valores obtidos dos testes de espirometria. O aplicativo conta com diversas informações sobre a asma, onde o paciente pode acessar vídeos sobre gatilhos de crises asmáticas, importância sobre a aderência ao tratamento, o papel de diferentes medicações, técnicas de inalação e uso do medidor de pico de fluxo. As informações acessadas e os dados fornecidos pelos pacientes são registrados para fornecer um conteúdo focado e personalizado. Esses dados são armazenados e podem ser fornecidos posteriormente aos usuários por *email*.

Para avaliar o desempenho desta solução, foram selecionados 60 pacientes com diagnóstico de asma, com idades entre 17 e 82 anos e média de 50 anos. Como resultados primários foram obtidos os escores do questionário do ACT após 4 meses de uso. Resultados secundários foram obtidos através da aquisição do escore ACT após 5 e 10 semanas de uso. Foram também mensuradas as diferenças entre as medidas do volume expiratório forçado em um segundo (FEV_1) no período compreendido entre 6 meses antes e 6 meses após o estudo.

Foi observado que após o uso do aplicativo, o percentual de pacientes que apresentavam asma controlada aumentou de 32% para 59% nas 5 primeiras semanas, aumentou para 69% em 10 semanas e na conclusão dos testes este percentual passou para 78%. A média do escore do ACT aumentou 3 pontos em apenas 5 semanas, apresentando ao final uma melhora de 3,9 pontos. Não houve diminuição significativa no número de pacientes que tiveram que recorrer ao uso de corticosteroide entre 6 meses antes (24 pacientes) e 6 meses depois (17 pacientes). No entanto, houve uma melhora de 7,9% na média do FEV₁. Seis meses após o início do estudo, uma parte dos usuários (43 pacientes) continuaram utilizando o aplicativo.

Outro sistema desenvolvido para auxiliar pacientes na avaliação do nível de controle da doença é o m.CARAT (Burnay *et al.*, 2013). No entanto, este possui o foco em pacientes com asma e rinite alérgica. Possui como ferramenta para avaliação do nível de controle o questionário CARAT (Azevedo *et al.*, 2013), desenvolvido por um grupo português de especialistas em doenças respiratórias, este tem como objetivo avaliar o controle da asma e da rinite alérgica simultaneamente. É constituído por dez questões pontuadas entre 0 e 3 pontos cada, as quatro primeiras questões avaliam os sintomas relacionados as vias aéreas superiores, as demais questões avaliam sintomas relacionados as vias áreas inferiores. O escore final é um valor entre 0 e 30, quanto maior o escore final, maior o nível de controle.

O sistema proposto por Burnay e seus colegas (2013) foi desenvolvido utilizando uma ferramenta chamada PhoneGap, que segundo os autores, permite o desenvolvimento de aplicações para diversos sistemas operacionais móveis, desta forma, o sistema desenvolvido está disponível para *Android*® e *iOS*. Focado em fornecer uma interface amigável e no sincronismo com o banco de dados, o m.CARAT, que está disponível em português e em inglês, possui as seguintes características:

- Questionário CARAT: nesta seção, o usuário preenche o questionário para avaliar o nível de controle da asma e da rinite alérgica. O usuário pode também observar os resultados prévios por meio de gráfico;
- Diário: utilizado para registrar eventos diários, é possível o usuário registrar crises, valores de testes de espirometria e sintomas;
- Medicação: o usuário pode registrar o nome, dosagem, princípio ativo e rota de administração de medicações de controle e resgate, além de possibilitar o cadastro de notificação para alertar quanto ao horário de administração;
- Estado: mostra o resumo das atividades do usuário no sistema, são disponibilizadas informações sobre os dados registrados no diário, as medicações cadastradas e os resultados em ordem cronológica obtidos por meio do questionário CARAT;
- Notícias: disponibiliza ao usuário informações sobre a asma e a rinite alérgica.

Para avaliar a usabilidade do sistema, os autores conduziram um teste piloto com oito participantes. Os participantes deveriam utilizar o sistema e reportar qualquer dificuldade. Não foi mencionado no estudo a duração do teste piloto. Ao total, oitenta atividades foram realizadas pelos participantes, das quais 37 (46%) foram realizadas sem dificuldades. Os participantes reportaram dificuldades em: localizar algumas ferramentas, preencher os formulários de medicações e sintomas, preencher os registros de eventos e utilizar algumas páginas com rolagens.

2.4 Considerações Finais

De acordo com as publicações levantadas (Quadro 5 e Quadro 6), pôde-se observar que o automanejo é um dos pilares do tratamento da asma. Pacientes que participam ativamente do seu próprio tratamento obtém melhores resultados em detrimento a pacientes

que não possuem conhecimento básico sobre a doença ou não sabem avaliar o seu nível de controle.

Os questionários desenvolvidos para auxiliar na determinação do nível de controle da asma contribuem de forma significativa no automanejo, além de serem ferramentas de avaliação de fácil implementação e de baixo custo. Dentre os questionários, o ACQ tem se destacado por ser mais bem documentado e avaliado, desta forma, bastante utilizado em pesquisas. Embora estas ferramentas contribuam para a determinação do nível de controle, a aderência do automanejo é dependente do comprometimento do paciente.

Para aumentar a aderência ao automanejo, tem-se sugerido a utilização de dispositivos móveis para aplicação de questionários e fornecimento de informações sobre a doença. A utilização destes dispositivos proporciona ainda um meio de estreitar a comunicação entre médico/paciente e fornecer dados mais específicos sobre o tratamento. Algumas soluções propostas na literatura sobre a utilização de dispositivos móveis para contribuir com o tratamento da asma se mostraram eficazes em auxiliar o automanejo, embora, o m.CARAT seja um sistema em português, este foi desenvolvido para avaliar a asma e a rinite alérgica simultaneamente, portanto, não foi identificada uma solução em língua portuguesa focada na avaliação do nível de controle da asma.

Quadro 5. Artigos abordados na revisão bibliográfica sobre questionários para avaliar nível de controle da asma.

Ano	Autores	Título	Nome do Questionário	Características do Questionário	Metodologia de Avaliação	Resultado Obtido
2008	(Mylene et al.)	<i>Avaliação do Questionário de Controle da Asma validado para uso no Brasil</i>	<i>Asthma Control Questionnaire (ACQ)</i>	Composto por 7 questões, onde 5 são sobre sintomas, 1 sobre uso de medicação β 2-agonista e 1 sobre a medida do calibre das vias aéreas (VEF ₁)	O resultado do questionário foi comparado com o diagnóstico de um especialista.	Sensibilidade 99% Especificidade 84%
2009	(Roxo et al.)	<i>Validação do Teste de Controle da Asma em português para uso no Brasil</i>	<i>Asthma Control Test (ACT)</i>	Composto por 5 questões sobre sintomas, uso de medicação de alívio e efeito da asma em atividades diárias.	O resultado do questionário foi comparado com o diagnóstico de um especialista.	Sensibilidade 93% Especificidade 74%
2010	(Tavares et al.)	<i>Tradução e adaptação cultural do Asthma Control Scoring System (Sistema de Escore para Controle Abrangente da Asma) para uso no Brasil</i>	<i>Asthma Control Scoring System (ACSS)</i>	Composto por 8 questões que abordam: os sintomas, o uso de medicação β 2-agonista, atividades realizadas nas últimas semanas e inflamação das vias aéreas.	Não foi realizada validação do questionário.	-

Quadro 6. Artigos abordados na revisão bibliográfica sobre aplicativos para auxiliar o automanejo da asma.

Ano	Autores	Título	Plataforma Utilizada	Características do Sistema	Critério de Avaliação	Resultado Obtido
2013	(Licskai, C. J. et al.)	<i>Development and pilot testing of a mobile health solution for asthma self-management: Asthma action plan smartphone application pilot study</i>	WEB	Fornece informações meteorológicas; Armazena dados de sintomas e medidas de teste de pico de fluxo em banco de dados.	mini-AQLQ	4,8
2015	(Burbank et al.)	<i>Mobile-based asthma action plans for adolescents</i>	Android® e iOS®	Registro dos sintomas diários e medições do pico de fluxo expiratório	ACT	21,5
2016	(Cook et al.)	<i>Improvement in Asthma Control Using a Minimally Burdensome and Proactive Smartphone Application</i>	Android® e iOS®	Questionário ACT Vídeos explicativos sobre asma Conteúdo personalizado a partir de dados coletados do uso dos pacientes	ACT	20,5

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Especificação de Requisitos

Com o aumento do número de dispositivos computacionais, os *softwares* desenvolvidos para tal tornaram-se cada vez mais complexos com o passar dos anos. Atualmente, há uma preocupação maior com a qualidade do produto final (o *software*). Isto se deve muito a necessidade de sistemas atuais de se comportarem de forma adequada para maioria dos tipos de usuários, além de atender características rígidas de segurança e privacidade.

Suh e Neamtiu (2010) realizaram um estudo para verificar o crescimento da complexidade de *softwares open-source* ao longo do tempo. Foi observado que os números de linhas do código tiveram um aumento significativo como pode ser observado na Figura 4.

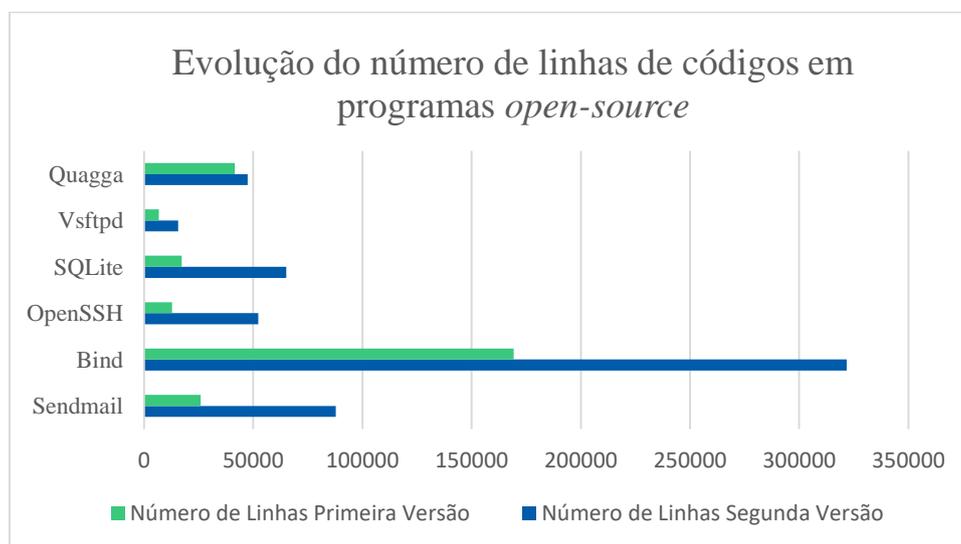


Figura 4. Aumento do número de linhas em programas *open-source* ao longo de 15 anos (Suh e Neamtiu, 2010).

Este aumento se deu, muitas vezes, pela necessidade de manutenção para correção de erros ou adição de novas características ao sistema. No entanto, o custo para realizar alteração em um projeto de software posteriormente a fase de desenvolvimento é muito grande, o que tornar a correção de erros nesta fase um processo dispendioso. Estima-se que o impacto de mudanças no custo do projeto na fase de manutenção é 60 a 100 vezes maior em detrimento a fase de especificação, por outro lado, na fase de desenvolvimento, este impacto é de 1.5 a 6 vezes (Wagner, 2003).

Para mitigar a detecção de erros posteriores as definições do sistema a ser desenvolvido e auxiliar no gerenciamento dos custos de projeto, foram elaborados métodos de definição de requisitos, que tem como objetivo representar de forma mais próxima possível os conceitos, características e necessidades que o sistema deve cumprir. Estes métodos são abordados pela Engenharia de Requisitos, uma das disciplinas da Engenharia de Software.

Como abordado por Lopes (2005), o conceito de requisito recebe diferentes definições dependendo do autor e do momento em que foram escritos, no entanto, de forma geral pode ser definido como características necessárias que o sistema deve possuir para que o mesmo satisfaça a expectativa do usuário. Gouguen (1996) acrescentou a essa definição o ambiente em que o sistema irá ser utilizado, o que é um fator importante, tendo em vista o contexto social em que o sistema será aplicado.

Os requisitos são classificados em:

- **Funcionais:** descrevem as funcionalidades que o sistema deve ter para realizar transformações nas entradas ou em um dos seus componentes afim de que este produza saídas, estas podem ser: cálculos, processamentos, manipulação de dados e demais funcionalidades;

- Não-funcionais: como o software deve se comportar, por exemplo, desempenho esperado, confiabilidade, privacidade, segurança, usabilidade e demais características relacionadas a qualidade.

Para iniciar o processo de levantamento de requisitos, uma etapa importante é identificar as pessoas interessadas no resultado alcançado do projeto. Estes indivíduos são chamados de *stakeholder*. No âmbito de *software*, pode ser facilmente reconhecido como usuários do sistema, no entanto, compradores, contratantes, gerentes e demais pessoas interessadas no produto final também são classificadas como *stakeholder* (Lopes, 2005).

A Engenharia de Requisitos estabelece processos e métodos para garantir metas reais e definir de forma adequada funções e restrições do sistema. Além de descrever como deve ser o relacionamento destes fatores e o comportamento do sistema ao longo do tempo (Pamela, 1997). Para atingir este objetivo, diversas tarefas definidas pelo processo de levantamento de requisitos devem ser executadas. Na **Figura 5** pode ser observado o modelo mais utilizado para definição de requisitos, uma vez que este modelo pode ser adaptado dependendo das características do sistema a ser desenvolvido.

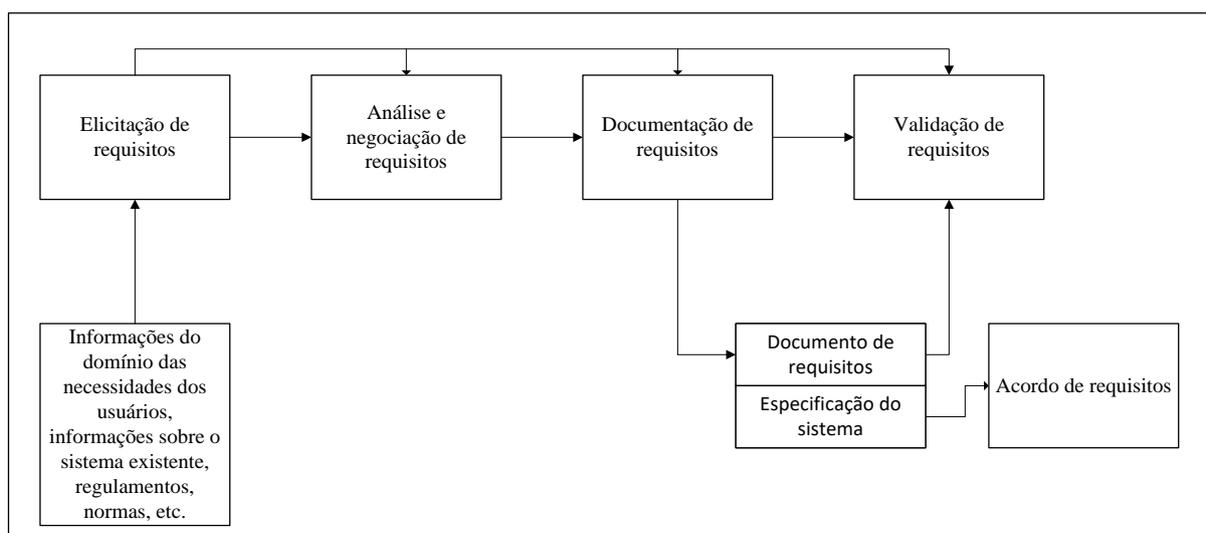


Figura 5. Modelo mais utilizado do processo de definição de requisitos (Lopes, 2005).

3.1.1 Elicitação dos requisitos

Nesta etapa são identificadas as necessidades e expectativas dos *stakeholders* para com o sistema. Desta forma, devem ser definidas de forma clara e objetiva as funções e tarefas que o sistema a ser desenvolvido deve realizar para atender uma demanda ou solucionar um problema (Lopes, 2005).

A definição do objetivo do sistema resulta na identificação prévia de funcionalidades, regras de negócio, restrições, particularidade da usabilidade e outras características fundamentais que o sistema deve atender para cumprir as expectativas dos *stakeholders*.

A elicitação dos requisitos é fortemente dependente da relação entre os envolvidos, principalmente desenvolvedores e usuários. Para isto, as principais técnicas utilizadas para levantar os requisitos são: entrevistas, questionários, *brainstorm* e *workshops*.

Os requisitos levantados nesta etapa são registrados para uma posterior análise e classificação.

3.1.2 Análise e negociação dos requisitos

Após o levantamento inicial dos requisitos, eles são analisados e classificados para garantir a assertividade da etapa anterior. Um requisito mal definido pode resultar em custos não esperados durante o desenvolvimento ou implementação do sistema. Portanto, esta etapa tem como objetivo:

- Classificar requisitos como funcionais e não-funcionais;
- Eliminar ambiguidades;
- Definir prioridades;
- Resolver conflitos entre os requisitos e entre os interesses dos *stakeholders*.

Para contribuir com o processo de análise, é recomendado elaborar um diagrama de caso de uso. Este diagrama tem como objetivo tornar clara a função de cada requisito e como este se envolve com o usuário (Barros, 2015). Em geral, a elaboração deste diagrama é composta por três etapas (Ribeiro, 2012):

1. Definição dos atores: identificação das entidades externas (pessoas, máquinas ou outros sistemas) que interagem com o *software*. Os atores são classificados em primários, utilizadores diretos, e secundários, aqueles que auxiliam o sistema para que este possa satisfazer seus objetivos;
2. Definição dos casos de uso: identificação do objetivo dos atores com o sistema. Devem descrever as interações dos atores e como o sistema deve responder a suas expectativas para cumprir o(s) objetivo(s);
3. Definição dos cenários de utilização: descreve o fluxo de eventos resultante da interação dos atores com o sistema. Os cenários são instâncias dos casos de uso e representa o percurso de ações. Esta é a informação mais importante a ser identificada no diagrama de caso de uso.

Na Figura 6 pode ser observado um exemplo de diagrama de caso de uso.

Ao fim da análise, é realizada uma negociação com os *stakeholders* para decidir quais requisitos devem ser aceitos. Essa negociação visa obter um consenso para que não haja conflito entre as características levantadas. Outro ponto importante, é definir de forma clara quais serão os impactos destes requisitos durante a manutenção do sistema. Desta forma, esta fase deve garantir que os requisitos identificados não sejam esquecidos, conflitantes, ambíguos, sobrepostos e irreais (De Espindola *et al.*, 2004).

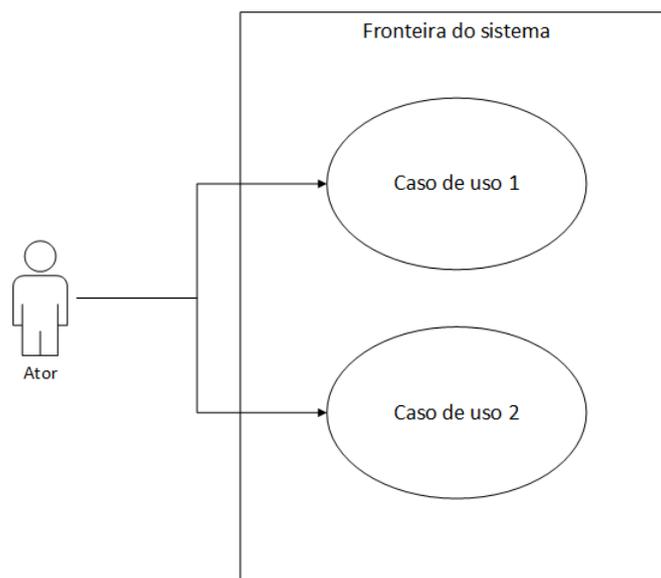


Figura 6. Ilustração de um diagrama de caso de uso. Adaptado de Ribeiro (2012).

Devem ser realizadas nesta etapa, reuniões e *brainstorms* com os *stakeholders* com o fim de elaborar de forma clara, porém não definitiva, uma documentação dos requisitos. O registro dessa negociação é importante por possibilitar o resgate de informações em futuras consultas, principalmente se houver a necessidade de realizar alguma manutenção no sistema que afete algum requisito já estabelecido (Ramires, 2004).

3.1.3 Documentação dos requisitos

A documentação dos requisitos é uma das partes mais importantes do projeto. Tem como objetivo registrar todos requisitos analisados e aceitos pelos *stakeholders*. Esta documentação deve ser elaborada de forma clara para o entendimento de qualquer pessoa envolvida no projeto.

As especificações podem ser escritas utilizando linguagem natural, com o auxílio de diagramas, tabelas, fotografias e/ou imagens para contribuir com a informação a ser transmitida. Também pode ser utilizada linguagem formal onde são utilizadas fórmulas matemáticas e expressões de linguagens de programação, no entanto, o uso deste tipo de linguagem pode não ser compreendido por todos os envolvidos (Ribeiro, 2012).

Há diversos modelos de documentação de especificação disponíveis na literatura, como por exemplo: IEEE Std 830-1998 “*Recommended Practice for Software Requirements Specifications*” e “*Volere Requirements Specification Template*”. Porém, é livre ao responsável pelo levantamento dos requisitos elaborar seu próprio modelo ou alterar um já existente, sempre tendo como objetivo o esclarecimento do propósito do sistema e seus requisitos (Barros, 2015). Em geral, o documento deve possuir as seguintes informações (Ribeiro, 2012):

- Visão sobre o negócio que suportará o projeto e quais os impactos de seu desenvolvimento;
- Definições dos serviços relacionados aos requisitos funcionais e não-funcionais do sistema;
- Restrições sobre o desenvolvimento e quanto a operação do sistema;
- Descrição do ambiente em que o sistema será utilizado;
- Especificação de todos os requisitos;

O documento também deve deixar claro como será realizada a manutenção do sistema após a conclusão do desenvolvimento, contendo informações sobre como as modificações propostas devem ser contextualizadas aos requisitos já estabelecidos (De Espindola *et al.*, 2004).

3.1.4 Validação dos requisitos

Neste momento os documentos gerados na etapa anterior são aprovados para futuras utilizações pelo time de desenvolvimento, teste e manutenção. Embora, seja similar a fase de análise de requisitos, na validação tem como objetivo avaliar o documento para certificar que os requisitos e especificações levantadas estão de fato corretas e reais. Além de que, a validação dos requisitos é realizada por um conjunto de pessoas envolvidas diretamente no

projeto com conhecimento técnicos e conhecimento sobre as normas da organização onde o projeto está sendo desenvolvido (Ribeiro, 2012).

Como saída desta etapa são obtidos: um documento de especificação, caso a validação seja bem-sucedida, e um relatório de validação. Este relatório deve conter uma lista com os problemas encontrados, como problemas de ambiguidade e falta de clareza, e uma lista de ações tomadas para resolução dos itens da lista de problemas (Ribeiro, 2012).

Para realizar o processo de validação pode ser utilizada três técnicas (Ribeiro, 2012):

- **Revisão:** onde o documento é simplesmente revisado pelo time de validação e aprovado por um consenso entre eles;
- **Prototipagem:** podem ser utilizados protótipos do sistema a ser desenvolvido para validar os requisitos presentes no documento de especificação. Os protótipos utilizados para validação devem ser um sistema útil próximo ao que será desenvolvido para que sejam identificadas funcionalidades básicas;
- **Concepção de testes:** elaborar teste do sistema com o objetivo de antecipar a existência de problemas muitas vezes difíceis de detectar apenas com a inspeção do documento de especificações.

A validação é um processo demorado o que muitas vezes é limitado pelo tempo necessário para elaboração do projeto. No entanto, deve-se agir com cuidado na aprovação do documento de especificações para mitigar futuros custos não programados com manutenções devido à falta de especificação de requisitos.

3.1.5 Gestão de requisitos

Após todo o processo de Engenharia de Requisitos para levantar e aprovar especificações do sistema, é quase inevitável o surgimento da necessidade de alterações de

alguns destes requisitos. Para que estas alterações sejam realizadas de forma segura é utilizada a gestão de requisitos.

Em geral, cada organização elabora seu próprio método de gestão de requisitos, no entanto o modelo mostrado na Figura 7 é tomado como base para definição deste processo.

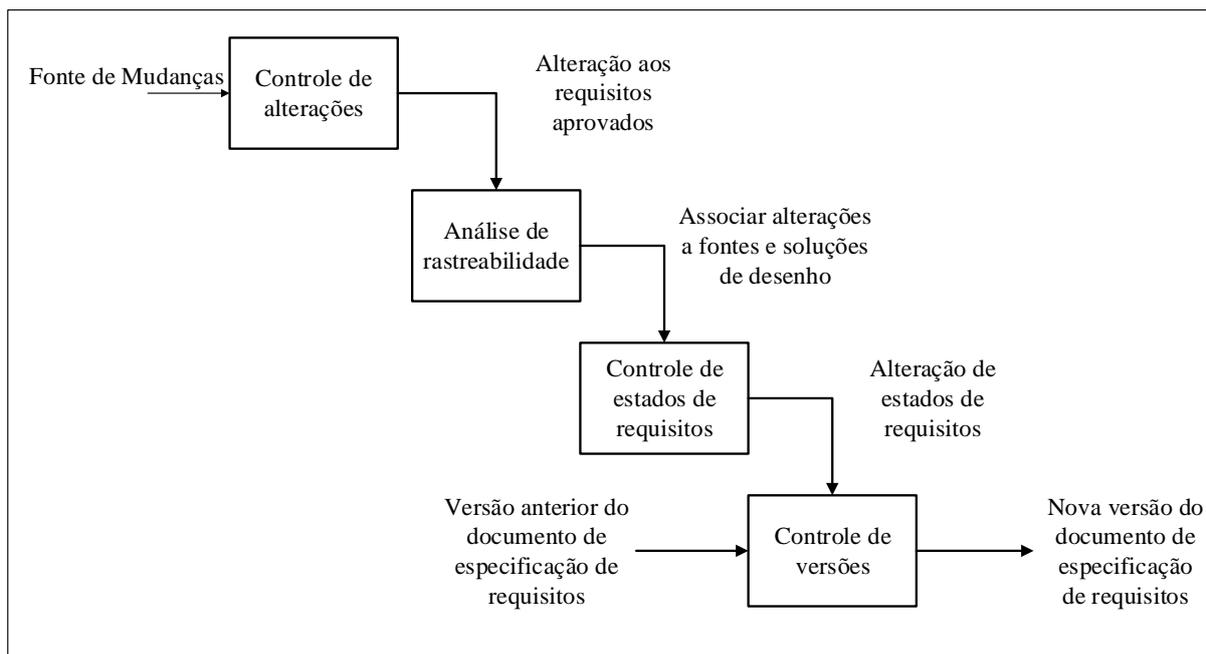


Figura 7. Modelo do processo de gestão de requisitos. Adaptado de Ribeiro (2012).

Primeiramente é realizado o controle de alterações, onde as propostas de alterações são analisadas e é avaliado o impacto deste no processo de desenvolvimento. Posteriormente, é feita uma análise de rastreabilidade para verificar os motivos da existência de um requisito de forma a avaliar o impacto deste nas demais especificações. A cada requisito é atribuído um estado para associar a função atual deste no projeto, esta etapa é denominada controle de estados de requisitos. Por fim, o documento de especificação é atualizado para uma nova versão contendo as alterações aprovadas.

3.2 Plataforma *Android*®

O *Android*® é um sistema operacional de código aberto baseado em Linux, inicialmente voltado para sistemas móveis como, *smartphones* e *smartwatch*, no entanto, atualmente também é possível encontrá-lo embarcado em televisores (Paulo, 2014). Surgiu em 2003 a partir da intenção da empresa Android Inc. em desenvolver um sistema operacional para máquinas fotográficas digitais, porém, os fundadores Andy Rubinera, Nick Sears e Chris White notaram que este mercado não seria suficiente, modificando o escopo para *smartphones*.

A *Google*® já realizava investimentos na empresa, mas adquiriu a Android Inc. em 2005. Em 2007 foi formada a *Open Handset Alliance* (OHA), um grupo de empresas liderado pela *Google*® para desenvolver a indústria de dispositivos móveis (Paulo, 2014).

A primeira versão do *Android*® foi lançada em 2007. Em 2008 foi lançado o primeiro aparelho com o sistema operacional embarcado, o HTC Dream. Este possuía um processador ARM de 528 MHz, 192 MB de memória RAM, câmera de 3,2 megapixel, sensor GPS (*Global Positioning System*), bússola digital (magnetômetro) e acelerômetro (Domhan e Der Dualen Hochschule, 2010).



Figura 8. HTC Dream (Domhan e Der Dualen Hochschule, 2010).

O *Android*® foi desenvolvido com o propósito de ser um sistema operacional para dispositivos de baixo poder de processamento e memória. Desta forma, o gerenciamento dos recursos é uma das características do sistema, principalmente o gerenciamento de energia, uma vez que mesmo com o avanço dos dispositivos móveis, a bateria ainda é um dos problemas encontrado pelos desenvolvedores (Paulo, 2014).

Como o *Android*® é uma plataforma aberta, que utiliza licença *open-source* Apache 2.0, é permitido que cada fabricante modifique o sistema de acordo com seu interesse. Os fabricantes de *smartphones* modificam o sistema para personalizar a interface de acordo com seu respectivo produto, desta forma, o *Android*® se torna um sistema flexível e popular (Domhan e Der Dualen Hochschule, 2010).

3.2.1 Arquitetura do *Android*®

Na **Figura 9** pode ser observada a arquitetura do *Android*®. Cada camada possui finalidades e propósitos específicos. Segue a descrição de cada camada (Paulo, 2014):

- **Kernel Linux:** é utilizando no *Android*® a versão 2.6 do *Kernel Linux*. Esta camada tem como objetivo o controle do *hardware* onde o *software* está embarcado. Desta forma, o *kernel* tem como principais funções o gerenciamento de memória, controle do *display*, controle e aquisição dos dados dos sensores e gerenciamento energético do sistema. Também é responsabilidade do *kernel* controle da pilha de protocolos;
- **Bibliotecas:** nesta camada está a coleção de bibliotecas C/C++ que são utilizadas pelo sistema. As principais são de controle gráfico 2D, controlador de multimídia, a “*Lib Web Core*”, utilizada pelo navegador e o “*Freetype*”, responsável pela renderização de fontes e bitmaps (imagens formadas por pixels);

- **Android Runtime:** esta camada é responsável pela execução e gerenciamento das aplicações. É executada por uma máquina virtual Java modificada chamada *Dalvik Virtual Machine*. O principal motivo da utilização do *Dalvik* é o melhor aproveitamento de poder de processamento e utilização de memória em dispositivos móveis (Domhan e Der Dualen Hochschule, 2010).
- **Framework de aplicações:** o *framework* é responsável por prover ferramentas para o desenvolvimento de aplicações, constituído por um conjunto de serviços e sistemas que gerenciam os recursos de *software*. Algumas ferramentas disponíveis são: notificações, localização (GPS), telefone (conexão à rede) e janelas (criações dos *layouts*);
- **Aplicações:** nesta camada são instaladas todas as aplicações que são executadas pelo sistema. Todas as demais camadas fornecem suporte para os aplicativos, que podem ser nativos ou desenvolvido por terceiros.

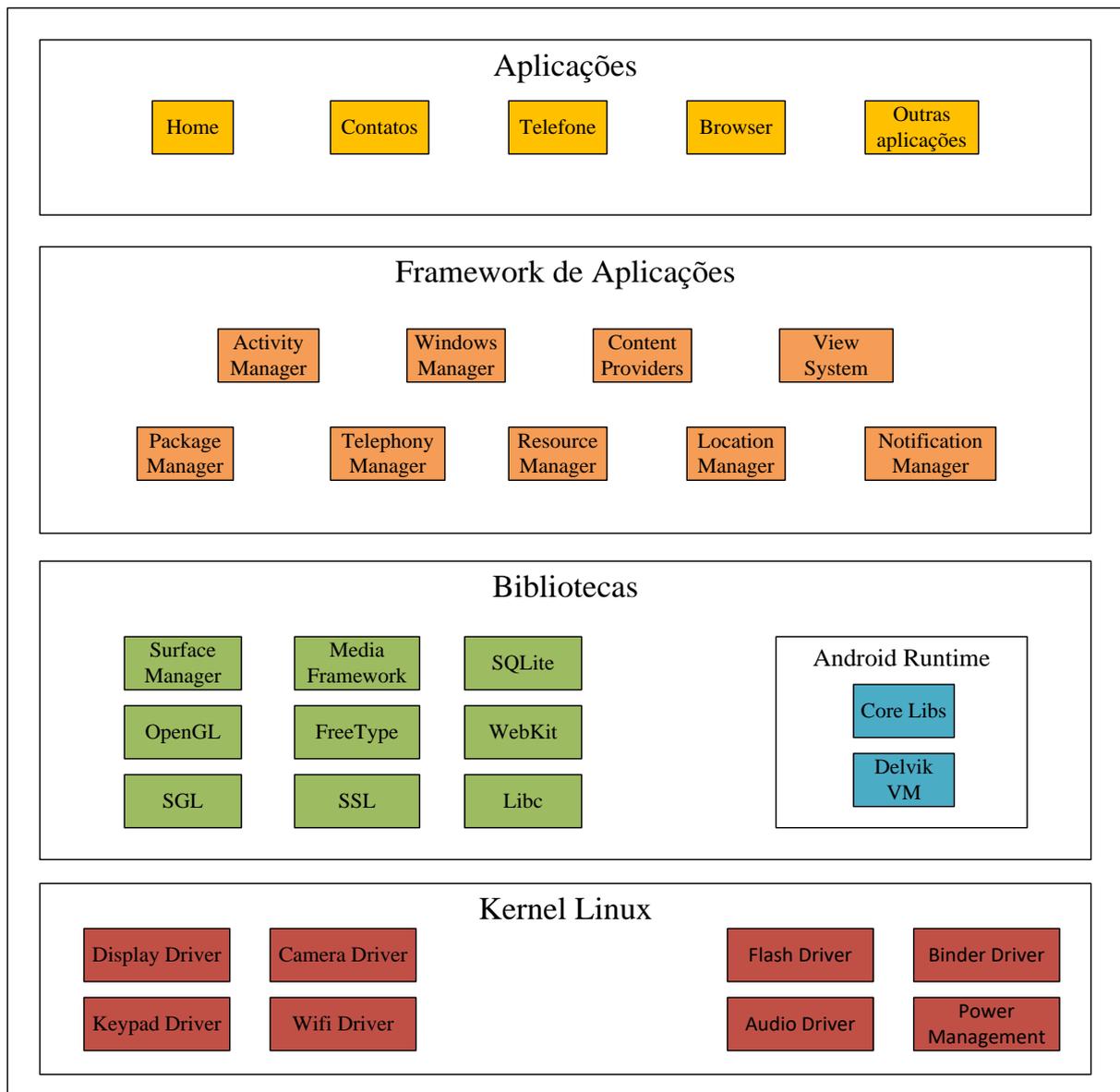


Figura 9. Arquitetura do *Android*® e suas respectivas camadas. Adaptado de Paulo (2014).

3.2.2 Desenvolvimento de aplicações para *Android*®

O desenvolvimento de aplicações para *Android*® é realizado utilizando as linguagens XML (*Extensible Markup Language*) e Java. O XML é responsável pela elaboração da interface de usuário e elementos gráficos, o Java fornece funcionalidade e processamento lógico aos módulos de interface (Paulo, 2014).

Uma das vantagens da programação para *Android*® é a utilização das APIs (*Application Programming Interface*), que disponibilizam funcionalidades do sistema. Estas

APIs estão disponíveis na camada de *framework* de aplicações e facilitam a utilização de funcionalidades do sistema como: dados GPS ou localização, dados de sensores, recursos multimídia e notificação. Também é possível modificar as APIs para elaboração de aplicações personalizadas e otimizadas (Paula, 2013).

O IDE (*Integrated Development Environment*) mais utilizado atualmente é o *Android Studio*®. Disponibilizado gratuitamente pela *Google*® por utilizar licença Apache 2.0 e desenvolvido utilizando como base o *IntelliJ IDEA* da *JetBrains* (Ducrohet *et al.*, 2013).

A programação em *Android*® possui alguns componentes em particular que são utilizados durante a criação de aplicações. Estes componentes são (Paulo, 2014):

- **Activity:** unidade básica de software e ligada a cada interface de usuário, onde são geradas as telas e os elementos visuais utilizando XML. O gerenciamento das *activities* é realizada pela camada *Framework*;
- **Intents:** é a chamada realizada em Java para executar uma *activity* e determinar como esta deve se comportar. Além de determinar como será realizada a transmissão de dados entre as *activities*;
- **Broadcast Receiver:** elemento do Java responsável por adquirir dados de outros aplicativos ou funcionalidades. Se mantém inativo até que o dado esperado seja recebido;
- **Services:** são elementos executado em segundo plano. Não sendo necessário estar relacionados a uma interface para serem executados;
- **Content Provider:** possibilita o compartilhamento de informações e dados entre diferentes instâncias do aplicativo.

3.3 Firebase®

O *Firestore*® é uma plataforma de *backend-as-a-service* (BaaS) que fornece diversas ferramentas para o desenvolvimento de aplicações, tanto móvel quanto WEB. *Backend-as-a-service* são serviços que permitem ao desenvolvedor estabelecer uma conexão do seu aplicativo com serviços na nuvem, desta forma é possível a implementação de um banco de dados remoto, envio de notificações e implementação de autenticações (Costa *et al.*, 2016). Os serviços disponibilizados tornam mais simples o desenvolvimento de aplicações e contribuem para um resultado mais robustos.

A empresa *Firestore*® surgiu em 2011, resultado da evolução de duas *startups* fundadas por James Tamplin e Andrew Lee, que inicialmente realizavam serviço *online* como *chat* e rede social. Após a observação de necessidades da comunidade de desenvolvedores de aplicativos, James e Andrew modificaram o escopo da empresa para fornecer serviços em tempo real de banco de dados (Melendez, 2014). Foram adquiridos pela *Google*® em 2014, e esta adicionou vários serviços a plataforma (Darrow, 2013).

Os serviços disponíveis são divididos em quatro categorias: *Analytics*, *Desenvolva*, *Expandir* e *Lucre* (Firestore, 2016), como pode ser observado na Figura 10.



Figura 10. Serviços disponíveis pelo *Firestore*® (Firestore, 2016).

Os serviços que mais se destacam dentre as categorias são:

- ***Analytics***: fornece relatórios sobre a utilização da aplicação e o envolvimento dos usuários. Fornece informações de até 500 eventos distintos de forma gratuita;
- ***Autenticação***: fornece serviço de backend, SDK (Software Development Kit) simples e bibliotecas de UI (User Interface) para implementação de autenticação. É possível implementar autenticação utilizando email/senha ou provedores populares de identidade, como Google®, Facebook® e Twitter®;
- **Banco de Dados em tempo real**: um dos principais serviços do *Firebase*®. Possibilita o armazenamento e sincronização de dados utilizando JSON (*JavaScript Object Notation*) na nuvem. Os dados são enviados ao banco de dados e os usuários conectados são sincronizados em tempo real;
- **Hospedagem**: realiza a hospedagem de conteúdo WEB a nível de produção para desenvolvedores. Neste é possível implementar aplicativos WEB em uma rede global utilizando apenas um comando;
- **Configuração Remota**: possibilita a configuração de alguns parâmetros da aplicação remotamente, não sendo necessário que seja realizada uma atualização para modificar pequenos parâmetros;
- **Envio de notificações**: serviço gratuito de direcionamento de notificações para aplicações móveis. Permite o agendamento do envio e configuração do grupo que receberá as notificações.

3.4 Desenvolvimento *WEB*

Após a criação da *internet* por Tim Berners-Lee, surgiu o conceito de hipertexto, uma nova forma de organização de informação que possibilita realizar ligações entre partes do

texto utilizando chamadas de *hiperlinks* e *links*. Tim tinha como objetivo elaborar mecanismos para interligar e compartilhar documentos entre pesquisadores de diferentes instituições. Como a *internet* é baseada em um modelo de cliente-servidor, qualquer computador do mundo pode ser interligado (Miletto e De Castro Bertagnolli, 2014).

A ligação entre os computadores é realizada utilizando um endereço virtual, chamando URL (*Uniform Resource Locator*). O cliente solicita informação por meio deste endereço e o servidor responde à solicitação. Para que seja feita esta solicitação é utilizado um navegador (ou *browser*). Dentre os principais navegadores disponíveis atualmente destacam-se: *Internet Explorer*, *Firefox*, *Safari*, *Opera* e *Google Chrome*.

Os arquivos compartilhados na internet são desenvolvidos em várias linguagens, por exemplo: HTML (*HyperText Markup Language*), CSS (*Cascading Style Sheets*) e Javascript. Cabe ao navegador interpretá-las e exibi-las ao usuário.

O HTML é uma linguagem de marcação utilizada para criar páginas interpretadas pelo navegador. Os itens do texto são posicionados e formatados utilizando um comando específico, chamados de TAGs. No entanto, o HTML possui recursos limitados de formatação visual, permitindo apenas ajustes simples em textos. Para elaborar diferentes tipos de formatações, como bordas, cores, fundos, elementos textuais estilizados e diferentes layouts é utilizada a linguagem CSS. Já as ações e processamentos em um aplicativo WEB, como ação de botões, animações, processamento de autenticação e acesso ao banco de dados são realizados utilizando outra linguagem, o Javascript (Miletto e De Castro Bertagnolli, 2014).

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi idealizado e realizado em parceria com o Dr. Rafael Stelmach da Divisão de Pneumologia do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo e consiste na concepção e desenvolvimento de um sistema formado por uma aplicação para dispositivo móvel, uma aplicação WEB e recursos disponíveis da plataforma *Firebase*®, como banco de dados em tempo real, autenticação e gerenciamento de notificações. Na Figura 11 pode ser observado o diagrama de como estão dispostos os elementos do sistema.

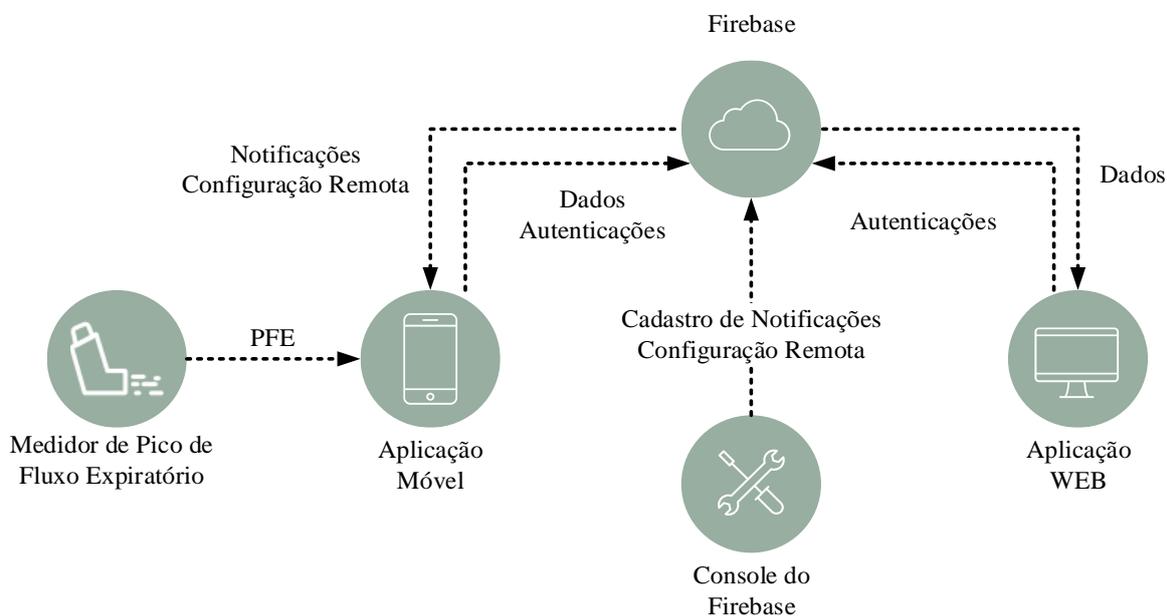


Figura 11. Diagrama do sistema proposto

4.1 Materiais

4.1.1 Ambiente de desenvolvimento

Para desenvolvimento deste projeto foram utilizados dois recursos computacionais, um computador pessoal para desenvolvimento e testes das aplicações e configuração dos recursos do *Firebase*® e um *smartphone* para testes e implementação da aplicação móvel. Na Quadro 7 podem ser observadas as características dos sistemas computacionais utilizadas.

Quadro 7. Recursos computacionais utilizados durante o desenvolvimento do projeto.

Configuração	Computador Pessoal	Smartphone
Modelo	AsusTeK Computer K53SV	Motorola Moto G (2a Geração)
Processador	Intel Core i7-2630QM CPU 2.00GHz, 4 Cores, 8 Processadores Lógicos	Qualcomm MSM8226 Snapdragon 400 1.2 GHz Quad Core
Memória RAM	6.00 GB	1.00 GB
Sistema Operacional	Microsoft Windows 10 Home	Android 6.0

Para desenvolvimento da aplicação móvel, foi utilizado o ambiente de desenvolvimento integrado (*IDE*) Android Studio 2.2.2, Build #AI-145.3360264, built on October 18, 2016. A aplicação foi desenvolvida utilizando as linguagens Java e XML.

A aplicação WEB foi desenvolvida na plataforma *Sublime Text*, Build 3216. As linguagens utilizadas para o desenvolvimento desta aplicação foram: HTML, CCS e Javascript.

No *Firebase*® são configurados os parâmetros dos seguintes serviços: banco de dados, autenticação, notificações e configuração remota. A comunicação entre as aplicações é realizada utilizando as bibliotecas fornecidas *Firebase*® para cada serviço.

4.1.2 Medidor de pico de fluxo expiratório

Para aquisição do valor de pico de fluxo expiratório foi utilizado o dispositivo Vitalograph asma-1 usb (Figura 12. Medidor de pico de fluxo expiratório Vitalograph asma-1 usb (Vitalograph, 2017).). Este dispositivo envia os valores de PFE utilizando protocolo serial UART (*Universal asynchronous receiver/transmitter*) com as seguintes configurações: taxa de dados de 115200 bits por segundo (bps), um bit de parada e palavra digital de 8 bits.



Figura 12. Medidor de pico de fluxo expiratório Vitalograph asma-1 usb (Vitalograph, 2017).

O *Android*® já possui nativamente suporte a dispositivos com comunicação serial UART, desta forma, a aplicação móvel apenas recebe os dados por meio desta comunicação e extrai o valor do pico de fluxo da mensagem recebida.

4.1.3 Questionário

O questionário utilizado foi proposto pelo Dr. Rafael Stelmach da Divisão de Pneumologia do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas em São Paulo. Possui como base as seis primeiras questões do ACQ em português, além de possuir uma questão sobre o uso de corticosteroíde oral ou parenteral e uma sobre o pico de fluxo expiratório. O

Quadro 8 apresenta o questionário proposto.

Este questionário não ainda não foi submetido a validação clínica. Isto será objeto de outro trabalho acadêmico a ser realizado no InCor/HC/USP.

4.2 Métodos

4.2.1 Levantamento de requisitos

Para realizar o levantamento de requisitos foram realizadas reuniões com as pessoas envolvidas no projeto desta dissertação (Dr. Rafael Stelmach, Dra. Marly Costa, Dr. Marco Antonio). O método utilizado para identificar os requisitos foi o *brainstorm*, onde as especificações eram discutidas e avaliadas pelos participantes. Após cada reunião era gerada uma ata para registrar o conteúdo das discussões.

Após a coleta das informações discutidas, foi gerado um documento de especificação contendo as seguintes informações:

- Propósito e Descrição do sistema;
- Visão Geral do Sistema: Classe e Características dos Usuários;
Premissas e Restrições;
- Requisitos funcionais e Requisitos não-funcionais;

Quadro 8. Questionário proposto.

Número da Questão	Questão	Respostas
Q1	Em média, durante os últimos sete dias, o quão frequentemente você se acordou por causa de sua asma, durante a noite?	Nunca Quase nunca Poucas vezes Várias vezes Muitas vezes Muitíssimas vezes Incapaz de dormir devido a asma
Q2	Em média, durante os últimos sete dias, quão ruins foram os seus sintomas de asma, quando você acordou pela manhã?	Sem sintomas Sintomas muito leves Sintomas leves Sintomas moderados Sintomas um tanto graves Sintomas graves Sintomas muito graves
Q3	De um modo geral, durante os últimos sete dias, o quão limitado você tem estado em suas atividades por causa de sua asma?	Nada limitado Muito pouco limitado Pouco limitado Moderadamente limitado Muito limitado Extremamente limitado Totalmente limitado
Q4	De um modo geral, durante os últimos sete dias, o quanto de falta de ar você teve por causa de sua asma?	Nenhuma Muito pouca Alguma Moderada Bastante Muita Muitíssima
Q5	De um modo geral, durante os últimos sete dias, quanto tempo você teve chiado?	Nunca Quase nunca Pouco tempo Algum tempo Bastante tempo Quase sempre Sempre

		Nenhum
		1-2 jatos na maior parte dos dias
		3 – 4 Jatos na maior parte dias
		5 - 8 Jatos na maior parte dias
		9 -12 jatos na maior parte dias
		13 – 16 Jatos na maior parte dias
		Mais de 16 jatos na maior parte dias
		Nenhum dia
Q7	De modo geral, durante os últimos sete dias, quantos você recorreu ao uso de corticoteróide oral ou injetável.	Até 2 dias
		Mais de 2 dias
Q8	Valor do Pico de Fluxo Expiratório	$PFE \geq PFE_{ref}$
		$0,8 \cdot PFE \leq PFE < PFE_{ref}$
		$PFE < 0,8 \cdot PFE_{ref}$

O documento de especificação de requisitos foi submetido à avaliação dos participantes do projeto que retornaram pontos importantes a serem corrigidos e ajustados. Ao fim do processo de validação, o documento foi utilizado como base para nortear o desenvolvimento das aplicações.

Posteriormente, novos requisitos foram adicionados com base na observação da utilização do sistema. Desta forma, foram incluídas novas funcionalidades e alguns requisitos foram ajustados.

Nas próximas seções serão abordadas as premissas, os requisitos funcionais e não-funcionais utilizados no desenvolvimento deste projeto.

4.2.1.1 Premissas

Como ponto de partida para o desenvolvimento do projeto, foram utilizadas as premissas e os requisitos identificados durante o processo de levantamento de requisitos. As seguintes premissas foram observadas para desenvolvimento das aplicações:

- O aplicativo móvel deve ser desenvolvido para plataforma *Android*®, uma vez que este é o sistema operacional para dispositivo móvel mais popular do mundo (Idc, 2017).
- O aplicativo móvel deve ser desenvolvido de forma a garantir uma usabilidade adequada para todas as faixas etárias, desta forma, possuir uma interface simples de modo que pessoas não habituadas a esta tecnologia possam utilizar;
- Deve ser possível o usuário médico visualizar e monitorar os resultados dos usuários, pacientes, por meio da aplicação WEB;
- Para garantir a segurança dos dados obtidos dos pacientes, deve ser armazenado o mínimo de informação no dispositivo do usuário. Estes dados devem ser enviados ao banco onde será o único local de armazenamento;
- As notificações e alertas devem ser simples e diretos e não devem ser exibidos em excesso visando alcançar melhor aderência ao tratamento.

4.2.1.2 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais levantados para a aplicação foram tomados com base no diagrama de caso de uso que pode ser observado na Figura 13. Foi utilizado a abreviação RF (Requisito Funcional) para referenciar cada especificação. As especificações abaixo são as utilizadas na última versão do sistema. Após o processo de levantamento e gestão de requisitos as especificações foram ajustadas e remodeladas.

Os requisitos funcionais identificados são:

- [RF1] Para utilizar a aplicação móvel, o usuário deve realizar autenticação utilizando uma conta do *Google*®. Esta conta pode ser a mesma utilizada no dispositivo *Android*®;

- [RF2] As questões devem ser apresentadas em botões de múltiplas escolhas com nível de cor representando a severidade de cada resposta;
- [RF3] Durante o preenchimento do questionário, o paciente deve fornecer o valor obtido no teste expiratório realizado com o medidor de pico de fluxo expiratório. Este valor pode ser inserido manualmente ou automaticamente através do medidor de pico de fluxo expiratório Vitalograph Asma-1 conectado ao USB do dispositivo;
- [RF4] No aplicativo WEB, o médico deve realizar autenticação para acessar o sistema;
- [RF5] O sistema deve possibilitar que médico realize uma busca no banco de dados utilizando informações dos pacientes;
- [RF6] Os dados adquiridos dos pacientes pelo aplicativo móvel devem ser apresentados ao médico de acordo com a pesquisa realizada. Devem ser apresentados: um histórico dos resultados obtidos do preenchimento do questionário e os resultados dos testes expiratórios.
- [RF7] Para melhor análise dos dados, o sistema deve possibilitar a exportação em arquivo do tipo planilha;
- [RF8] No console do *Firebase*®, será possível o médico elaborar notificações a serem enviadas aos pacientes. Estas notificações podem ser enviadas a um grupo ou a uma pessoa em específico;
- [RF9] Ao finalizar o preenchimento do questionário, o sistema deve calcular o score e apresentar ao usuário;
- [RF10] Ao apresentar o resultado do questionário, o sistema deve fornecer um *feedback* com instruções ao paciente. Estas mensagens são determinadas levando-se em consideração o score atual e o score anterior, armazenado na aplicação móvel para não depender da disponibilidade de acesso à *internet*. O conteúdo das instruções devem ser definidas previamente pelo médico;

- [RF11] Ao fim do preenchimento do questionário, apresentar ao usuário o histórico do escore final das últimas quatro avaliações. Os dados das avaliações anteriores deverão ser armazenados no dispositivo, da mesma forma que é realizado para fornecer o *feedback*.
- [RF12] Os dados gerados serão enviados ao banco na nuvem utilizando os serviços do *Firebase*®;
- [RF13] Os textos das mensagens *de feedback* poderão ser ajustados utilizando o recurso de configuração remota do *Firebase*®. Desta forma, não será necessário modificar o projeto do *software* para realizar estes ajustes;
- [RF14] As contas utilizadas para realizar o acesso as aplicações móvel e WEB podem ser excluídas ou adicionadas pelo administrador do sistema;
- [RF15] O administrador do sistema pode realizar *Backups* e ajustes no banco de dados, como correções e/ou remoções de dados incorretos.

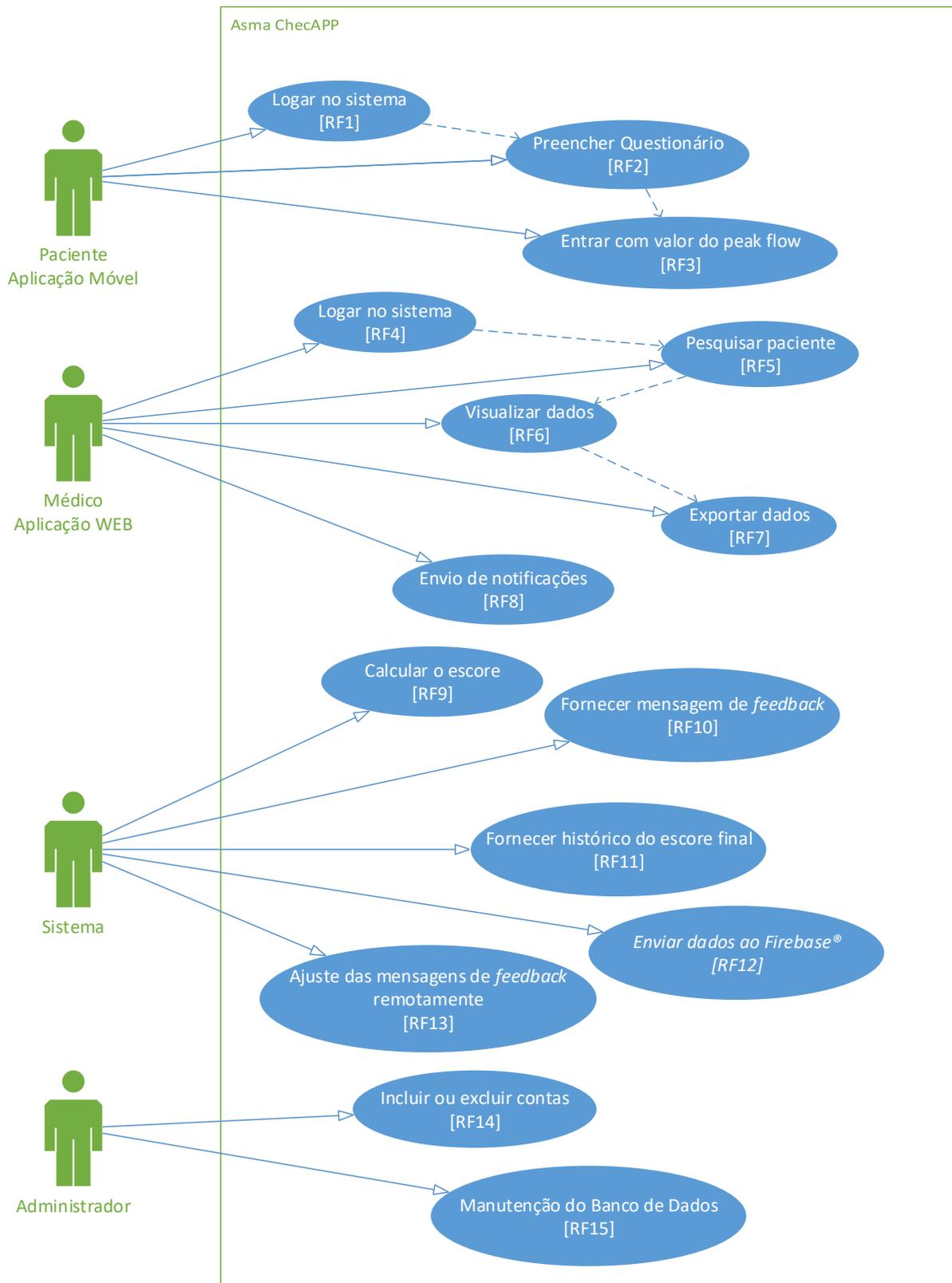


Figura 13. Diagrama de caso de uso do sistema.

4.2.1.3 Requisitos não-funcionais

Os requisitos não-funcionais, ou seja, ligados a funcionalidade e qualidade do sistema, foram divididos em quatro categorias, são elas: requisitos de segurança, requisitos de usabilidade, requisitos de desempenho e requisitos de *hardware* e *software*. Foi utilizado a nomenclatura RFN (Requisito Não-Funcional) para referenciar cada especificação:

Requisitos de segurança:

[RNF1] A autenticação no aplicativo móvel deve ser realizada de forma mais simples possível e que garanta a segurança dos dados dos usuários;

[RNF2] A autenticação na aplicação WEB deve ser realizada pelo médico utilizando um usuário e senha cadastrados pelo administrador do sistema ou utilizando informações de um provedor de identidade. Este acesso é individual;

Requisitos de usabilidade:

[RNF3] O aplicativo móvel deve ser desenvolvido para melhor usabilidade de usuários não habituados a esta tecnologia. Os textos e botões devem possuir tamanho adequado para uma ótima legibilidade e acessibilidade. O layout deve ser simples e autoexplicativo.

[RNF4] As notificações no aplicativo móvel devem ser mensagens curtas e de fácil entendimento. Não devem ser acumulativas caso o usuário não tenha visto uma anterior. Deve ser possível o fechamento após a visualização;

[RNF5] A entrada do valor do teste expiratório deve ser o mais simples possível. Portanto, quando for solicitado ao paciente para digitar o número obtido no medidor de pico de fluxo, o teclado deve aparecer somente números, ponto e o botão de entrada;

[RNF6] Deve ser possível o usuário conectar o medidor de pico de fluxo expiratório Vitalograph Asma-1 e o sistema adquirir os valores de PFE automaticamente.

Requisitos de *hardware* e *software*:

[RNF7] Como será utilizado plataforma *Android*® para aplicação móvel, o hardware deve possuir ao menos conexão com internet, rede móvel ou *wifi*;

[RNF8] O dispositivo móvel deve estar na versão *Android*® 4.0 ou superior;

4.2.2 Cálculo do *escore*

O *escore* obtido como resultado do preenchimento do questionário é composto por quatro parâmetros, denominados e calculados da seguinte forma:

4.2.2.1 Seis primeiras questões do ACQ (ACQ_6)

Este parâmetro é formado pelas seis primeiras questões do ACQ. As questões de 1 a 5 retratam os sintomas da asma (sintomas noturnos, matinais, limitações de atividades diárias, dispneia e sibilos), a questão 6 avalia o uso de medicação de resgate (β_2 -agonista). O valor do *escore* obtido para este parâmetro é determinado da seguinte forma:

$$ACQ_6 = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 Q_i \quad (1)$$

onde, i é o número da questão e Q_i o valor da resposta escolhida pelo paciente para questão i .

Este valor é um número inteiro e compreende o seguinte intervalo:

$$0 \leq Q_i \leq 6 \quad (2)$$

Este parâmetro possui peso 2 para cálculo do *escore* final. Ou seja:

$$W_{ACQ} = 2 \quad (3)$$

4.2.2.2 Piora da Asma (AV_{PA})

Este parâmetro leva em conta a frequência de utilização de medicação de resgate ao longo da semana (esta frequência é retratada pela questão 6 do ACQ) e o uso de corticosteróide oral ou injetável (questão 7 do questionário final). É atribuído 1 a este parâmetro se o paciente fez uso de medicação de resgate ao menos 5 vezes nos últimos 7 dias ou recorreu o uso de corticosteróide em até 2 dias. Desta forma, este parâmetro é determinado utilizando a seguinte fórmula:

$$AV_{PA} = \begin{cases} 1, & \text{se } (Q_6 > 2) \text{ ou } (Q_7 = 1) \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (4)$$

onde Q_6 é o resultado da questão 6 e Q_7 o resultado da questão 7.

O peso deste parâmetro para cálculo do escore final é:

$$W_{AV_{PA}} = 2 \quad (5)$$

4.2.2.3 Crise de Asma (AV_{CA})

Para avaliação do estado de crise também se leva em conta o uso de corticosteróide oral ou injetável, no entanto, este parâmetro monitora se o uso deste medicamento foi realizado em mais de 2 dias na última semana, assim, o cálculo é realizado da seguinte maneira:

$$AV_{CA} = \begin{cases} 1, & \text{se } (Q_7 = 2) \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (6)$$

O parâmetro crise de asma possui o seguinte peso:

$$W_{AV_{CA}} = 3 \quad (7)$$

4.2.2.4 Pico de Fluxo Expiratório (AV_{PFE})

O objetivo deste parâmetro é avaliar a redução do calibre das vias aéreas do paciente. O valor de PFE é obtido através da utilização de um medidor de pico de fluxo expiratório. Para calcular o valor deste parâmetro é necessário estabelecer inicialmente o valor de

referência individual (PFE_{REF}). Este, é obtido quando o paciente não apresenta nenhuma limitação e expressa o melhor resultado individual para o teste de pico de fluxo expiratório.

Assim, o AV_{PFE} é obtido da seguinte maneira:

$$AV_{PFE} = \begin{cases} 1, & \text{se } PFE \geq PFE_{REF} \\ 2, & \text{se } 0,8 \cdot PFE_{REF} \leq PFE < PFE_{REF} \\ 3, & \text{se } PFE < 0,8 \cdot PFE_{REF} \end{cases} \quad (8)$$

onde PFE é o valor obtido pelo paciente durante o preenchimento do questionário

O peso deste parâmetro é:

$$W_{PFE} = 1 \quad (9)$$

4.2.2.5 Escore final

O escore final é obtido através da soma dos valores de cada parâmetro multiplicados por seus respectivos pesos, assim:

$$S = W_{ACQ} \cdot ACQ_6 + W_{AV_{PA}} \cdot AV_{PA} + W_{AV_{CA}} \cdot AV_{CA} + W_{PFE} \cdot AV_{PFE} \quad (10)$$

Os limites de valores possível do escore final são:

$$1 \leq S \leq 20 \quad (11)$$

4.2.2.6 Nível de Controle e Ação Sugerida

Os níveis de controle da asma definidas como: Controlada, Parcialmente Controlada e Fora de Controle, são definidas a partir dos limites de escore final conforme o Quadro 9.

Quadro 9. Limites para determinação do nível de controle.

Intervalo de Escore Final	Nível de Controle
$1 \leq S < 4$	Controlada
$4 \leq S < 12$	Parcialmente controlada
$S \geq 12$	Fora de Controle

Já a ação sugerida aos usuários é definida em comparação com o último valor de escore obtido. No Quadro 10 pode ser observado os limites e as mensagens atribuídas para cada intervalo.

Quadro 10. Intervalos para determinação das mensagens de ações sugeridas

Intervalo	Mensagem de Ação Sugerida
$S < 90\% S_{anterior}$	Parabéns! Sua asma está melhorando. Mantenha o uso diário da medicação de controle da asma. Lembre-se de evitar gatilhos: pó, poeira, pólen cheiros fortes, fumaça, cigarro, pelo ou pena de animais. Atividades físicas também ajudam a controlar a asma.
$90\% S_{anterior} \leq S < 110\% S_{anterior}$	O controle da sua asma está estável. Mantenha o uso diário da medicação de controle. Lembre-se de evitar gatilhos: pó, poeira, pólen cheiros fortes, fumaça, cigarro, pelo ou pena de animais.
$110\% S_{anterior} \leq S < 120\% S_{anterior}$	Está usando diariamente e corretamente seu inalador? Sabe a diferença entre o inalador com medicação para controle e inalador de alívio de sintomas? Clique em http://www.incor.usp.br/sites/incor2013/videos/asma-dpoc/index.html assista vídeos dos dispositivos inalatórios e aprenda a utilizá-los corretamente. Tire suas dúvidas com o médico ou farmacêutico com quem você trata.
$120\% S_{anterior} \leq S < 130\% S_{anterior}$	Seu escore da asma piorou. O tratamento de manutenção (corticosteróides inalatórios) controla seus sintomas, preserva sua capacidade pulmonar, e evita crises que te levam a emergência ou internação. É muito importante que utilize sua medicação conforme orientação médica e/ou farmacêutica.
$S \geq 130\%$	Seu escore da asma piorou muito. É possível que esteja usando muito broncodilatador de alívio indicando uma crise. Procure um serviço de atendimento de emergência mais próximo. Evite risco de vida. Asma pode matar.

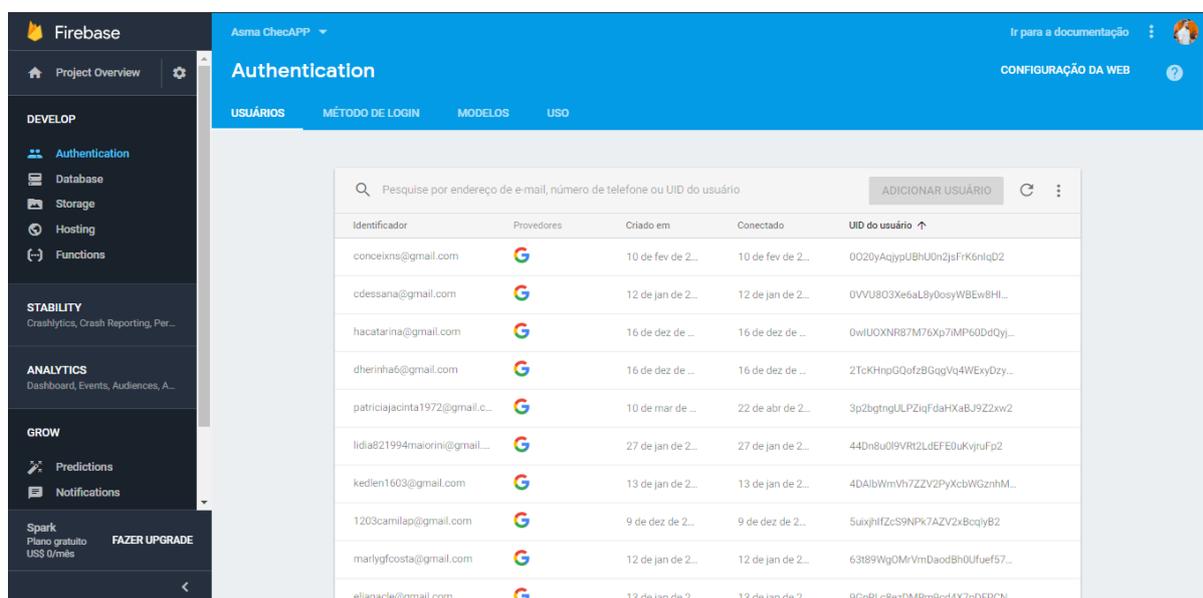
4.2.3 Recursos Firebase®

Para gerenciamento do sistema, são utilizados quatro recursos da plataforma *Firebase®*: autenticação utilizando conta *Google®*, banco de dados em tempo real, envio de notificações e configuração remota. Estes recursos são configurados durante o desenvolvimento da aplicação móvel e WEB através do uso dos seguintes SDKs: *Firebase Authentication*, *Firebase Realtime Database*, *Firebase Cloud Messaging* e *Firebase Config*.

Estes SDKs fornecem um grupo de bibliotecas e ferramentas necessárias para implementação dos recursos utilizados durante o desenvolvimento das aplicações.

O médico pode acessar o console do *Firebase*® utilizando uma conta que foi disponibilizada no decorrer do projeto. Esta conta possibilita o acesso apenas a seções de envio de notificações e configuração remota, de modo a evitar o acesso a seções específicas do desenvolvimento, como banco de dados e configuração de autenticações, que somente podem ser acessadas pelo administrador do sistema.

Após a configuração da autenticação, os usuários podem ser gerenciados utilizando o console do *Firebase*®, onde é possível observar os usuários que realizaram autenticação, adicionar usuários, desativar contas e excluir contas, o console para este gerenciamento pode ser observado na Figura 14.



The screenshot shows the Firebase Authentication console for the project 'Asma ChecAPP'. The main content area displays a table of users with the following columns: 'Identificador', 'Provedores', 'Criado em', 'Conectado', and 'UID do usuário'. A search bar at the top allows filtering by email, phone number, or UID. The table lists ten users, all of whom are providers from Google.

Identificador	Provedores	Criado em	Conectado	UID do usuário
conceixns@gmail.com	Google	10 de fev de 2...	10 de fev de 2...	0020yAqjypUBHU0n2jsFRk6nlqD2
cdessana@gmail.com	Google	12 de jan de 2...	12 de jan de 2...	0VVU803Xe6aL8y0osyWBEw8HI...
hacatarina@gmail.com	Google	16 de dez de ...	16 de dez de ...	0wiUOXNR87M76xp7IMP60ddQy...
dherinha6@gmail.com	Google	16 de dez de ...	16 de dez de ...	2TckHmpGQofzBGGvVq4WEryDzy...
patriciacinta1972@gmail.c...	Google	10 de mar de ...	22 de abr de 2...	3p2bgtngJULPZliqFdahXaBj9Z2xw2
lidia821994maiorini@gmail...	Google	27 de jan de 2...	27 de jan de 2...	44dn8u09Vrt2LdEFEdUkKvjuFp2
kedlen1603@gmail.com	Google	13 de jan de 2...	13 de jan de 2...	4DAIbWmVh7ZZV2PyXc1bWGznhM...
1203camilap@gmail.com	Google	9 de dez de 2...	9 de dez de 2...	SuixjhFZcsS9NPK7AZV2x8CqlyB2
marlyfcosta@gmail.com	Google	12 de jan de 2...	12 de jan de 2...	63t89Wg0M-VmDoadBh0Ufuef57...
elianacle@gmail.com	Google	13 de jan de 2...	13 de jan de 2...	9GnrLc8ezDMRm9cd4X7pDFFPCN...

Figura 14. Console para gerenciamento dos usuários no console do *Firebase*®.

O banco de dados também pode ser acessado pelo console do *Firebase*®. Neste é possível observar os dados armazenados de acordo com a aplicação móvel. No momento, estão sendo armazenados dois grupos de dados: valor do PFE de referência e resultados do preenchimento do questionário.

No valor de PFE de referência, são armazenados o nome do usuário, o valor do PFE de referência e o horário em que foi realizada a ação, como pode ser observado na Figura 15.

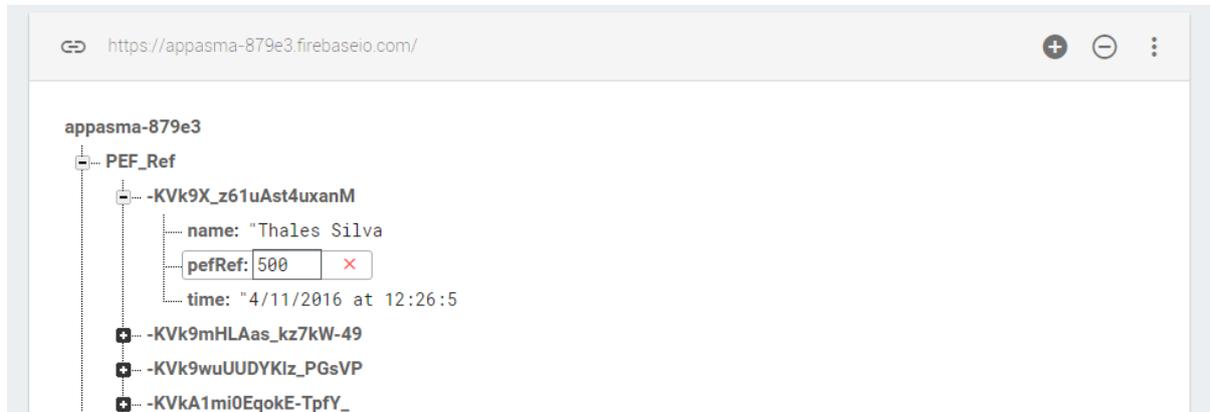


Figura 15. Armazenamento do PFE de referência no banco de dados.

Quanto a resposta do preenchimento do questionário, estão sendo armazenadas as seguintes informações: nome do usuário, PFE, escore final, escore do parâmetro ACQ_6 , escore do parâmetro AV_{CA} , escore do parâmetro $AVPA$, escore do parâmetro $AVPFE$ e o horário em que foi realizado o preenchimento. Os dados armazenados estão sendo armazenado conforme pode ser observado na Figura 16.



Figura 16. Armazenamento no banco de dados dos resultados obtidos pelo preenchimento do questionário.

4.2.4 Avaliação Preliminar

Para realizar a avaliação preliminar, de forma a avaliar o desempenho do sistema na contribuição ao automanejo, foi realizado um estudo onde uma população utilizou o sistema proposto durante quatro semanas. Os voluntários foram recrutados na divisão de pneumologia do Instituto do Coração do Hospital de Clínicas da Universidade de São Paulo.

A metodologia utilizada para realizar a avaliação consistiu em acompanhar a utilização do sistema pelos participantes durante 4 semanas, onde no intervalo de 7 dias com uma janela de ± 3 dias era observado os valores de cada paciente.

Ao fim da avaliação preliminar, uma pesquisa foi submetida ao grupo recrutado de forma a avaliar a utilidade e usabilidade do sistema no tratamento da asma (Figura 17), esta pesquisa foi realizada por meio da plataforma *Google Forms*, elaborada para facilitar a criação e divulgação de formulários. Foi solicitado aos participantes para avaliarem: utilidade do sistema, se o utilizaria regularmente, facilidade de uso, se indicariam a outra pessoa.

A submissão no comitê de ética e a validação clínica adequada para avaliação do sistema será realizada por outro trabalho no InCor/HC/USP.

Este é um convite para você preencher o formulário:

Aplicativo Smartphone Asma ChecApp

Endereço de e-mail *

Você achou o aplicativo útil? *

SIM

NÃO

NÃO SEI

Você usaria o Aplicativo smartphone regularmente para auto avaliação da sua asma? *

Sim

Não

Não sei

Qual nota você daria para a facilidade na utilização do aplicativo de 0 a 10? *

Você indicaria este aplicativo para um amigo?

Sim

Não

Talvez

Figura 17. Formulário submetido aos voluntários para avaliar a opinião dos participantes do estudo quanto a usabilidade e utilidade do sistema.

RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos do desenvolvimento da aplicação móvel, plataforma WEB e configurações dos recursos utilizados do *Firebase*®.

Também são apresentados os dados adquiridos a partir da utilização do aplicativo conforme a avaliação preliminar clínica citada no capítulo anterior.

5.1 Desenvolvimento da aplicação móvel

A seguir são apresentadas as características da aplicação móvel. O aplicativo é chamado de Asma ChecAPP, mesmo nome designado ao sistema como um todo.

- Autenticação utilizando conta *Google*®;



Botão para realizar a autenticação utilizando conta *Google*®

Figura 18. Tela inicial da aplicação móvel.

- Alerta quanto ao uso desta aplicação em detrimento à avaliação médica: caso o paciente opte pela opção “NÃO”, é realizada a desautenticação;



Figura 19. Alerta quanto ao uso da aplicação móvel.

- Tela principal simples e com foco no preenchimento do questionário;

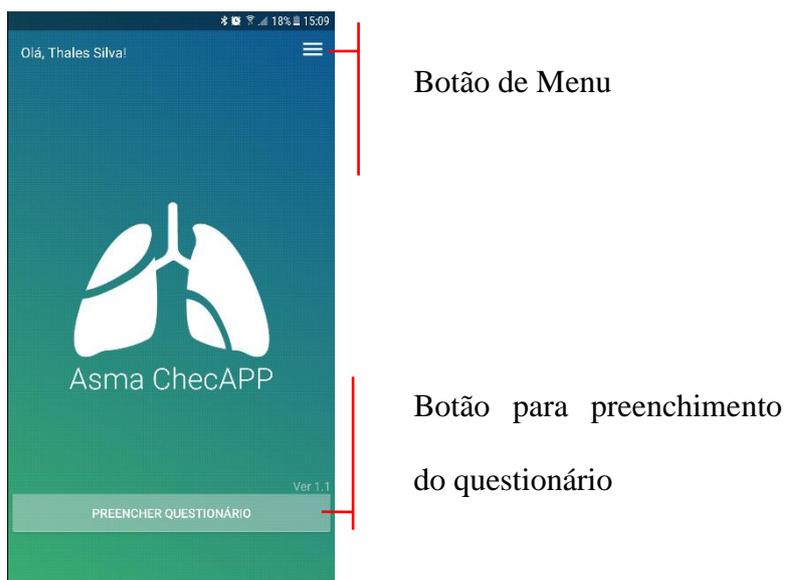


Figura 20. Tela inicial da aplicação.

- Tela de instruções de utilização do aplicativo;

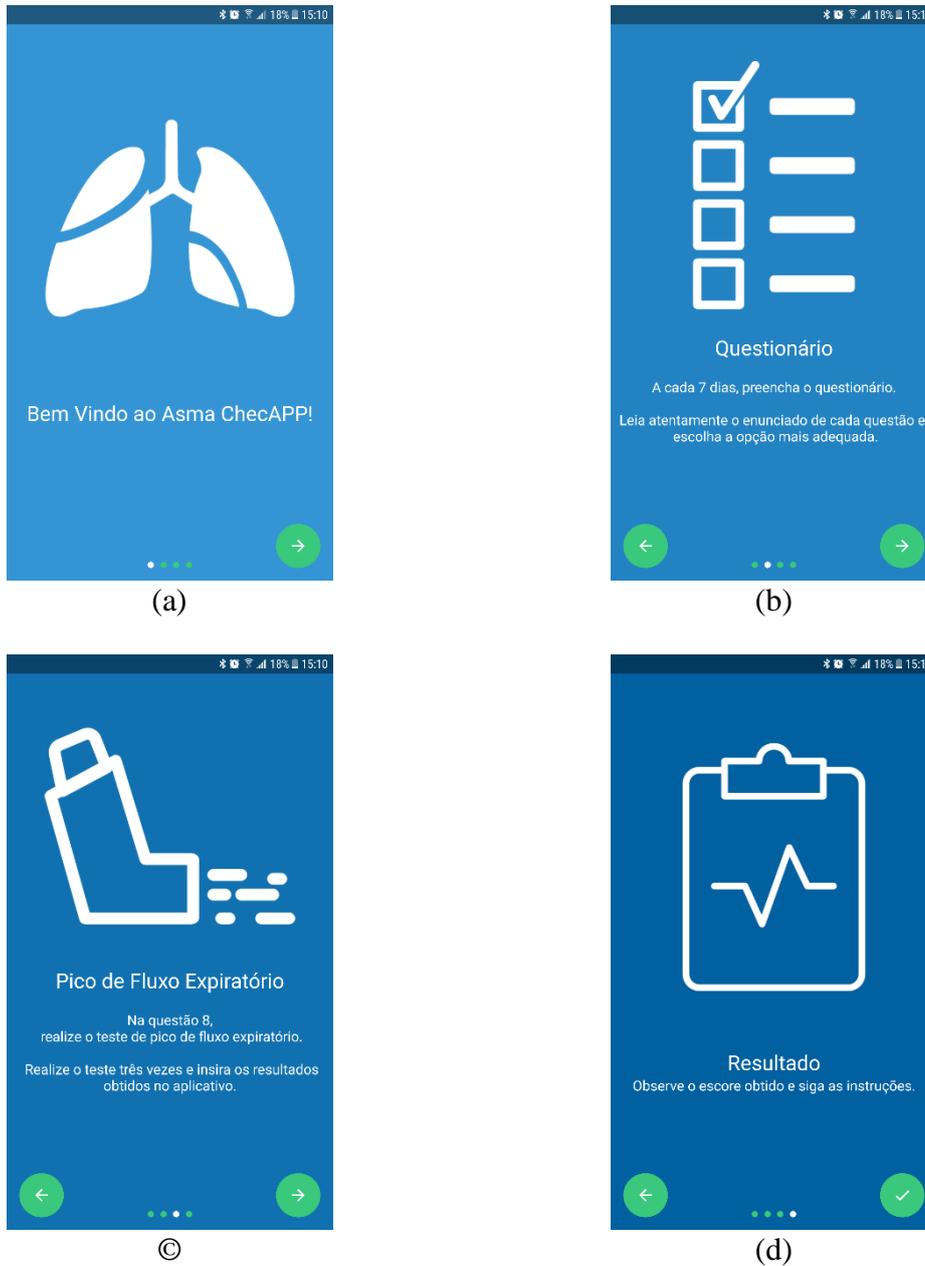


Figura 21. Telas de instruções de utilização da aplicação.

Tela para inserção do valor de referência do pico de fluxo expiratório. Não é possível o usuário inserir um valor menor que 60 e maior que 800 L/min;

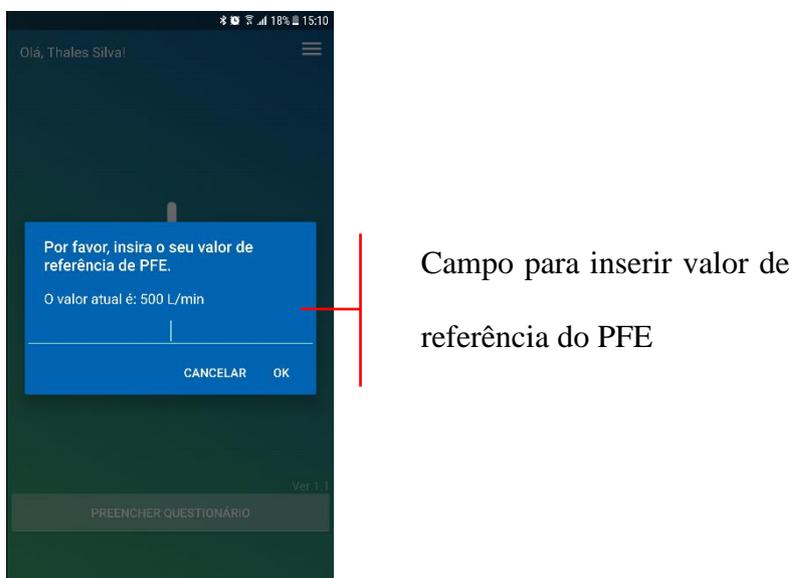


Figura 22. Tela para inserção do valore de referência do PFE.

- Tela com informações sobre o desenvolvimento do sistema;

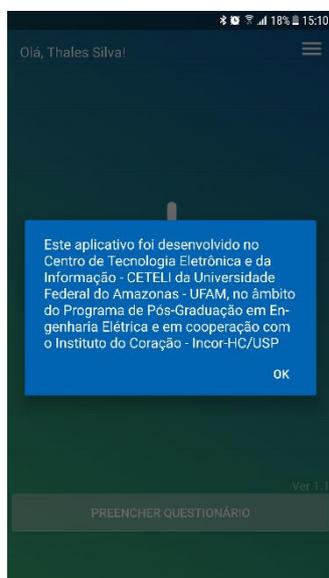


Figura 23. Tela com informações sobre o desenvolvimento do sistema.

- Questionário para avaliação do nível de controle da asma: as respostas utilizam cores para rápida identificação de severidade. Na questão 8, da mesma forma do cadastro do valor de referência do pico de fluxo expiratório, não é possível o usuário inserir um valor menor que 60 e maior que 800 L/min;

The figure displays three screenshots of a mobile application interface for an asthma assessment questionnaire. Each screenshot shows a question and seven possible responses, each in a different color representing a severity level.

Questão 1: Em média, durante os **últimos sete dias**, o quanto frequentemente você se acordou por causa de sua asma durante a noite?

- NUNCA
- QUASE NUNCA
- POUCAS VEZES
- VÁRIAS VEZES
- MUITAS VEZES
- MUITÍSSIMAS VEZES
- INCAPAZ DE DORMIR DEVIDO A ASMA

Questão 2: Em média, durante os **últimos sete dias**, o quanto ruins foram os seus sintomas de asma quando você acordou pela manhã?

- SEM SINTOMAS
- SINTOMAS MUITO LEVES
- SINTOMAS LEVES
- SINTOMAS MODERADOS
- SINTOMAS UM TANTO GRAVES
- SINTOMAS GRAVES
- SINTOMAS MUITO GRAVES

Questão 3: De um modo geral, durante os **últimos sete dias**, o quanto limitado você tem estado em suas atividades por causa de sua asma?

- NADA LIMITADO
- MUITO POUCO LIMITADO
- POUCO LIMITADO
- MODERADAMENTE LIMITADO
- MUITO LIMITADO
- EXTREMAMENTE LIMITADO
- TOTALMENTE LIMITADO

(a)

(b)

(c)

Figura 24. Telas das questões: (a) questão 1, (b) questão 2 e (c) questão 3.

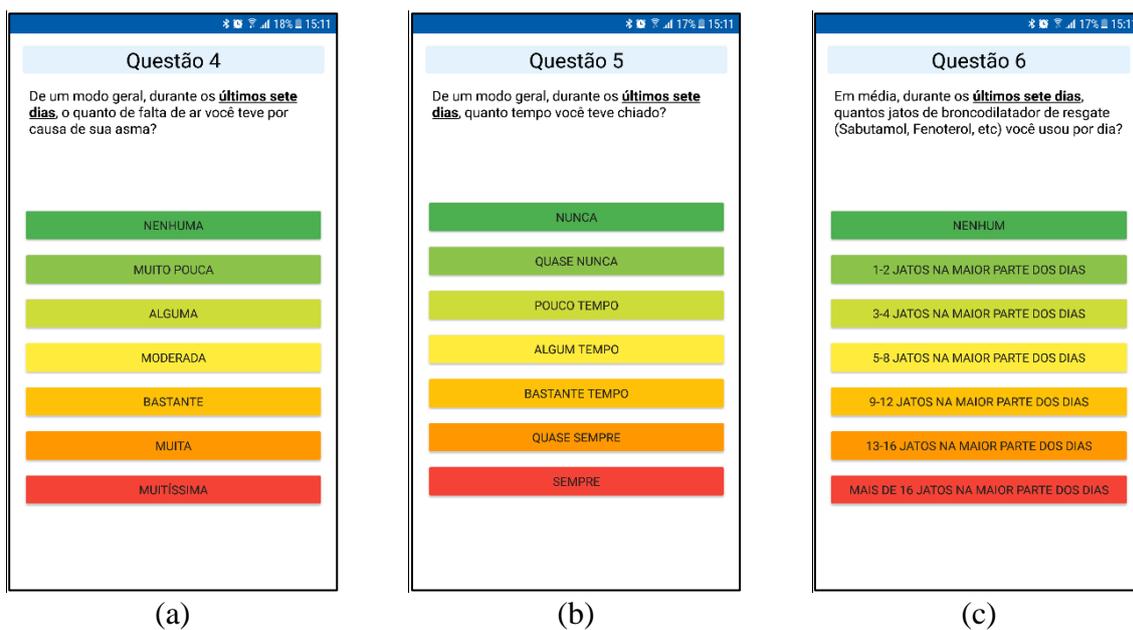


Figura 25. Telas das questões: (a) questão 4, (b) questão 5 e (c) questão 6.

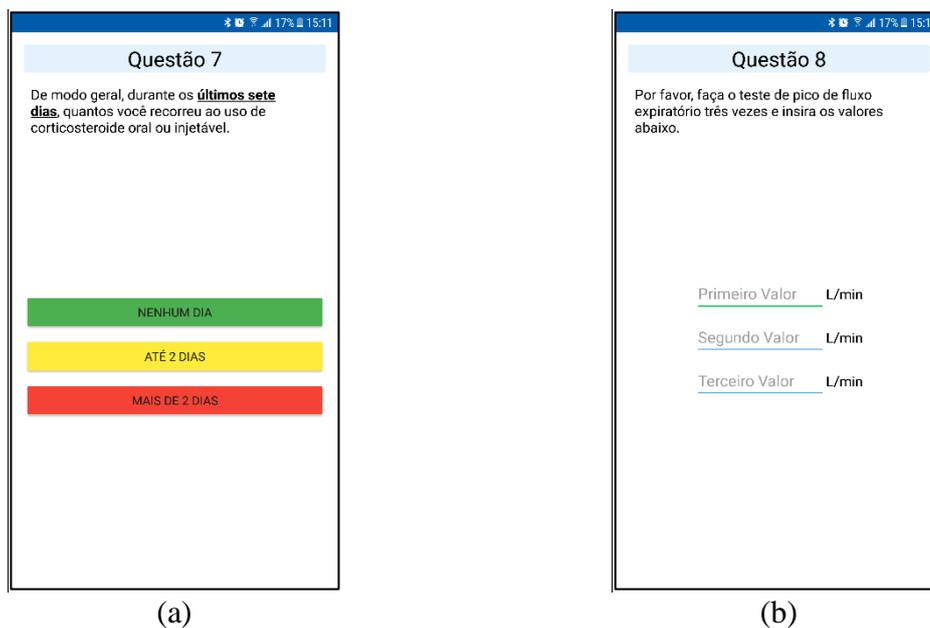


Figura 26. Telas das questões: (a) questão 7 e (b) questão 8.

- Tela de resultado do nível de controle: onde é fornecido o escore obtido, o nível de controle determinado, a ação que o paciente deve seguir de acordo com o resultado e um gráfico mostrando os últimos 4 resultados do escore.



Figura 27. Tela de resultados do questionário na aplicação móvel.

Versão adicional foi desenvolvida visando o estudo de validação pelo grupo controle. Tal versão difere da apresentada pela ausência de orientações após a apresentação do escore (Figura 28).

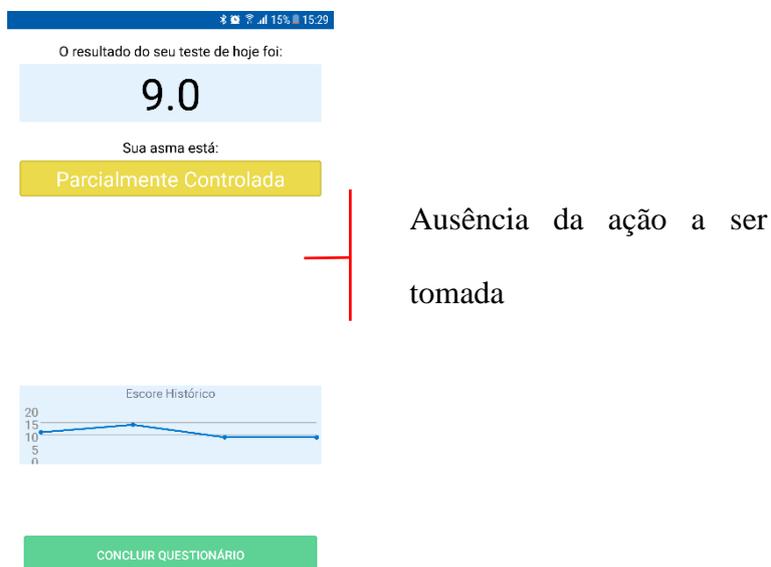


Figura 28. Tela de resultados do questionário na versão adicional sem ação sugerida.

A medição do pico de fluxo expiratório pode ser realizada de forma automática utilizando o medidor de pico de fluxo Vitalograph Asma-1 conectado ao USB dispositivo móvel como pode ser observado na Figura 29.



Figura 29. Conexão do medidor de pico de fluxo respiratório ao dispositivo móvel.

Após o usuário realizar o teste de espirometria, o medidor de pico de fluxo envia uma mensagem por meio de uma comunicação serial ao dispositivo móvel. A aplicação recebe esta mensagem e extrai o valor do pico de fluxo expiratório, por fim, preenche o campo com o valor recebido.

5.2 Plataforma WEB

A seguir é apresentada a plataforma WEB. Nesta é possível verificar os registros de utilização da aplicação por parte dos pacientes (Figura 30) e os valores de referência do PFE registrado na aplicação móvel (Figura 31).

Para obter acesso aos dados é necessário realizar a autenticação utilizando uma conta *Google*®. A plataforma também possibilita a exportação dos dados em planilha.

Nome	PEF	Score	Score ACQ6	Score AVCA	Score AVPA	Score PEF	Data
Joao Pedro G F C	120	7.666	4.666	0	2	1	7/11/2016 at 20:41:21
Joao Pedro G F C	123	1	0	0	0	1	13/11/2016 at 19:8:48
Peter Karl Bley	280	1	0	0	0	1	16/11/2016 at 13:53:41
Rafael Stelmach	300	8.666	5.666	0	2	1	16/11/2016 at 21:57:39
Rafael Stelmach	450	9	5	0	2	2	16/11/2016 at 22:2:6
Rafael Stelmach	350	6.666	3.666	0	0	3	16/11/2016 at 22:14:0
Valeria Rita Stelmach	350	8	4	0	2	2	16/11/2016 at 23:16:28
Rafael Stelmach	350	10	5	0	2	3	16/11/2016 at 23:25:52

Figura 30. Plataforma WEB para visualização dos registros de utilização da aplicação.

Nome	PEF Ref	Data de Cadastro
Joao Pedro G F C	120	7/11/2016 at 20:37:48
Rafael Stelmach	550	16/11/2016 at 21:59:46
Valeria Rita Stelmach	400	16/11/2016 at 23:15:19
Centro de Pesquisa Stelmach	630	15/12/2016 at 11:53:46
Peter Karl Bley	630	15/12/2016 at 11:54:20
IARA SILVERIO Salgado	423	15/12/2016 at 14:34:30
Marcia Vargas	422	16/12/2016 at 9:8:18

Figura 31. Plataforma WEB para visualização dos valores de referência PFE registrados no app.

5.3 Recursos da plataforma *Firebase*®

No console do *Firebase*® é possível enviar notificações aos usuários. Na Figura 32 é pode ser observada a tela do console para envio de notificações. As notificações podem ser enviadas instantaneamente ou agendadas para outro momento.

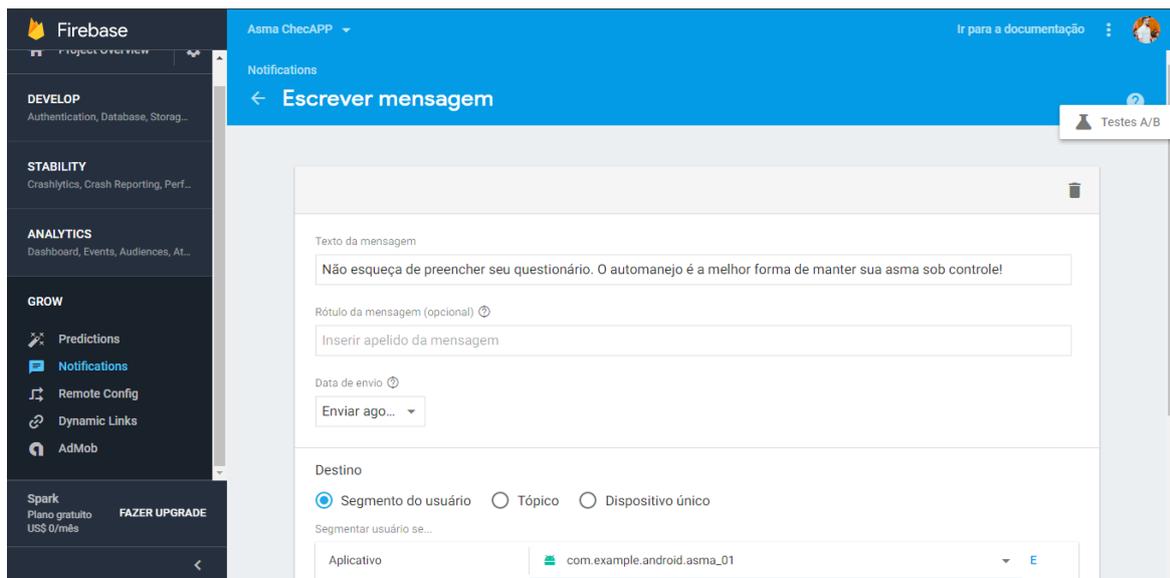


Figura 32. Console do *Firebase*® para envio de notificações.

Ainda no console do *Firebase*®, é possível alterar as mensagens das ações sugeridas aos usuários ao preencherem o questionário (Figura 33). Para cada intervalo possui uma mensagem que pode ser alterada. Após as modificações, as alterações podem ser publicadas e assim que o aplicativo nos dispositivos dos usuários conectar ao *Firebase*® as mensagens serão atualizadas.

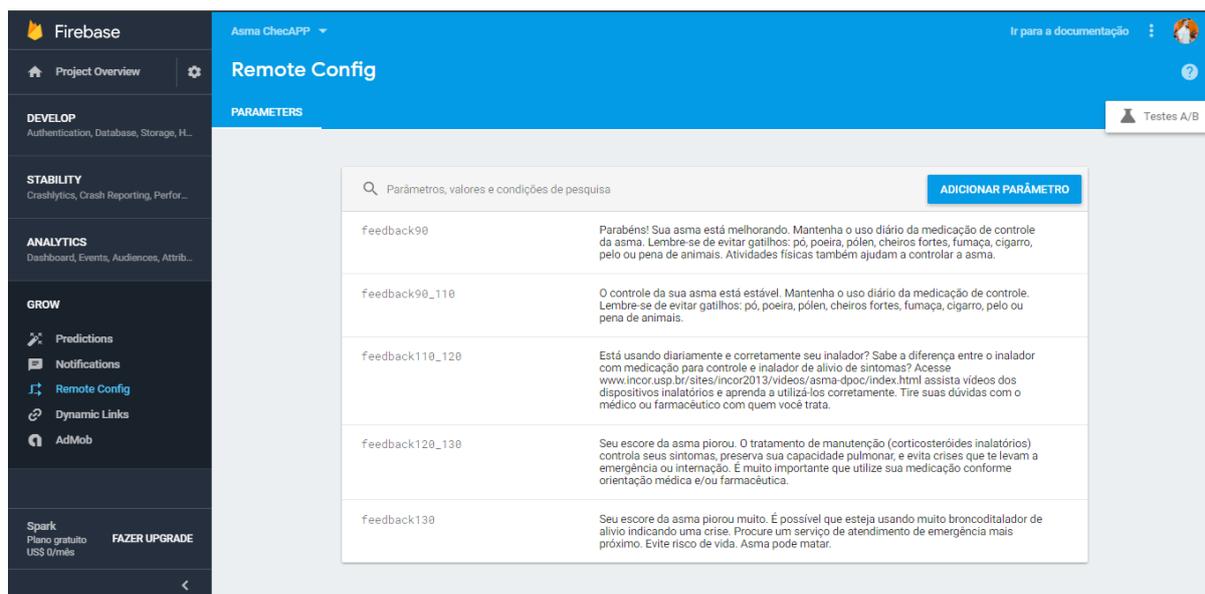


Figura 33. Console do Firebase® para configuração das mensagens de ações sugeridas aos usuários.

5.4 Avaliação Preliminar

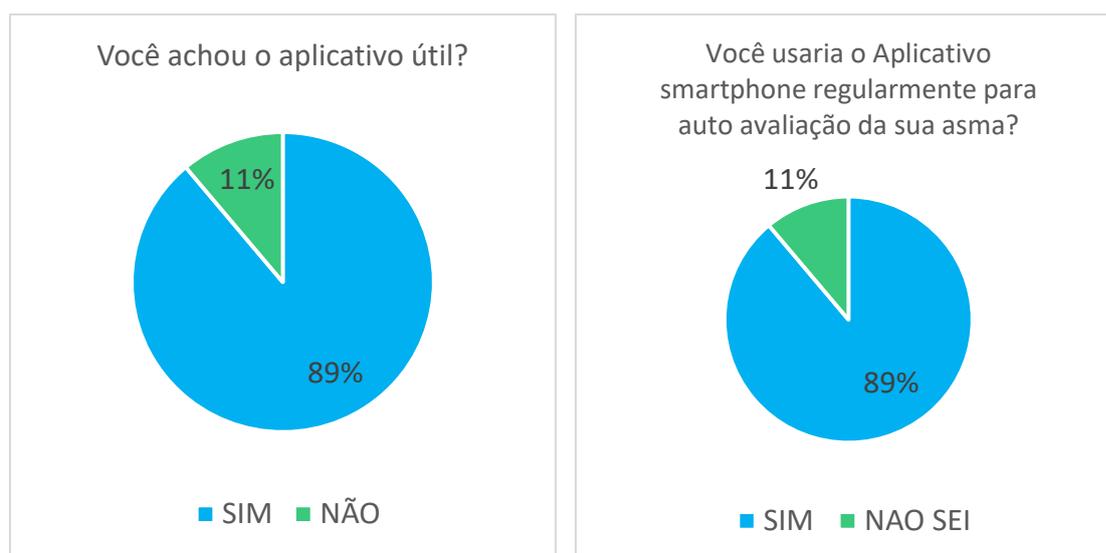
Na divisão de pneumologia do InCor/HC/USP, foi realizada uma avaliação preliminar para verificar a contribuição do sistema proposto no automanejo da asma e avaliar as funcionalidades básicas do sistema, conforme descrito na seção de Materiais e Métodos.

Inicialmente, foram convidados 58 voluntários para participar do estudo, dos quais 22 concluíram o teste (idade média de 38,3 anos e 81% do sexo feminino), os demais apresentaram problemas que inviabilizaram a participação na avaliação do sistema (26 pacientes) ou não aderiram à pesquisa (10 pacientes). Quanto à adesão ao tratamento, os pacientes deveriam ter ao menos três semanas de utilização para ser considerados aderentes. As pessoas que se voluntariaram e não puderam participar do estudo não atendiam alguns requisitos exigidos, como possuir dispositivo móvel inteligente ou possuir acesso à internet. Os motivos para não participação no estudo podem ser observados Tabela 1.

Motivos para não participação no estudo	Nº
Descontinuados (não adesão)	10
Celular sem memória suficiente	6
Sem <i>Wifi</i> /3G para baixar o APP	5
Não teve interesse em participar	4
Paciente não tem celular	3
Sistema <i>Windows Phone</i> ® ou <i>iOS</i> ®	3
Falha na instalação App	3
Paciente dependente de ajuda para utilizar o celular	1
Razão não identificada	1
Total	36

Tabela 1. Motivos para exclusão da participação no estudo dos pacientes selecionados para validação clínica

A fim de avaliar a aceitação do aplicativo, uma pesquisa com questões sobre sua utilização foi submetida para as pessoas recrutadas para o estudo. A pesquisa tinha como objetivo levantar a opinião dos usuários sobre: utilidade do sistema, facilidade de uso, aceitação na utilização regular e nível de indicação do sistema a outras pessoas. Apenas 9 pessoas responderam à pesquisa. Na Figura 34 pode ser observado os resultados obtidos desta pesquisa.



(a)

(b)

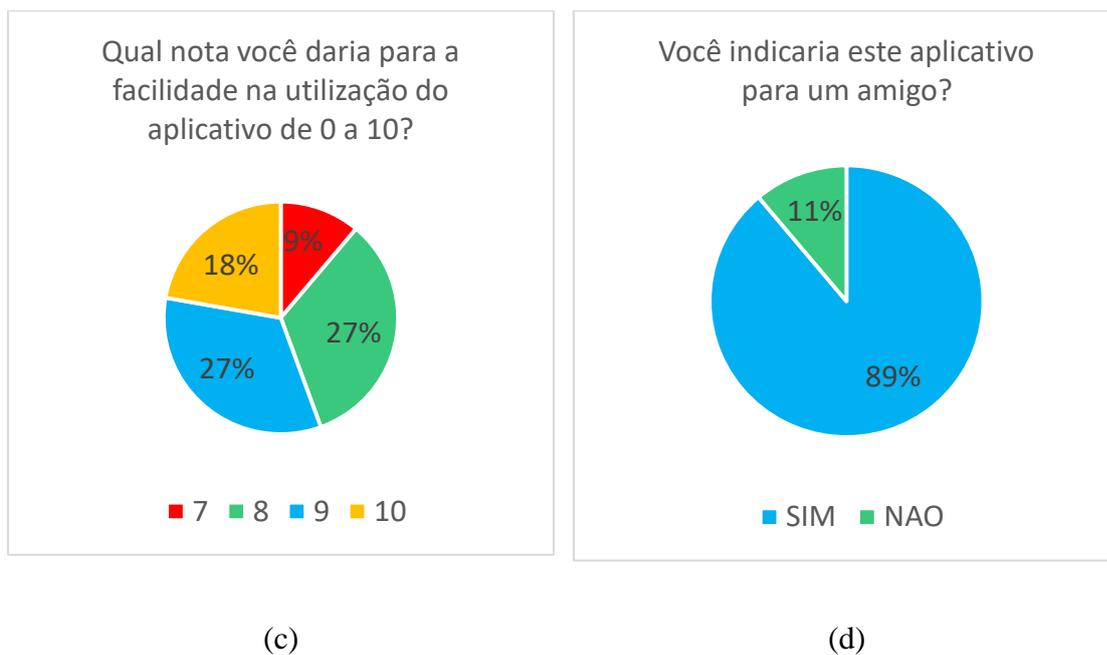


Figura 34. Resultado da pesquisa sobre a utilização do aplicativo. (a) Percentagem de pessoas que acham o aplicativo útil no tratamento da asma, (b) percentual de pessoas que utilizariam o aplicativo regularmente, (c) nota atribuída à facilidade de utilização do aplicativo e (d) percentual de pessoas que indicariam o aplicativo a um amigo.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Nessa dissertação foi apresentado o desenvolvimento de um sistema para auxiliar o automanejo da asma. Para tal, buscou-se fazer uso de dispositivos móveis pois tal tecnologia tem o potencial de estreitar a comunicação médico/paciente.

A interface da aplicação móvel, o Asma ChecApp, foi desenvolvida buscando a simplicidade de uso, de tal forma que mesmo o paciente sem muita familiaridade com os dispositivos móveis possa realizar a sua avaliação semanal, de forma intuitiva. Escala de cores similar à que é usada para avaliação de dor em pacientes pediátricos é utilizada para a quantificação da gravidade dos sintomas pelo paciente.

Para além do provimento de informações que redundam no fornecimento de um escore de automanejo da asma, o Asma ChecApp fornece uma série de recomendações ao paciente bem como disponibiliza o histórico do referido escore relativo as últimas quatro semanas.

Ressalta-se que todo o conhecimento relativo ao domínio do sistema, ou seja, o automanejo da asma, foi desenvolvido com a participação de especialistas da área. O passo seguinte, portanto, seria realizar com o tal sistema um estudo de validação. Para tal foi desenvolvido, conforme mencionado anteriormente, uma versão a ser utilizada pelo grupo de controle do estudo. Essa versão difere da versão completa apenas pela ausência das recomendações.

O estudo de validação será objeto de outro trabalho acadêmicos a ser realizado no InCor/HC/USP. Entretanto, com o intuito de prover uma avaliação do sistema desenvolvido, realizou-se uma pesquisa preliminar sobre a utilização da aplicação com os pacientes. O

universo da pesquisa correspondeu a nove pacientes. Destes, 89% utilizariam o sistema regularmente e indicaram que o é sistema útil para o tratamento. O emprego de uma tecnologia já inserida no dia a dia associado às características de usabilidade projetadas contribuiu sobremaneira para a aceitação do sistema.

Em resposta a referida avaliação, novas melhorias foram introduzidas, como as notificações e lembretes sobre o uso semanal do aplicativo. Outra característica que pode contribuir para a adesão ao automanejo, além de contribuir para o aumento da confiabilidade dos dados gerados (que foi implementado posteriormente a avaliação) é a aquisição automática do valor do medidor de pico de fluxo respiratório. Na versão do sistema avaliado o paciente precisa inserir o valor medido. Ressalta-se, no entanto, que todas essas melhorias carecem de nova avaliação, notadamente com uma população maior.

A possibilidade do acesso em tempo real dos dados do tratamento pelo médico por meio da plataforma WEB colabora para o estreitamento e maior confiabilidade nas informações dos pacientes, além da possibilidade de atuação para ajustes no tratamento mais rápido que o método usual, onde o paciente somente reporta sobre seus sintomas nas visitas clínicas. O sistema também fornece um histórico de dados importantes para um tratamento mais assertivo, como histórico de avaliação do nível de controle e medidas do pico de fluxo expiratório.

Com utilização de notificações, o médico pode alertar os pacientes sobre informações importantes do tratamento, de como evitar gatilho de crises, evitar o uso excessivo de medicamento e lembrete de consulta, entre outras informações que forem adequadas.

Em comparação com as soluções levantadas, o sistema proposto constitui-se numa solução de fácil uso, com foco na aquisição de informações do paciente e no fornecimento do escore de automanejo obtido. Não possui obrigatoriedade de conexão com a rede, no momento do preenchimento, pois o sistema gerencia os dados para que sejam enviados

quando o dispositivo do usuário estiver conectado. Trata-se de uma característica não é observada na solução proposta por Licskai e colaboradores (2013), onde o sistema é baseado em uma aplicação WEB que necessita de conexão com a *internet*.

As aplicações propostas por Burbank *et al* (2015) e Cook *et al* (2016) diferem da proposta desenvolvida pelo: 1. questionário adotado, tanto Burbank quanto Cook utilizam o ACT; 2. ausência da aquisição automática do PEF; 3. interface como o usuário menos intuitiva.

Como apontado por Huckvale e colegas (2015) no seu trabalho de avaliação de aplicativos que auxiliam o tratamento da asma, a maioria não possuem uma validação clínica para garantir que o uso de aplicativos *mHealth* de fato contribuem para o tratamento, o que reforça a necessidade de submeter o sistema proposto a uma estudo clínico.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, P. et al. Control of Allergic Rhinitis and Asthma Test (CARAT): dissemination and applications in primary care. **Primary Care Respiratory Journal**, v. 22, p. 112, 2013.

BARROS, J. D. L. D. **Aplicação móvel android de apoio a gestão de empréstimos e reservas das bibliotecas da Universidade do Minho** 2015.

BELISARIO, J. S. M. et al. Smartphone and tablet self management apps for asthma. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 11, 2013. ISSN 1469-493X. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000327587700026 >.

BOULET, L. P. et al. Canadian Asthma Consensus Report, 1999. Canadian Asthma Consensus Group. **CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne**, v. 161, n. 11 Suppl, p. S1, 1999. ISSN 0820-3946.

BURBANK, A. J. et al. Mobile- based asthma action plans for adolescents. **The Journal of asthma : official journal of the Association for the Care of Asthma**, v. 52, n. 6, p. 583, 2015.

BURNAY, E. et al. Challenges of a mobile application for asthma and allergic rhinitis patient enablement—Interface and synchronization. **Telemedicine and e-Health**, v. 19, p. 13-18, 2013.

CARDOSO, T. D. A. et al. The impact of asthma in Brazil: a longitudinal analysis of data from a Brazilian national database system. **Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia**, v. 43, n. 3, p. 163, 2017.

COOK, K. A.; MODENA, B. D.; SIMON, R. A. Improvement in Asthma Control Using a Minimally Burdensome and Proactive Smartphone Application. **The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice**, n. Elsevier, p. 2213-2198, 2016.

COSTA, I. et al. Availability Evaluation and Sensitivity Analysis of a Mobile Backend-as-a-service Platform. **Quality and Reliability Engineering International**, v. 32, n. 7, p. 2191-2205, Nov 2016. ISSN 0748-8017. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000386913700003 >.

DARROW, B. Firebase gets \$5.6M to launch its paid product and fire up its base. Gigaom, 2013. Disponível em: < <https://gigaom.com/2013/06/20/firebase-gets-5-6m-to-launch-its-paid-product-and-fire-up-its-base/> >. Acesso em: 08/12/2016.

DE ESPINDOLA, R. S.; MAJDENBAUM, A.; AUDY, J. L. N. Uma Análise Crítica dos Desafios para Engenharia de Requisitos em Manutenção de Software., WER, 2004.

DOMHAN, T.; DER DUALEN HOCHSCHULE, G. Augmented reality on android smartphones. **Studiengang Informationstechni. Dualen Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart**, 2010.

DUCROHET, X.; NORBYE, T.; CHOU, K. Android Studio: An IDE built for Android. 2013. Disponível em: < <http://android-developers.blogspot.com.br/2013/05/android-studio-ide-built-for-android.html> >. Acesso em: 07 de dezembro de 2016.

ESTRIN, D.; SIM, I. Health care delivery. Open mHealth architecture: an engine for health care innovation. **Science (New York, N.Y.)**, v. 330, n. 6005, p. 759, 2010.

FEDERMAN, A. D. et al. Self- Management Behaviors in Older Adults with Asthma: Associations with Health Literacy. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 62, n. 5, p. 872-879, 2014. ISSN 0002-8614.

FIREBASE. Recursos Firebase. 2016. Disponível em: < <https://firebase.google.com/features/> >. Acesso em: 08/12/2016

GIBSON, P. G. et al. Self-management education and regular practitioner review for adults with asthma. **The Cochrane Library**, 2002. ISSN 1465-1858.

GINA. **Global Strategy for Asthma Management and Prevention**. 2016

GOGUEN, J. A. Formality and Informality in Requirements Engineering. ICRE, 1996.

GRAUDENZ, G. S.; CARNEIRO, D. P.; VIEIRA, R. D. P. Trends in asthma mortality in the 0- to 4-year and 5- to 34-year age groups in Brazil. **Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia**, v. 43, n. 1, p. 24, 2017.

HALBERT, R. J. et al. Measuring Asthma Control Is the First Step to Patient Management: A Literature Review. **Journal of Asthma**, v. 46, n. 7, p. 659-664, 2009. ISSN 0277-0903. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000269499900006 >.

HOUSEH, M. et al. A cross-sectional content analysis of Android applications for asthma. **Health informatics journal**, p. 1460458215627289, 2016. ISSN 1460-4582.

HUCKVALE, K. et al. Apps for asthma self- management: a systematic assessment of content and tools. **BMC Medicine**, v. 10, p. 144-144, 2012.

_____. The evolution of mobile apps for asthma: an updated systematic assessment of content and tools. **BMC Medicine**, v. 13, 2015.

IDC. Smartphone OS. 2017. Disponível em: < <https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os> >. Acesso em: 04/08/2018.

JENKINSON C , C. A., WRIGHT L . Short form 36 (SF36) health survey questionnaire: normative data for adults of working age. **BMJ** p. 1437:1440, 1993.

JUNIPER, E. F. et al. Development and validation of the Mini Asthma Quality of Life Questionnaire. **European Respiratory Journal**, v. 14, n. 1, p. 32-38, Jul 1999. ISSN 0903-1936. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000082367000008 >.

_____. Development and validation of a questionnaire to measure asthma control. **European Respiratory Journal**, v. 14, n. 4, p. 902-907, Oct 1999. ISSN 0903-1936. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000083614800029 >.

_____. Development and validation of a questionnaire to measure asthma control. **European Respiratory Journal**, Sheffield, v. 14, n. 4, p. 902-907, 1999. ISSN 0903-1936.

_____. Measurement properties and interpretation of three shortened versions of the asthma control questionnaire. **Respiratory Medicine**, v. 99, n. 5, p. 553-558, 2005. ISSN 0954-6111.

LEBLANC, A. et al. Quantification of asthma control: Validation of the asthma control scoring system. **Allergy**, v. 62, n. 2, p. 120-125, Feb 2007. ISSN 0105-4538. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000243440400005 >.

LEITE, M. et al. Evaluation of the asthma control questionnaire validated for use in Brazil. **Jornal brasileiro de pneumologia : publicação oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia**, v. 34, n. 10, p. 756, 2008.

LEMIÈRE, C. et al. Adult asthma consensus guidelines update 2003. **Canadian respiratory journal**, v. 11, 2004.

LICKSKAI, C.; SANDS, T. W.; FERRONE, M. Development and pilot testing of a mobile health solution for asthma self- management: asthma action plan smartphone application pilot study. **Canadian respiratory journal**, v. 20, n. 4, p. 301, 2013.

LICKSKAI, C. J.; SANDS, T. W.; FERRONE, M. Development and pilot testing of a mobile health solution for asthma self- management: Asthma action plan smartphone application pilot study. **Canadian Respiratory Journal**, v. 20, n. 4, p. 301-306, 2013. ISSN 11982241.

LOPES, L. T. Um modelo de processo de engenharia de requisitos para ambientes de desenvolvimento distribuído de software. n. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2005.

MELLENDEZ, S. Sometimes You're Just One Hop From Something Huge. Fast Company, 2014. Disponível em: < https://www.fastcompany.com/3031109/sometimes-youre-just-one-hop-from-something-huge?show_rev_content >. Acesso em: 08 de dezembro de 2016.

MILETTO, E. M.; DE CASTRO BERTAGNOLLI, S. **Desenvolvimento de Software II: Introdução ao Desenvolvimento Web com HTML, CSS, JavaScript e PHP - Eixo: Informação e Comunicação - Série Tekne**. Bookman Editora, 2014. ISBN 9788582601969. Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?id=lcLFAwAAQBAJ> >.

MYLENE, L. et al. Avaliação do questionário de controle da asma validado para uso no Brasil Evaluation of the asthma control questionnaire validated for use in Brazil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 34, n. 10, p. 756-763, 2008. ISSN 1806-3713.

NATHAN, R. A. et al. Development of the asthma control test: A survey for assessing asthma control. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 113, n. 1, p. 59-65, Jan 2004. ISSN 0091-6749. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000187837900007 >.

PAMELA, Z. Classification of research efforts in requirements engineering. **ACM Comput. Surv.**, v. 29, n. ACM 1997.

PARTRIDGE, M. R.; DAL NEGRO, R. W.; OLIVIERI, D. Understanding patients with asthma and COPD: insights from a European study. **Prim Care Respir J**, v. 20, n. 3, p. 315-323, 2011.

PAULA, L. J. L. D. **Desenvolvimento de aplicativo para dispositivos móveis para coleta de dados georreferenciados através de reconhecimento de voz**. 2013. Universidade de São Paulo

PAULO, J. V. D. Desenvolvimento de um aplicativo Android e de uma interface bluetooth para um dinamômetro biomédico. **Universidade Estadual Paulista (UNESP)**, 2014.

RAMIRES, J. **Negociação de Requisitos no Processo de Desenvolvimento de Software**. 2004. Department of Informatics, University of Lisbon

RESEARCH2GUIDANCE. mHealth App Developer Economics 2016 2016. Disponível em: < <https://research2guidance.com/product/mhealth-app-developer-economics-2016/> >. Acesso em: 31/01/2017.

RIBEIRO, P. R. C. S. **Metodologia para equipas de desenvolvimento de requisitos de sistemas de informação**. FARIA, J. C. P. D. e UNIVERSIDADE DO PORTO. FACULDADE DE, E. 2012.

ROXO, J. P. F. et al. Validação do Teste de Controle da Asma em português para uso no Brasil: validation for use in Brazil Portuguese-language version of the Asthma Control Test. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 36, n. 2, p. 159-166, 2010. ISSN 1806-3713.

SUH, S. D.; NEAMTIU, I. Studying software evolution for taming software complexity. 2010, 2010 21st Australian Software Engineering Conference. IEEE.

TAVARES, M. G. D. S. et al. The Asthma Control Scoring System: translation and cross-cultural adaptation for use in Brazil. **Jornal brasileiro de pneumologia : publicação oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia**, v. 36, n. 6, p. 683, 2010.

TAYLOR, D. R. et al. A new perspective on concepts of asthma severity and control. **The European respiratory journal**, v. 32, n. 3, p. 545, 2008.

TISIOLOGIA, S. B. D. P. E. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia para Manejo da Asma**. 2012

VITALOGRAPH. Asthma Monitors - asma-1 usb. 2017. Disponível em: <<https://vitalograph.com/product/161421/asma-1-usb>>. Acesso em: 11/11/2017.

WAGNER, Z. Engenharia de requisitos: um fundamento na construção de sistemas de informação. **Exacta**, n. 1, p. 97-107, 2003. ISSN 1678-5428.

WHO. Asthma - Fact Sheet 307. 2013. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs307/en/>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2017.

WILSON, S. R. et al. Shared Treatment Decision Making Improves Adherence and Outcomes in Poorly Controlled Asthma. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 181, n. 6, p. 566-577, Mar 2010. ISSN 1073-449X. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000280446500010 >.