

Universidade Federal do Pampa

Karine Nóra Dias

Sistema de Diagnóstico e Tratamento da Pneumonia Adquirida no Hospital

Alegrete

2015

Karine Nóra Dias

Sistema de Diagnóstico e Tratamento da Pneumonia Adquirida no Hospital

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Kazienko

Coorientador: Prof. Dr. Daniel Welfer

Alegrete

2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

D541s Dias, Karine

Sistema de Diagnóstico e Tratamento da Pneumonia Adquirida
no Hospital / Karine Dias.

145 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, ENGENHARIA DE SOFTWARE, 2015.

"Orientação: Juliano Kazienko".

1. Pneumonia Adquirida no Hospital. 2. Dispositivos móveis.
3. Diagnóstico. 4. Tratamento. 5. Aplicativo. I. Título.

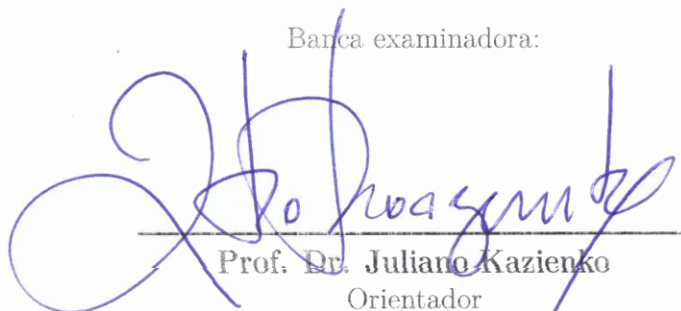
Karine Nóra Dias

Sistema de Diagnóstico e Tratamento da Pneumonia Adquirida no Hospital

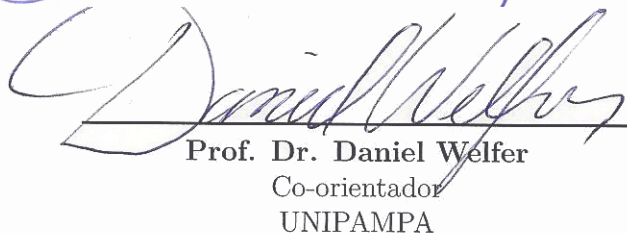
Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Software.

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 23 de janeiro de 2015.

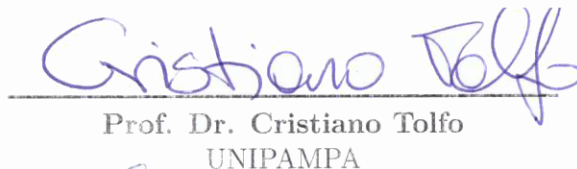
Banca examinadora:



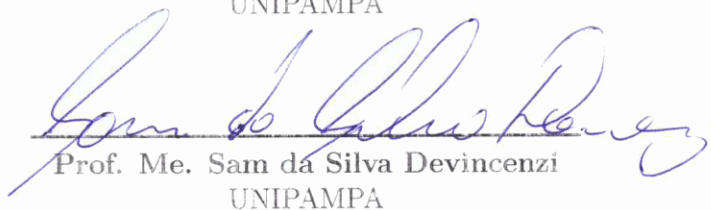
Prof. Dr. Juliano Kazienko
Orientador



Prof. Dr. Daniel Welfer
Co-orientador
UNIPAMPA



Prof. Dr. Cristiano Tolfo
UNIPAMPA



Prof. Me. Sam da Silva Devincenzi
UNIPAMPA

*Este trabalho é dedicado aos meus pais, que dedicam suas vidas em prol da minha
felicidade.*

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade da vida, e nessa ser abençoada por todas as pessoas que passam no meu caminho agregando valores e sabedoria.

Agradeço aos meus professores orientadores, Juliano Kazienko e Daniel Welfer, pelo esforço, paciência e dedicação necessárias para desenvolver este trabalho. Levarei para minha vida muito mais que conhecimentos acadêmicos, mas também o vínculo de amizade que presenciei e desenvolvi nessa parceria. Meu muito obrigada!

Agradeço ao Dr. Renato Cassol, médico do Hospital Nossa Senhora da Conceição, por sua atenção e dedicação, na qual foi essencial para os resultados e desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço à UNIPAMPA e demais professores que cruzaram pelo meu caminho nessa etapa de graduação, pois foi com um pouquinho de conhecimento adquirido de cada um deles que hoje faço o meu.

Agradeço aos meus feis amigos: Anne, Jozi e Vinícius por todos esses anos de apoio, na qual mesmo distante, nunca deixaram de ser meus melhores amigos.

E finalmente agradeço meus amados pais, Ivete e Ilson, e irmãos, Bianka e Marcelo, e família, na qual incentivam-me diariamente na minha formação profissional e são essenciais na formação do meu caráter.

Resumo

A Pneumonia Adquirida no Hospital é uma grave infecção respiratória nosocomial que acomete entre 0,4% a 1,1% dos pacientes internados em hospitais brasileiros. Para o tratamento de tal enfermidade é necessária acurácia em seu diagnóstico, de acordo com as diretrizes definidas em cada ambiente hospitalar. Além disso, o diagnóstico e o tratamento ao combate da PAH devem ser realizados imediatamente. A fim de auxiliar nesse processo, este trabalho consiste no desenvolvimento de um aplicativo médico para iPhone que realize o diagnóstico e tratamento da PAH, na qual denominou-se PneumoH. O levantamento de requisitos e regras de negócio desse aplicativo baseou-se no Protocolo de Antibioticoterapia definido no Hospital Nossa Senhora da Conceição, situado na cidade de Porto Alegre/RS, e que por sua vez sofreu atualizações em Outubro de 2014. Sendo assim, este trabalho apresenta o desenvolvimento da primeira versão do PneumoH, bem como, da sua versão final, contemplando as atualizações do protocolo. Seu projeto visou o sistema operacional móvel da Apple Inc., destinado ao iPhone, e sua implementação fundamentou-se na linguagem de programação *Objective-C* em conjunto com as ferramentas disponibilizadas pelo kit de desenvolvimento de software da *Apple*. Além disso, para avaliação do aplicativo utilizou-se o SDK do *Google Analytics* a fim da coleta de dados de uso. Assim como, disponibilizou-se no próprio aplicativo, um questionário de opinião para os médicos usuários. Para homologação do PneumoH, tal aplicativo passou por testes de aceitação, com o auxílio e aprovação do médico especialista e chefe do Controle de Infecção, do Hospital Nossa Senhora da Conceição. A atual versão do PneumoH encontra-se disponível para download na loja oficial de aplicativos da Apple. Como resultados, até a presente publicação deste trabalho, obteve-se 48 usuários, na qual cerca de 25% de usuários retornam a utilizar o aplicativo. Sobre a utilização do aplicativo, salienta-se que cada sessão do PneumoH, em média tem duração de 2 minutos e 13 segundos e aproximadamente 10 telas visualizadas. Através do questionário, foram capturadas três avaliações qualitativas. Em termos gerais, esses usuários avaliaram positivamente a utilização do PneumoH. Considera-se que este trabalho encontra-se em um estágio inicial de avaliação. No entanto, os dados capturados mostram prósperos resultados, em relação à avaliação do PneumoH. Outrossim, o aplicativo ficará disponível para os médicos e terá contribuição no processo de diagnóstico e tratamento da Pneumonia Adquirida no Hospital, enquanto o protocolo do Hospital Nossa Senhora da Conceição estiver em vigor.

Palavras-chave: Pneumonia Adquirida no Hospital. Dispositivos Móveis. Diagnóstico. Tratamento. Aplicativo.

Abstract

Hospital-Acquired Pneumonia (HAP) is a serious nosocomial respiratory infection that affects between 0.4% to 1.1% of patients in Brazilian hospitals. For the treatment of such disease is necessary accuracy in diagnosis, according to the guidelines set in each hospital. Moreover, the diagnosis and treatment of HAP combating should be performed immediately. To assist in this process, this work consists in create a medical iPhone application that performs the diagnosis and treatment of HAP, which was named PneumoH. The survey of requirements and business rules from this application were based on the antibiotic protocol defined in the Hospital Nossa Senhora da Conceição (HNSC), located in Porto Alegre/RS, and which in turn updates suffered in October 2014. Being thus, this paper presents the development of the first version of PneumoH as well, the final version, contemplating updates protocol. Your project aimed at the mobile operating system iOS, for the iPhone, and its implementation was based on the programming language *Objective-C* together with the tools provided by the software development kit *Apple*. In addition, to evaluate the application used the SDK *Google Analytics* to the collection of usage data. And, if provided in the application itself, a questionnaire of opinion for medical users. For approval of PneumoH such application passed acceptance tests, with the help and approval of Dr. Renato Cassol, the Hospital Nossa Senhora da Conceição (HNSC). The current version of PneumoH is available for download. As a result, until the present publication of this work, we obtained 48 users, in which about 25 % of users return to use the application. On using the application, please note that each session of PneumoH on average have 2 minutes and 13 seconds and about 10 displaying screens. Through the questionnaire, were captured three qualitative assessments. Overall, these positively evaluated the use of PneumoH. It is considered that this work is at an early stage of evaluation. However, the captured data shows successful results with regard to the evaluation of PneumoH. Furthermore, the application will be available to doctors and will have contribution in the process of diagnosis and treatment of acquired pneumonia in the hospital, while the protocol of the Hospital Nossa Senhora da Conceição is in effect.

Key-words: Hospital-Acquired Pneumonia. Mobile Devices. Diagnoses. Treatment. Application.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Distribuição das infecções hospitalares em unidade de tratamento intensivo de um hospital universitário brasileiro (ago 2005 – jan 2008) (OLIVEIRA; KOVNER; SILVA, 2010).	26
Figura 2 – Sobrevivência global de grupos de Pneumonia Adquirida na Comunidade (PAC) e <i>Healthcare-Associated Pneumonia</i> (HCAP) (LEE; KIM, 2012).	27
Figura 3 – Sequência resumida do cerne da aplicação.	29
Figura 4 – Símbolo da qualidade de dados (RODRÍGUEZ; CARO, 2012).	40
Figura 5 – Cenário Geral.	41
Figura 6 – Diagrama de Casos de Uso.	42
Figura 7 – Fluxograma do algoritmo para descalonamento no dia 3 de terapia antimicrobiana, no contexto de melhora clínica (FALCI et al., 2013).	45
Figura 8 – Fluxograma de decisão de antibioticoterapia inicial na UTI.	46
Figura 9 – Fluxograma de decisão de antibioticoterapia inicial na clínica médica.	47
Figura 10 – Arquitetura <i>Model-View-Controller</i> (MVC) (MILANI, 2012).	48
Figura 11 – Diagrama de Classes da Primeira Versão do PneumoH (Visão geral).	49
Figura 12 – Diagrama de Classes da Versão Final do PneumoH (Visão geral).	50
Figura 13 – Primeira versão PneumoH: Classes da camada de modelo.	51
Figura 14 – Versão Atualizada PneumoH: Classes da camada de modelo.	51
Figura 15 – Classes de Visão da primeira versão do PneumoH.	52
Figura 16 – Classes de Visão da versão atualizada do PneumoH.	53
Figura 17 – Classes de controle.	54
Figura 18 – Ambiente de desenvolvimento <i>Xcode 5.1</i>	55
Figura 19 – Arquitetura MVC do <i>Cocoa touch</i> (APPLE, 2014b).	56
Figura 20 – <i>Interface Builder</i>	57
Figura 21 – Visão da navegabilidade proporcionado pela <i>Interface Builder</i>	58
Figura 22 – Organização dos arquivos.	59
Figura 23 – Diagrama descrevendo as relações entre os componentes e as APIs do <i>Google Analytics</i> (DEVELOPERS, 2014).	60
Figura 24 – Menu do Aplicativo de Diagnóstico e Tratamento de Pneumonia Adquirida no Hospital (PAH).	63
Figura 25 – Formulário de diagnóstico para tratamento inicial de PAH.	64
Figura 26 – Formulário de Diagnóstico para Tratamento específico de PAH.	64
Figura 27 – Funções a respeito de dados do paciente.	65
Figura 28 – Tela de menu da versão atualizado do PneumoH.	66
Figura 29 – Tela de Inicialização da versão atualizado do PneumoH.	67

Figura 30 – Tela de Termos de Privacidade da versão atualizado do PneumoH.	67
Figura 31 – Telas para diagnóstico da <i>Antibioticoterapia Inicial</i> : (A) tela da escolha da origem da pneumonia; (B) formulário para diagnóstico da pneumonia originada na UTI; (C) formulário para diagnóstico da pneumonia originada na clínica médica.	68
Figura 32 – Possibilidades de diagnósticos e tratamentos de <i>Antibioticoterapia Inicial</i> : (A) Baixo Risco Clínica Médica (B) Alto Risco Clínica Médica; (C) Baixo Risco UTI; (D) Alto Risco UTI.	68
Figura 33 – (A) Opções de Antibioticoterapia Específica; (B) Exemplo de Tela do Fluxo do Algoritmo de descalonamento; (C) Exemplo de Tela do Fluxo do Algoritmo de descalonamento; (D) Exemplo de possível diagnóstico para o algoritmo de descalonamento.	69
Figura 34 – Telas de Situações Especiais.	69
Figura 35 – Tela da funcionalidade <i>Tempo de Antibioticoterapia</i>	70
Figura 36 – (A) Formulário de registro de paciente; (B) Confirmação de sucesso.	70
Figura 37 – Tela apresentando informações sobre o desenvolvimento do PneumoH.	71
Figura 38 – (A) Questionário de utilização do PneumoH acessado pelo aplicativo; (B) Tratamento de erro, caso haja falta de conexão.	71
Figura 39 – Processo de envio para itunesConnect	76
Figura 40 – Exemplos de aplicativos com <i>design</i> e fontes interessantes sugerido pelo <i>tester</i>	77
Figura 41 – Gráfico representando a amostra de respostas para a questão: Você é médico residente?	82
Figura 42 – Gráfico representando a amostra de respostas para a questão: Na sua opinião, qual o grau de acerto do PneumoH nos diagnósticos e tratamentos ?	83
Figura 43 – Gráfico representando a amostra de respostas para a questão: Você acha interessante que o PneumoH permita o compartilhamento das informações registradas com outros médicos?	83
Figura 44 – Visão geral da utilização do PneumoH em fase de teste de aceitação.	85
Figura 45 – Relatório de redes que acessaram o PneumoH em fase de teste de aceitação (tipo Público-alvo).	86
Figura 46 – Relatório de Público-alvo em fase de teste de aceitação (Visão Geral).	87
Figura 47 – Relatório de comportamento de usuários (navegação entre telas).	88
Figura 48 – Relatório de visualização de telas em fase de teste de aceitação.	89
Figura 49 – Relatório de visão geral do PneumoH.	90
Figura 50 – Relatório de Público-alvo do PneumoH.	91
Figura 51 – Relatório de Comportamento do PneumoH (Visão Geral).	92

Figura 52 – Relatório de Comportamento do PneumoH: amostra de telas mais visualizadas. 92

Lista de tabelas

Tabela 1 – Comparação dos <i>Softwares</i> encontrados na literatura.	38
Tabela 2 – Equivalência de Elementos BPMN para Casos de Uso (TANUSKA; SKRIPCAK, 2011) e (HEREDIA, 2012)	42
Tabela 3 – Descrição textual do caso de uso UC-01	101
Tabela 4 – Descrição textual do caso de uso UC-02	101
Tabela 5 – Descrição textual do caso de uso UC-03	102
Tabela 6 – Descrição textual do caso de uso UC-04	102
Tabela 7 – Descrição textual do caso de uso UC-05	103
Tabela 8 – Descrição textual do caso de uso UC-06	104
Tabela 9 – Descrição textual do caso de uso UC-07	105
Tabela 10 – Descrição textual do caso de uso UC-08	106

Lista de siglas

Protocolo A ([FALCI et al., 2013](#))

Protocolo B ([FALCI; PEREIRA; CASSOL, 2014](#))

BPMN *Business Process Modeling Notation*

CDC *Centers for Disease Control and Prevention*

CDC-9 Classificação Internacional de Doenças - 9ª Revisão

CIH Controle de Infecção Hospitalar

EDW *Enterprise Data Warehouse*

HCAP *Healthcare-Associated Pneumonia*

HCPA Hospital de Clínicas de Porto Alegre

HNSC Hospital Nossa Senhora da Conceição

IHC Interação Humano Computador

MDR *Multiple Drug Resistance*

MR Multirresistente

MRSA *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus*

MVC *Model-View-Controller*

ODMS *Ontology-driven Diagnostic Modeling System*

OSUWMC *Ohio State University Wexner Medical Center*

PAC Pneumonia Adquirida na Comunidade

PAH Pneumonia Adquirida no Hospital

PAVM Pneumonia Adquirida por Ventilação Mecânica

ROC *Receiver Operating Characteristic*

UTI Unidade de Terapia Intensiva

VM Ventilação Mecânica

Sumário

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	Motivação e Justificativa	26
1.2	Objetivos	29
1.3	Definição do Problema	29
1.4	Organização do Documento	30
2	REVISÃO DA LITERATURA	31
2.1	Embasamento da doença	31
2.2	Tratamentos	33
2.3	<i>Softwares</i> para diagnóstico e tratamento	34
2.4	Conclusão de Capítulo	37
3	DESENVOLVIMENTO	39
3.1	Análise	39
3.1.1	Especificação BPMN	39
3.1.2	Casos de Uso do Sistema	41
3.2	Primeira versão: PneumoH 1.0	43
3.2.1	Protocolo A: Definições do Hospital Nossa Senhora da Conceição	43
3.2.1.1	Pneumonia sob o Enfoque Clínico	43
3.2.1.2	Antibioticoterapia Empírica Inicial de Pneumonia	44
3.2.1.3	Antibioticoterapia Específica	45
3.3	Atualização do PneumoH	46
3.3.1	Protocolo A x Protocolo B	46
3.4	Projeto	48
3.4.1	Arquitetura	48
3.4.1.1	Modelo	50
3.4.1.2	Visão	52
3.4.1.3	Controle	53
3.5	Implementação	54
3.5.1	Materiais e Métodos	54
3.5.2	<i>Xcode</i>	55
3.5.2.1	<i>Framework Cocoa Touch</i>	56
3.5.2.2	<i>Interface Builder</i>	56
3.5.2.3	Linguagem de programação <i>Objective-c</i>	58
3.5.2.4	<i>iPhone Simulator</i>	59
3.5.3	<i>Google Analytics</i>	59

3.5.3.1	Segurança da Informação e Tratamento de Falhas	61
3.6	Telas	62
3.6.1	Primeira versão: PneumoH 1.0	63
3.6.2	Antibioticoterapia Inicial	63
3.6.3	Antibioticoterapia Específica	64
3.6.4	Pacientes	65
3.6.5	Versão atualizada do PneumoH	66
3.6.5.1	Iniciando o PneumoH	67
3.6.5.2	Antibioticoterapia Inicial	68
3.6.5.3	Antibioticoterapia Específica	69
3.6.5.4	Tempo de Antibioticoterapia	70
3.6.5.5	Pacientes	70
3.6.5.6	Sobre Esse Aplicativo	71
3.6.5.7	Questionário	71
4	TESTE DE ACEITAÇÃO DO PNEUMOH	73
4.1	Teste de Aceitação	73
4.1.1	Detalhes do Teste de Aceitação do PneumoH	74
4.2	TestFlight	75
4.3	Avaliação do <i>Tester</i>	77
4.3.1	Interface Amigável	77
4.3.2	Acurácia dos resultados	77
5	AVALIAÇÃO DO PNEUMOH	79
5.1	Definição do Questionário	79
5.2	Aplicação do Questionário	81
5.2.1	Resultados do Questionário	82
5.3	Coleta de dados com o SDK Google Analytics	84
5.3.1	Relatório de Visão Geral do Uso do Aplicativo	85
5.3.2	Relatórios Sobre Público-alvo do Aplicativo	86
5.3.3	Relatórios de Comportamento dos Usuários na Utilização do Aplicativo	88
5.3.4	Resultados Obtidos Através da Coleta de Dados	89
5.3.4.1	Relatório de Visão Geral do Aplicativo	90
5.3.4.2	Relatórios Sobre Público-alvo do Aplicativo	91
5.3.4.3	Relatórios de Comportamento dos Usuários na Utilização do Aplicativo	91
6	CONCLUSÃO	93
	Referências	95

APÊNDICES	99
APÊNDICE A – DESCRIÇÃO TEXTUAL DOS CASOS DE USO .	101
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SOBRE UTILIZAÇÃO DO PNEU- MOH	107
APÊNDICE C – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO SOBRE UTI- LIZAÇÃO DO PNEUMOH	111
APÊNDICE D – RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DA COLETA DE DADOS	117
ANEXOS	123
ANEXO A – PROTOCOLO A	125
ANEXO B – PROTOCOLO B	135

1 Introdução

Há décadas, a tecnologia vem proporcionando sistemas especialistas a fim de apoiar decisões médicas. Atualmente, com a popularização de dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, a área denominada *mHealth* vêm crescendo gradualmente. A *mHealth* pode ser definida como uma área que presta serviços de saúde e informações através de tecnologias móveis, como telefones celulares (MARTÍNEZ-PÉREZ et al., 2014). Portanto, profissionais da saúde podem contar com um apoio tecnológico de fácil acesso, com o propósito de consultar e/ou adquirir conhecimento médico confiável, para melhor tratar infecções de seus pacientes (BURDETTE; TROTMAN; CMAR, 2012). Entretanto, é necessário que os aplicativos existentes a respeito das doenças, possuam acurácia em suas funções.

O uso da tecnologia da informação em hospitais brasileiros, por exemplo, aponta carência de profissionais de TI, em determinadas regiões, e desconhecimento de novas tecnologias voltadas para o ambiente hospitalar (FERREIRA et al., 2011). Porém, com o fácil acesso a dispositivos móveis, os médicos e demais profissionais da saúde, não são restringidos a infra-estrutura disponível nos centros de saúde.

As infecções das vias respiratórias inferiores estão entre as principais causas de morte no mundo (MARTÍNEZ-PÉREZ et al., 2014). Dentre essas infecções, a Pneumonia Adquirida no Hospital (PAH) é a segunda infecção hospitalar mais comum (SELIGMAN et al., 2013) (FRANZETTI et al., 2010). A necessidade de um diagnóstico correto e uma prescrição de tratamento adequada são essenciais para a melhora do paciente. Caso contrário, um tratamento inadequado pode causar germes multirresistentes (MR) em um paciente, prejudicando sua situação ou podendo levar até a morte (LEE; KIM, 2012)(FALCONE et al., 2011). Visto essa situação emergente, é necessário tomar cuidados a respeito.

Considerando os fatores relatados anteriormente e a ciência da falta de soluções de fácil acesso para auxílio médico, o presente trabalho é introduzido, tendo como objetivo propor uma aplicativo para dispositivos móveis - iPhone - , denominado PneumoH, com propósito de facilitar o diagnóstico e o tratamento eficaz de PAH para o combate à referida enfermidade.

Este capítulo apresenta na seção 1.1 a motivação e a justificativa da proposta. Na seção 1.2 descreve-se detalhadamente o objetivo geral e os objetivos específicos. Por fim, na seção 1.4 é apresentada uma descrição sucinta dos demais capítulos.

1.1 Motivação e Justificativa

A pneumonia é apontada como uma doença severa devido suas altas taxas de internação e mortalidade no mundo. Entretanto, a Pneumonia Adquirida na Comunidade PAC se diverge em diagnóstico e tratamento da PAH (WELFER; CASSOL; KAZIENKO, 2014). Logo deve-se tomar medidas proativas com foco na PAH.

Pacientes internados em um hospital estão expostos aos riscos de PAH. No Brasil, o Ministério da Saúde indica, em geral, que entre 0,4% a 1,1% dos pacientes internados desenvolvem PAH, como relata Crítica (2012). Além disso, a recorrência de PAH, em divergentes hospitais no mundo, está entre as principais infecções hospitalares, perdendo apenas para infecções de trato urinário, como consta em vários estudos (OLIVEIRA; KOVNER; SILVA, 2010) (SELIGMAN et al., 2013) (LEE; KIM, 2012) e pode-se verificar na Figura 1.

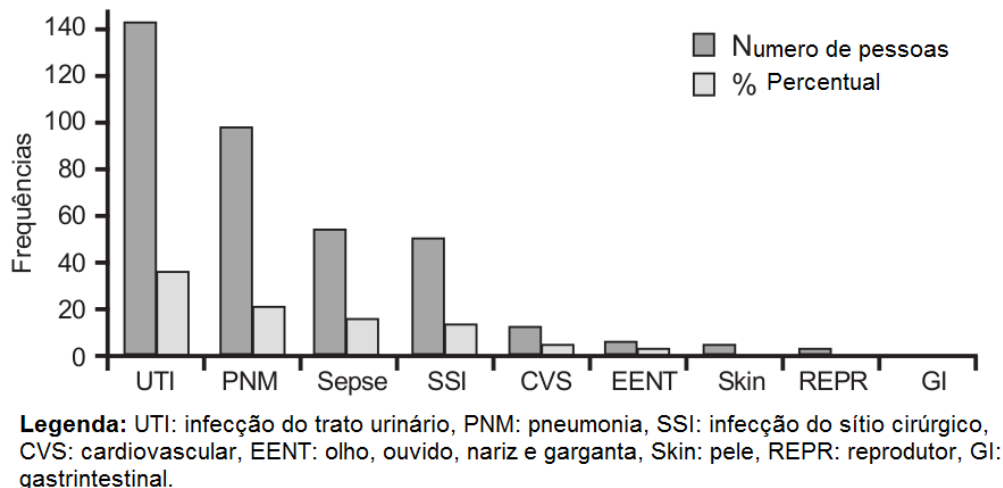


Figura 1 – Distribuição das infecções hospitalares em unidade de tratamento intensivo de um hospital universitário brasileiro (ago 2005 – jan 2008) (OLIVEIRA; KOVNER; SILVA, 2010).

Diante desses dados apresentados, o tratamento adequado para a PAH torna-se essencial para a recuperação do paciente. A prescrição de antibióticos nesses casos torna-se uma questão delicada pois deve ser imediata. Entretanto, há dificuldades em sua precisão em razão de:

- sintomas dos tipos de PAH são semelhantes;
- a falta de exames laboratoriais instantâneos no diagnóstico dificulta a investigação do agente causador;
- a PAH pode ser causada por mais de um agente;
- médicos com pouca experiência.

Visto isso, percebe-se que a falta de controle e/ou o desconhecimento do médico sobre os antibióticos para tratamento podem ocasionar fracasso na recuperação, tornando o responsável pela PAH resistente¹, ou até mesmo levando ao óbito do paciente debilitado. Bem como mostram Lee e Kim (2012) na Figura 2, e no qual relatam a taxa de sobrevivência entre grupos de pacientes com PAC e outro com HCAP². Apesar de que Lee e Kim (2012) assumem também como prognóstico de não-sobrevivência fatores como idade e sexo masculino, os autores mencionam que o grupo com HCAP obteve taxas mais elevadas de pacientes com patógenos resistentes aos medicamentos e tratamentos antibióticos inadequados.

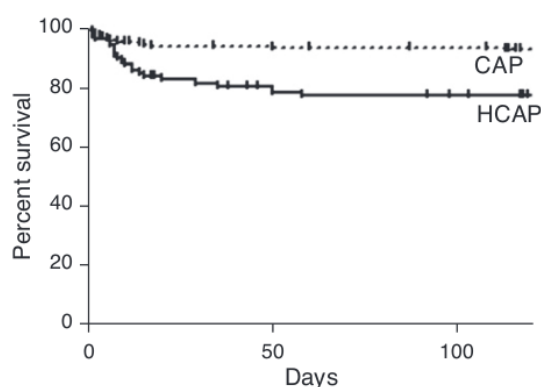


Figura 2 – Sobrevivência global de grupos de PAC e HCAP (LEE; KIM, 2012).

Para auxílio de decisão médica, nos diagnósticos e tratamentos de PAH, há insuficiência de propostas. Contudo, os sistemas especialistas encontrados na literatura, que tenham relação com a PAH, possuem fatores que dificultam e/ou não atendem adequadamente ao problema, como:

- falta de especialidade;
- não portabilidade;
- necessidade de infraestrutura;
- difícil inserção no ambiente hospitalar.

No presente trabalho, define-se como especialidade, o foco no tipo da pneumonia, que como visto pode ser PAC ou PAH e tais doenças possuem divergentes características. De acordo com relato de um médico em (CRÍTICA, 2012), a PAH acomete fora do ambiente hospitalar, variando seu estado entre ser benigna ou muito grave, devido seus aspectos de atuação variado. O tratamento da PAC, dependendo de sua gravidade, pode

¹ Fortalecimento do agente causador da PAH aos antibióticos.

² Pneumonia adquirida aos cuidados da saúde, ou seja, equivale as condições da PAH

ser realizado até mesmo em casa somente com remédios. Já a PAH é contraída em ambiente hospitalar, no qual é um lugar de concentração de doenças. Logo, o seu agente causador é originado desse ambiente, com características biológicas diferentes porque foi exposto a antibióticos e adquirem mecanismos de resistência contra esses tratamentos.

Para o aspecto de não portabilidade, interpreta-se como a implantação do sistema especialista. A maioria dos sistemas especialistas investigados são para computadores *desktops*. Combinado a isso, relaciona-se com a característica de difícil inserção, na qual dificulta a disposição dos sistemas à mão do médico, além de que, os sistemas especialista necessitam de infraestrutura, cujo representa as máquinas de fornecem tecnologia da informação.

Os sistemas especialistas existentes são desenvolvidos para *desktops*. Esse fator prejudica o acesso do médico em atendimento de paciente internados, pois é raro o emprego de computadores nos leitos de internação. Ademais, os sistemas que necessitam de uma infraestrutura robusta, seja pela necessidade de suporte ou por sua forma de implantação, fazem com que a utilização de tais seja restringida aos hospitais de grande/médio porte. No entanto, hospitais mais pobres possuem uma incidência de infecções hospitalares maior, devido a carência de vigilância epidemiológica (GORDTS et al., 2010). Além disso, no Brasil, há relatos da carência nos hospitais públicos de: disposição de máquinas; suporte de Tecnologia da Informação; e sistemas de auxílio aos médico. Nesses hospitais brasileiros, em geral, a utilização computacional resume-se a gestão administrativa (OLIVEIRA; BALLONI; NASCIMENTO, 2010).

A *mHealth* representa o uso de tecnologias da informação e comunicação para cuidados com a saúde por meio de dispositivos móveis. Um de seus principais objetivos é o corte de custos dos cuidados e a melhoria no sistema de saúde. A *mHealth* provê promover prevenção, controle e acompanhamento da saúde, tanto por usuários comuns, quanto por profissionais da área. Nesse contexto, a *mHealth* também pode atuar nos cuidados clínicos e serviços públicos, na qual pode proporcionar também facilidade na comunicação entre profissionais da saúde.

A partir do âmbito apresentado é fomentado a proposta desse trabalho. O presente estudo pretende desenvolver um aplicativo para iPhone a fim de proporcionar auxílio ao médico no diagnóstico e tratamento de PAH. O aplicativo que será desenvolvido, também objetiva-se abranger os benefícios que a *mHealth* propõe. Sendo assim, esse aplicativo supre as limitações de hospitais públicos fornecendo conhecimento médico específico para PAH, de fácil acesso aos médicos. Além disso, o aplicativo proposto suportará o compartilhamento das informações dos pacientes entre os médicos de forma segura.

1.2 Objetivos

Diante da motivação e justificativa apresentadas anteriormente, o presente trabalho tem como objetivo geral desenvolver um aplicativo para iPhone a fim de realizar diagnóstico e tratamento da Pneumonia Adquirida no Hospital PAH. Entre os objetivos específicos, podemos citar os seguintes:

- Investigar o Protocolo de Antibioticoterapia do HNSC.
- Analisar a correlação do Protocolo e o sistema proposto.
- Projetar a estrutura do sistema.
- Implementar o primeiro protótipo do aplicativo.
- Validar com médicos do HNSC.
- Implementar versão final do aplicativo.

1.3 Definição do Problema

O problema deste trabalho consiste no processo de diagnóstico e tratamento da Pneumonia Adquirida no Hospital. Na Figura 3 percebe-se o fluxo simplificado. Para realizar o diagnóstico de um tratamento adequado a cada paciente, é necessário percorrer essas duas etapas principais. Tais etapas serão descritas abaixo:

- *Diagnóstico da Pneumonia Adquirida no Hospital:* essa etapa consiste na identificação do tipo de pneumonia, após tal ter ocorrido em um paciente com mais de 48h de internação. A PAH possui várias classificações dependentes dos sintomas, condições e, quando existentes, resultados clínicos do paciente.
- *Escolha de Tratamento antibiótico:* o tratamento específico para um paciente deve levar em consideração todas as informações do diagnóstico, acessíveis em um primeiro momento. Entretanto, a escolha é realizada baseada em definições internas dos hospitais, devido aos riscos que cada ambiente sofre.

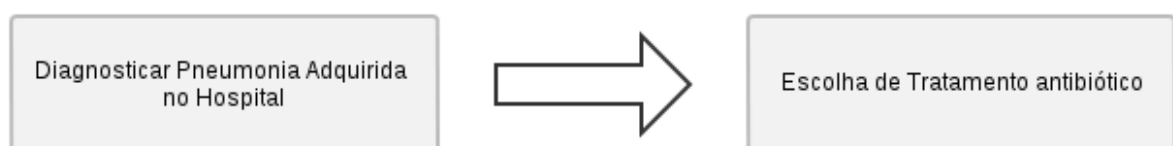


Figura 3 – Sequência resumida do cerne da aplicação.

1.4 Organização do Documento

Este documento está estruturado em cinco seções. Na Seção 1 introduziu-se o contexto do presente trabalho. No Capítulo 2, apresenta-se a revisão da literatura realizada referentes à Pneumonia Adquirida no Hospital e aos sistemas especialistas de diagnóstico e tratamento da doença. Já no Capítulo 3 são explanadas as etapas do desenvolvimento do primeiro protótipo do aplicativo e de sua versão final. No capítulo 4 apresenta-se sobre o teste de aceitação. No capítulo 5 explana-se sobre a avaliação do PneumoH. E finalmente no Capítulo 6 é realizado a conclusão do trabalho.

2 Revisão da Literatura

Neste capítulo serão apresentados alguns trabalhos existentes relacionados com pneumonia adquirida no hospital. Na literatura encontram-se diversos estudos que abrangem esse assunto, porém suas abordagens possuem perspectivas diferentes, relacionadas com a doença. Sendo assim, o objetivo desta revisão é investigar os estudos existentes e verificar as características relevantes e as em comum, para/em desenvolvimento de *softwares* que tratam da pneumonia adquirida no hospital. Para melhor entendimento da revisão, os trabalhos descritos estarão relacionados com seu propósito de investigação.

2.1 Embasamento da doença

Um estudo investigativo sobre os possíveis fatores de risco para multirresistência bacteriana em pneumonias adquiridas no hospital não associadas à ventilação mecânica é apresentado por [Seligman et al. \(2013\)](#). Para isso, foi realizado no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), um estudo de coorte¹ observacional e retrospectivo, no período entre janeiro de 2007 e dezembro de 2009. Todos pacientes, com mais de 12 anos de idade, diagnosticados com PAH e cultura microbiológica positiva, foram incluídos no estudo. Os pacientes com PAH com cultura microbiológica negativa e os pacientes com diagnóstico de Pneumonia Adquirida por Ventilação Mecânica (PAVM) foram excluídos da amostra. Através dos prontuários médicos, os dados foram extraídos e compilados em um questionário estruturado. As variáveis categóricas foram comparadas na análise univariada por meio do teste do qui-quadrado e a análise de regressão logística foi usada para determinar os fatores de risco para PAH causada por bactérias multiresistentes. Por meio dessas, foi constatado, no estudo, que o uso de antimicrobianos de largo espectro 10 dias antes do diagnóstico de PAH foi o único preditor independente da presença de bactérias Multirresistente (MR) em pacientes com PAH sem ventilação mecânica. Entretanto, os autores também fomentam, que a frequência de bactérias MR como agentes etiológicos de PAH está aumentando, especialmente em pacientes com certos fatores de risco, tais como hospitalização prolongada e alta frequência de resistência a antibióticos na unidade hospitalar específica.

No trabalho de [Falcone et al. \(2011\)](#) é apresentado um estudo a fim de distinguir as diferenças da epidemiologia, etiologia e o risco de infecção com patógenos multirresistentes a drogas (ou, do inglês, *Multiple Drug Resistance* (MDR)), entre PAC e a PAH. A pesquisa da revisão da literatura foi feita na base de dados Medline e foram selecionado os estudos clínicos disponíveis com o termos PAC e PAH. [Falcone et al. \(2011\)](#)

¹ Grupo, multidão.

concluem que da mesma forma que é recomendado pelas diretrizes de pneumonia nosocomial² ATS/IDSA (SOCIETY et al., 2005), um amplo esquema de antibióticos deve ser adotado para os pacientes que possuem sérias infecções PAH. Os autores ainda descrevem a necessidade da terapia empírica inicial ser focada ao paciente a às resistências locais ao uso dos antibióticos. Finalmente, sua pesquisa não encontrou nenhum tipo de conflito de interesse entre os estudos clínicos analisados.

Lee e Kim (2012) realizam uma comparação das características clínicas entre PAC e PAH. Participaram da pesquisa pacientes internados no Hospital Universitário de Kyung Hee, em Gangdong, e no Hospital Universitário Nacional de Jeju, situados na Coreia do Sul, no período entre março de 2009 e janeiro de 2011. Esses pacientes tinham diagnóstico de PAC ou PAH, baseados nas diretrizes da ATS/IDSA 2005 (SOCIETY et al., 2005). O estudo obteve no total 303 pacientes, sendo 96 pacientes com PAH e 207 com CAP³. Características clínicas basais como comorbidades⁴, tais como AIDS, cancer, diabetes etc, foram significativamente mais freqüentes no grupo de pacientes com PAH do que no grupo com PAC. Além disso, o grupo com PAH constatou parâmetros clínicos piores. Como resultado, a taxa de internação na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e necessidade de ventilação mecânica foram significativamente maiores no grupo com PAH. Quanto a etiologia microbiológica, *Strep-tococcus pneumoniae* foi o patógeno mais freqüentemente isolado em ambos os grupos. No entanto, os segundos agentes patogênicos mais comuns eram *Staphylococcus Aureus* resistente à meticilina, do inglês *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) no grupo com PAH e *Mycoplasma pneumoniae* no grupo com PAC. Aliás, patógenos resistentes aos medicamentos foram mais freqüentemente isolado no grupo com PAH. Em relação ao tratamento, mais do que 75% de todos os pacientes receberam a terapia de combinação. Agentes antipseudomonas e/ou anti-MRSA foram usados com mais freqüência no grupo PAH. Outro aspecto importante que os autores salientam são que o uso de antibióticos inadequados e a falha da terapia com antibiótico inicial foram significativamente maiores no grupo de PAH.

Os artigos descritos nesta seção são de suma relevância teórica do assunto. Entretanto, considera-se que tais estudos, apesar de não haver conflito de interesse, possuem embasamento em regiões divergentes. Como a pneumonia adquirida no hospital é uma doença heterogênea, é importante salientar que os dados dos estudos possuem diferenças em seu ambiente, tanto clínico, como geográfico.

² Que se refere a nosocômio; que está relacionado a hospital; hospitalar.

³ Pneumonia adquirida aos cuidados da saúde, ou seja, equivale as condições da PAH

⁴ Ocorrência simultânea de dois ou mais problemas de saúde em um mesmo indivíduo.

2.2 Tratamentos

Em [Franzetti et al. \(2010\)](#) é apresentado um estudo, no qual tem a proposta de definir recomendações para algumas questões controversas sobre a gestão da pneumonia nosocomial, utilizando uma abordagem baseada em evidências. Através de uma revisão sistemática da literatura, realizada até abril de 2009, três principais questões foram pesquisadas: (1) Terapia de combinação *versus* monoterapia; (2) O papel das características antibióticas da farmacocinética e farmacodinâmica como um guia para a seleção do tratamento em PAH; e (3) Terapia de descalonamento⁵. As bases de dados utilizadas foram PubMed, MEDLINE, EMBASE e Cochrane Library. Para tais questões, considerações foram tomadas, como (1) a falta de comprovação, na literatura, da superioridade da terapia de combinação com antibióticos em comparação com a monoterapia. Entretanto, todas as diretrizes estudadas, concordam que em locais com uma alta probabilidade de organismos MDR, a terapia combinada é recomendada. Em (3) é recomendado que o uso de protocolos para o descalonamento de antibióticos na gestão da PAH, baseado em diretrizes internacionais e dados microbiológicos locais, pois têm revelado resultados positivos. Além disso, sugerem que a terapia de descalonamento pode ser segura, porque em nenhuma circunstância, foi prolongada de amplo espectro antibioticoterapia empírica superiores regimes descalonamento.

O artigo de [Zavascki, Bulitta e Landersdorfer \(2013\)](#) mostra dados sobre a terapia contra a bactéria gram negative resistente à carbapenem. O trabalho mostra que as carbapenemases (*carbapenemhydrolyzing b-lactamases* adquirida) eram encontradas em apenas alguns organismos e restritos à determinadas áreas geográficas. Entretanto, eles se tornaram uma preocupação mundial. Até os anos 2000 muitos poucos isolados eram resistentes ao carbapenem. O estudo ainda mostra como as bactérias passaram a tornar-se mais resistentes à carbapenem. Em contrapartida demonstra que os antibióticos também foram evoluindo. Entretanto, também é ressaltado que o surgimento de novos antibióticos contra a bactéria gram negative vem tornando-se escasso. [Zavascki, Bulitta e Landersdorfer \(2013\)](#) focam nos antibióticos clinicamente disponíveis para o tratamento da bactéria gram-negative e não os que ainda estão em fases de desenvolvimento. Além disso é citado que em modelos *In vitro* e de infecção em animais os regimes combinatórios de antibiótico são superiores à monoterapia quando o foco é maximizar a morte das bactérias e minimizar a resistência. Nesse artigo também demonstra-se uma base conceitual da combinação de agentes terapêuticos contra à bactéria Gram-negative resistente à carbapenem. Aliás, são apresentadas as diferenças-chaves entre os tipos de tratamentos existentes. Finalmente é proposto um fluxograma o qual denota como selecionar os medicamentos principais e

⁵ Ajuste para o antibiótico mais indicado assim que disponíveis os resultados de cultura, a auditoria de antimicrobianos, assim como a restrição de algumas drogas, com seu uso liberado apenas após autorização prévia dos médicos auditores da Comissão de Controle de Infecção Hospitalar ([OLIVEIRA; PAULA, 2012](#))

secundários para o tratamento da bactéria Gram-negativa.

2.3 Softwares para diagnóstico e tratamento

No estudo de [Gordts et al. \(2010\)](#) é apresentado uma pesquisa realizada com 63 hospitais na Bélgica a fim de investigar prevalência global intra-hospitalar para infecções hospitalares. Esse estudo utilizou um sistema especialista para entrada de dados (presença ou ausência de sinais ou sintomas) e identificação de infecções, em computadores portáteis, para armazenar e analisar os dados obtidos nos hospitais. As regras do sistema foram fundamentadas nos critérios do *Centers for Disease Control and Prevention (CDC)*, entretanto, infecções respiratórias foram categorizadas como categorias específicas: (1) infecções do trato respiratório inferior, para pneumonia; (2) infecções do trato respiratório superior, a fim de melhor refletir o quadro clínico do paciente. Tais informações que explicitam a categorização da pneumonia, como uma infecção nosocomial específica, mostra a importância do diagnóstico preciso da doença. No entanto, o *software* não considera um módulo para tratamentos e antibioticoterapia adequada para as infecções, em geral. Além disso, a implementação da ferramenta foi realizada para *desktop*, o que dificulta a penetração no ambiente hospitalar.

Em [Haug et al. \(2013\)](#) é apresentado um método para diagnosticar pneumonia baseado em ontologia, chamado de sistema de modelagem de diagnóstico orientado a ontologia, do inglês *Ontology-driven Diagnostic Modeling System (ODMS)*. O *ODMS* propõe um ambiente que combina ontologia médica com um *data warehouse* empresarial, nos termos originais *Enterprise Data Warehouse (EDW)*, fornecido pela *Intermountain Healthcare*, para apoiar o desenvolvimento de módulos de diagnóstico para uso na triagem para a doença e outras condições clínicas. A ontologia do sistema é composta pela modelagem de: (1) as relações entre doenças (2) as relações entre doenças e observações relevantes (3) as relações entre as doenças e as intervenções terapêuticas típicas, e (4) as relações entre as doenças e resultados esperados. A partir desses conceitos modelados, a ontologia foi populada com informações, necessárias para diagnosticar pacientes com pneumonia, armazenadas no *EDW*. Baseando-se nessas informações, a ontologia decide qual o tipo de pneumonia que determinado paciente possui, classificando-os com o uso do Classificação Internacional de Doenças - 9ª Revisão (*CDC-9*). Para avaliação do *ODMS*, os autores realizaram uma comparação dos resultados do sistema com uma ferramenta de diagnóstico manual. Foi utilizado amostras de dados de pacientes coletados em salas de emergência de *Salt Lake City*. Os autores descrevem que o *ODMS* obteve uma área sob as Características de Operação do Receptor, ou do inglês *Receiver Operating Characteristic (ROC)*, de 0,920, em comparação com 0,944 para a ferramenta manual. Essa ferramenta apresenta resultados promissores no diagnóstico, porém demanda de um suporte robusto, visto que há necessidade de um *data warehouse*, e essa é uma infraestrutura muitas ve-

zes não encontrada em ambientes hospitalares, especialmente os públicos, como aponta Oliveira, Balloni e Nascimento (2010).

Em Verdaguer et al. (1992) realizou-se uma validação de um sistema especialista, baseado em conhecimento (*Knowledge Base*), chamado PNEUMON-IA. O PNEUMON-IA tem por objetivo diagnosticar pneumonias adquiridas na comunidade PAC a partir de dados clínicos, radiológicos e laboratoriais obtidos no início da doença. Implementado no ambiente de programação Milord, o sistema é composto por: 25 módulos, sendo esses os agentes etiológicos suportados no sistema; 487 proposições e variáveis; 659 regras, no qual são o conhecimento do sistema; e 92 meta-regras. Em ambiente executável, o PNEUMON-IA possuía uma versão para estações de trabalho Sun rodando sob o sistema operacional UNIX. A validação do sistema foi realizada com uma amostra de 76 pacientes com diagnósticos clínico confirmado. Os diagnósticos etiológico fornecidos pela ferramenta foram comparados com os de cinco especialistas, de maneira que gerasse uma pontuação. Os autores reportam que os resultados das comparações com o PNEUMON-IA obtiveram diferenças menores que as diferenças entre alguns especialistas. Entretanto, os autores não especificam as definições utilizadas para fomentar o diagnóstico etiológico do PAC. Além disso, atualmente esse estudo possui limitações em sua precisão, uma vez que diretrizes da pneumonia atualizam-se e o conceito de pneumonia adquirida no hospital foi adotado em 2005 (FALCONE et al., 2011). Nenhuma publicação atual do sistema foi encontrada.

Em Godo et al. (2001) são descritos três sistemas baseados em lógica *fuzzy*: *Re-noir*, um sistema para diagnóstico de reumatismo; PNEUMON-IA, no qual foi descrito anteriormente; e Terap-IA. O Terap-IA é um sistema especialista objetivado na indicação de tratamentos antibióticos adequados para PAC. Essa ferramenta, baseada em conhecimento e implementada no ambiente Milord II, considera os microorganismos causadores de PAC, como entrada, através de duas hipóteses: (1) existência de um diagnóstico prévio; (2) Independência de tratamento. Ou seja, em (1), a partir de um diagnóstico, tal evidencia mais de um microorganismo, devido a isso não é possível determinar o causador legítimo da doença, e em (2) é esperado que se tenha conhecimento de qual microorganismo é agente causador da doença, assim pode-se tratar especificamente ou até propor um tratamento combinado. O conhecimento do Terap-IA é obtido através de módulos específicos. Para que se proponha o tratamento, o sistema leva em conta os resultados do paciente, o conhecimento sobre antibióticos e o diagnóstico para encontrar o melhor tratamento. Os autores realizaram uma validação parcial, relatando resultados esperanças. Porém, não foi mostrado nenhum tipo de resultado. Além de que, da mesma forma que o PNEUMON-IA, esse sistema, atualmente, não abrange tratamentos para a PAH. Adicionalmente, as sugestões de antibioticoterapia devem estar ultrapassadas perante novas propostas.

O artigo de Godo et al. (2003) descreve um sistema de apoio à decisão baseado em

agentes para melhorar o tratamento de doenças infecciosas, que são inicialmente tratados com antibióticos de uso restrito. Esse sistema, baseado em conhecimento, propõe uma estrutura multi-inteligente, no qual contempla vários setores de um processo médico de prescrição de tratamento antibiótico no hospital de Mataró. Setores e pessoas envolvidas no processo real são modelados no sistema como agentes, no qual possuem um papel específico, e cenários, onde ocorrem as interações entre os agentes. Entretanto, deve-se ressaltar que o agente farmacêutico refere-se ao sistema Terap-IA (GODO et al., 2001). Não obstante, a utilização da mesma arquitetura conceitual do Terap-IA, há diferenças que devem ser observadas: (1) o domínio de Terap-IA é apenas o tratamento de pneumonia, enquanto o agente de farmácia lida com tratamentos para qualquer doença infecciosa; (2) o estado assumido de diagnóstico do paciente, visto que Terap-IA recomenda uma terapia com antibióticos por um conjunto de agentes patogênicos que só são conhecidos como possíveis candidatos de causar doença pneumonia do paciente; e (3) o agente de farmácia necessita para a sua tarefa ter também disponíveis os testes do paciente microbiológicos de sensibilidade de antibióticos (antibiograma) para os microorganismos que está lidando. Esse estudo descreve uma abordagem de um sistema, no qual objetiva-se a evitar espectro tratamentos com antibióticos desnecessários, ineficientes e largas, e os problemas de toxicidade diminuição em caso de alergias ou falhas renais. Porém, não é demonstrado resultados concretos do sistema. Além de que, a descrição de sua abordagem é ampla, tornando omissa peculiaridades de tratamento das infecções hospitalares.

Em Goff, Mangino et al. (2013) é apresentado uma avaliação de um aplicativo educacional desenvolvido para médicos e prestadores de cuidados da saúde, de *Ohio State University Wexner Medical Center (OSUWMC)*. Baseado na *web*, o aplicativo chamado STAB-IT™ (*S. aureus bacteremia is terrible*) visa educar seus usuários a respeito da otimização do gerenciamento da bacteremia *S. aureus* na instituição. Esse aplicativo fornece cinco categorias de informações, baseadas em definições da OSUWMC, sobre: epidemiologia, microbiologia, diagnóstico e gestão, antibióticos e educação do paciente. Para avaliar a aplicação, foi realizado questionários online (para *feedback* imediato dos estudos de caso) em duas etapas: antes dos autores proporcionarem treinamento da ferramenta, e pós-treinamento. O estudo demonstra a usabilidade e aceitabilidade por parte dos médicos, porém não demonstra efeitos significativos nas melhoras dos pacientes, devido ao uso do aplicativo. Além disso, os autores são vagos sobre as vantagens e abrangência da ferramenta, pois visto que a *S. aureus* também é agente causadora de pneumonia (SELIGMAN et al., 2013)(FALCI et al., 2013), (GOFF; MANGINO et al., 2013) não menciona englobar especificamente. Outra limitação é a utilização do STAB-IT™ restringido apenas ao acesso em redes seguras com fio e sem fio, do hospital de OSUWMC. Além de que, as definições utilizadas para o aplicativo não são referenciadas nesse trabalho.

No trabalho de Martínez-Pérez et al. (2014) realizaram uma comparação dos aplicativos móveis de doenças que possuem maior mortalidade no mundo, de acordo com a

Organização Mundial de Saúde, entre as diferentes zonas de renda. Para isso, foi pesquisado e selecionado publicações de aplicativos, em bases de dados como: *IEEE Xplore*, *Scopus*, *Web of Knowledge*, e *PubMed*, e nas principais lojas de aplicativos: *Google Play*, *iTunes*, *BlackBerry World* e *Windows Phone apps+Games*. Entre as doenças e condições pesquisadas estavam: doença pulmonar obstrutiva crônica, doença cardiovascular, HIV / AIDS, doenças isquêmicas do coração, infecções respiratórias inferiores e vírus sincicial respiratório. Os autores reportam que, no período até junho de 2013, foram encontrados 371 artigos e 557 aplicativos relacionados às doenças. Os resultados obtidos foram que países de alta renda são os maiores desenvolvedores de aplicativos, entretanto, os aplicativos produzidos não são das doenças que mais possuem mortalidade no mundo. Não obstante, esses aplicativos são sobre doenças do coração, no qual representa a principal causa de morte em países de renda média e alta. Em contrapartida, doenças de infecção respiratória também possuem mortalidade alta, tanto em países de renda alta, quanto em países pobres, e obtiveram a menor quantidade de pesquisas publicadas e *app's* comerciais. Esse estudo mostra a relevância nas pesquisas e investimentos em aplicativos referentes as infecções respiratórias, porém como é uma pesquisa abrangente não deixa claro quais infecções respiratórias possuem *app's*, apesar que os autores citam a pneumonia, não há especificidade da doença, e nem do uso, ou seja, se é para educação das pessoas em geral ou utilização de apoio médico.

2.4 Conclusão de Capítulo

Neste capítulo foram apresentado diversos estudos, nas quais foram investigados, e minuciosamente selecionados, através das bases de dados da CAPES, *Scopus* e até mesmo através do *Google Scholar*. Dos trabalhos analisados, foram categorizados como: embasamento da doença; tratamentos; e *softwares* para diagnóstico e tratamento.

Os artigos apresentados na Seção 2.1 (Embasamento da doença) não estão diretamente relacionados com o presente trabalho. Entretanto tais estudos fomentam o conhecimento científico sobre a PAH, na qual ressaltam a grande incidência da doença em diferentes lugares do mundo, além das divergências de diagnóstico por região, por ser uma doença heterogêna. Além disso, isso salienta a restrição do presente trabalho, na qual trata-se da utilização do PneumoH, exclusivamente pelo detentor da lógica que a aplicação foi baseada.

Já os trabalhos apresentados na Seção 2.2 (Tratamentos), bem como a Seção 2.1, não relaciona-se com o presente trabalho desenvolvido, mas demonstra ao leitor os diversos modos de realizar tratamento com drogas para a cura da PAH.

De maneira geral, os trabalhos encontrados na literatura que foram reportados sobre *softwares* para diagnóstico e tratamento, na Seção 2.3, possuem foco em doenças

próximas a PAH. Entretanto, nenhum trabalho encontrado trata especificamente da referida doença. Na Tabela 2.4, são resumidas as principais características dos *softwares* apresentados anteriormente.

Tabela 1 – Comparação dos *Softwares* encontrados na literatura.

<i>Software</i>	ODMS	Pneumon-IA	Terap-IA	STAB-IT
Plataforma	Sistema Operacional UNIX	Não mencionado.	<i>Desktop</i>	iPhone/ iPad (iOS)
Especialidade	PAC	PAC	Pneumonia - a partir do CDC-9	<i>Staphylococcus aureus</i>
Desenvolvimento	Diagnostica a PAC a partir de dados clínicos, radiológicos e laboratoriais obtidos no início da doença	Encontra o tratamento através dos resultados do paciente, o conhecimento dos antibióticos e o diagnóstico	Baseando-se nas informações do modelo, a ontologia decide qual o tipo de pneumonia que determinado paciente possui	Visa educar seus usuários a respeito da otimização do gerenciamento da bacteremia <i>S.aureus</i>

Diante de tais estudos, percebe-se a carência de aplicativos atuais focados no auxílio de tratar e/ou diagnosticar a PAH, o que fomenta a proposta do desenvolvimento de um aplicativo para diagnóstico e tratamento dessa doença. Ademais, ressalta-se a inovação do trabalho, nos aspectos relativos à inexistência de um *software* ou aplicativo focado no problema da PAH, e do mesmo ser utilizado em estudo de caso, com médicos de um hospital público brasileiro.

3 Desenvolvimento

Neste capítulo serão apresentadas as etapas do desenvolvimento do aplicativo. Primeiramente, será mostrado na Seção 3.1 a etapa de análise do domínio do sistema, na qual consolidou-se em duas fases, gerando modelos BPMN, como pode ser visto na Seção 3.1.1 e diagramas de caso de uso, na Seção 3.1.2, respectivamente. Posteriormente será apresentado na Seção 3.2 os fundamentos técnicos extraídos do (FALCI et al., 2013) (Protocolo A), utilizados para a confecção da primeira versão do PneumoH. Já na Seção 3.3, são explanadas as diferenças essenciais para implantar no PneumoH, entre o Protocolo A e o (FALCI; PEREIRA; CASSOL, 2014) (Protocolo B). as Seções contendo as etapas de desenvolvimento da primeira versão do PneumoH, baseado no Protocolo A, e das atualizações do aplicativo, baseando-se no Protocolo B, respectivamente. Seguidamente, na Seção 3.4 mostra-se a etapa de projeto de software, abrangendo desde a primeira versão do PneumoH até a versão final do aplicativo. Já na Seção 3.5 descreve-se a etapa de implementação do aplicativo, abordando os materiais e métodos utilizados. Por fim, na Seção 3.6 mostra-se as telas do aplicativo, primeira versão e versão final, respectivamente.

3.1 Análise

Nesta seção será apresentado a metodologia da análise do problema do processo de diagnóstico e tratamento de pneumonia adquirida no hospital. Para este trabalho, em uma primeira etapa, realizou-se a modelagem da análise através da notação *Business Process Modeling Notation* (BPMN) (BPMN.ORG, 2014). Posteriormente, realizou-se uma transformação do modelo BPMN, para modelos de casos de uso UML, no qual é a notação padrão de sistemas (UML.ORG, 2014). Essa abordagem de transformação de modelos, utilizada neste trabalho, foi baseada em três estudos encontrados na literatura, vistas nos trabalhos de Rodríguez e Caro (2012), Tanuska e Skripcak (2011) e Heredia (2012). Ao decorrer dessa seção será elucidado tal técnica.

3.1.1 Especificação BPMN

A notação BPMN, apesar de ser uma ferramenta para análise de processos de negócios, vem sendo estudada como forma de auxiliar a extração de requisitos de um sistema. Devido sua especificação gráfica intuitiva para todo e qualquer tipo de usuário, a notação auxilia elucidar determinado domínio.

No contexto deste sistema, o domínio do problema está condensado nos Protocolos

de Antibioticoterapia, definidos em (FALCI et al., 2013). Dessa forma, com auxílio da notação BPMN foi possível perceber as atividades individuais, assim como, os fluxos do processo e suas informações em mais alto nível.

Em Rodríguez e Caro (2012), o conceito de qualidade dos dados é mencionado. Esse conceito visa salientar as informações que são fundamentais para o sucesso do processo, a partir de sua dimensão: oportunidade, exatidão e completude. No modelo BPMN do presente estudo, os elementos que necessitam de atenção estão marcados com o símbolo da qualidade de dados(ver Figura 4) na qual originou-se da fusão das letras D e Q, do inglês *data quality*. Na Figura 5, é possível notar as atividades e objetos de saída com dados de qualidade.

A importância dos dados de qualidade se mostra na otimização da modelagem do processo. Em um primeiro momento realiza-se uma modelagem genérica, entretanto, com a percepção dos dados com qualidade, melhorias são realizadas a fim de especificar o objetivo de uma maneira mais clara, no contexto de análise do problema. No presente trabalho, será apresentada a modelagem do cenário de tratamento e diagnóstico de PAH com as melhorias já realizadas. Na Figura 5 pode-se verificar o cenário geral da análise.



Figura 4 – Símbolo da qualidade de dados (RODRÍGUEZ; CARO, 2012).

No restante do modelo, como pode ser observado na Figura 5, as raízes do processo definem os responsáveis, assim como suas respectivas atividades, representadas por um retângulo. No presente contexto, os responsáveis pelas atividades do processo são: o médico e o paciente hospitalizado. Bem como suas atividades são: pesquisar histórico do paciente, assegurar completude dos dados, assegurar corretude dos dados, cadastrar pessoa, identificar sintomas, diagnosticar pneumonia, selecionar antibioticoterapia inicial, prescrever antibioticoterapia, verificar melhoras clínicas, interromper terapia; e informar sintomas, realizar antibioticoterapia, respectivamente.

As setas, na especificação BPMN, representam o fluxo, e os *gateways* (simbolizado por losangos) mostram pontos de decisão e/ou inclusão no fluxo das atividades. Além disso, é possível perceber artefatos, nas quais podem representar objetos de dados de entrada ou saída de uma atividade. Na Figura 5, podemos identificar dois *gateways*: um inclusivo e um exclusivo, respectivamente.

O *gateway* inclusivo indica que entre aquelas atividades, é opcional a execução de ambas ou somente uma delas. Já o *gateway* exclusivo indica que só é possível a escolha de uma das atividades do fluxo.

Sendo assim, o cenário geral do diagnóstico e tratamento de PAH mostra, como

evento inicial do processo, a atividade de pesquisa do histórico do paciente pelo médico, ou seja, no cenário real, o médico verifica o prontuário do paciente hospitalizado. Perante isso, na Figura 5, mostra que na sequência do fluxo, o médico pode optar por um novo cadastro (caso não exista registros do paciente, por exemplo) ou seguir com a consulta, onde o paciente possui a atividade de informar seus sintomas.

Posteriormente, o médico executa a atividade de identificar os sintomas que são relevantes para o diagnóstico. Entretanto, para o diagnóstico de PAH há um subprocesso, pois em Falci et al. (2013) existem vários tipos/classificações de PAH. Visto isso, para identificação de qual infecção específica o paciente possui, necessita-se avaliar diversos fatores.

A partir do diagnóstico realizado da PAH, é possível selecionar a antibioticoterapia inicial. Porém, essa atividade também necessita de um subprocesso pois deve-se avaliar as condições do paciente perante sua hospitalização. Após isso, o médico já pode prescrever ao paciente o tratamento antibiótico para sua doença.

O paciente, após as etapas de avaliação, realiza o tratamento de acordo com o tempo estipulado. Contudo, é verificado, no terceiro dia de terapia, as melhorias clínicas do paciente. Caso haja melhoras, o médico verifica as melhorias clínicas do paciente afim de realizar o descalonamento do tratamento prescrito, ou seja, escolha de antimicrobiano direcionado ao germe da cultura, com o menor espectro possível. Caso contrário, o médico deve interromper a terapia.

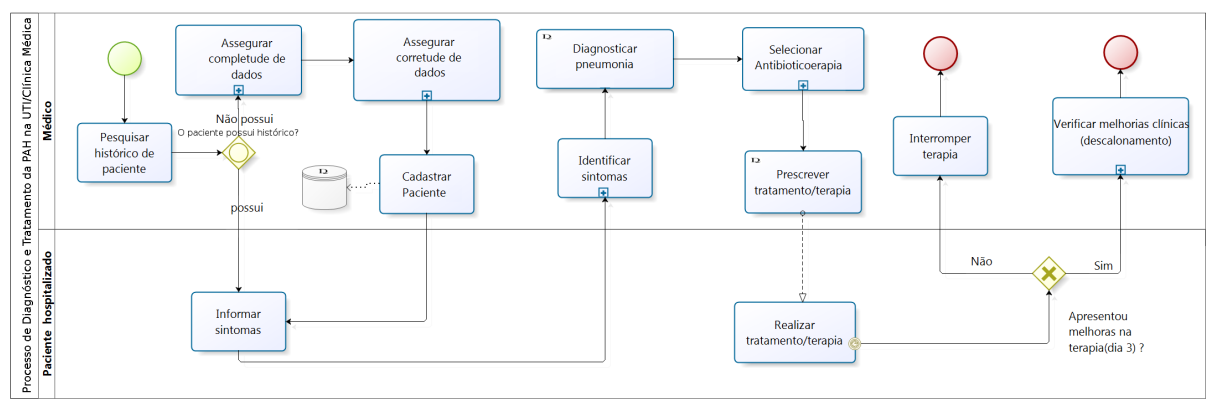


Figura 5 – Cenário Geral.

3.1.2 Casos de Uso do Sistema

Na segunda etapa da análise do domínio realizou-se uma transformação do modelo BPMN para diagramas de casos de uso UML. Nessa fase foi possível especificar melhor os detalhes do domínio, em perspectiva do sistema, a partir do modelo BPMN, cujo possui uma representação em mais alto nível.

A denotação das especificações dos casos de usos da UML foram representadas em modelos gráficos e textualmente. Entretanto, a criação dos elementos do diagrama UML, baseou-se em um conjunto de definições de equivalências entre os elementos BPMN e os casos de uso UML. Ou seja, para determinado elemento BPMN, há uma possibilidade de notação para os diagramas de casos de uso UML. Algumas dessas equivalências, na qual foram utilizadas nesse estudo, estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2 – Equivalência de Elementos BPMN para Casos de Uso (TANUSKA; SKRIP-CAK, 2011) e (HEREDIA, 2012)

BPMN	Diagrama de Casos de Uso
Raia	Ator
Tarefa simples	Caso de uso
Gateway exclusivo	Especialização de caso de uso
Gateway inclusivo	« <i>extend</i> »
Evento de tempo (causa temporal)	Descrição textual em Acionador
Subprocesso	« <i>include</i> » ou « <i>extend</i> »

Na Figura 6 consta o diagrama de casos de uso gerado a partir da transformação dos modelos, de acordo com a Tabela 2. O diagrama é composto pelos casos de uso: Cadastrar Paciente, Pesquisar Paciente, Identificar Sintomas, Diagnosticar Pneumonia, Selecionar antibioticoterapia inicial, Prescrever Tratamento, Verificar melhorias clínicas e Interromper terapia. Dentre esses casos de uso há relacionamentos de inclusão (*include*) e especialização.

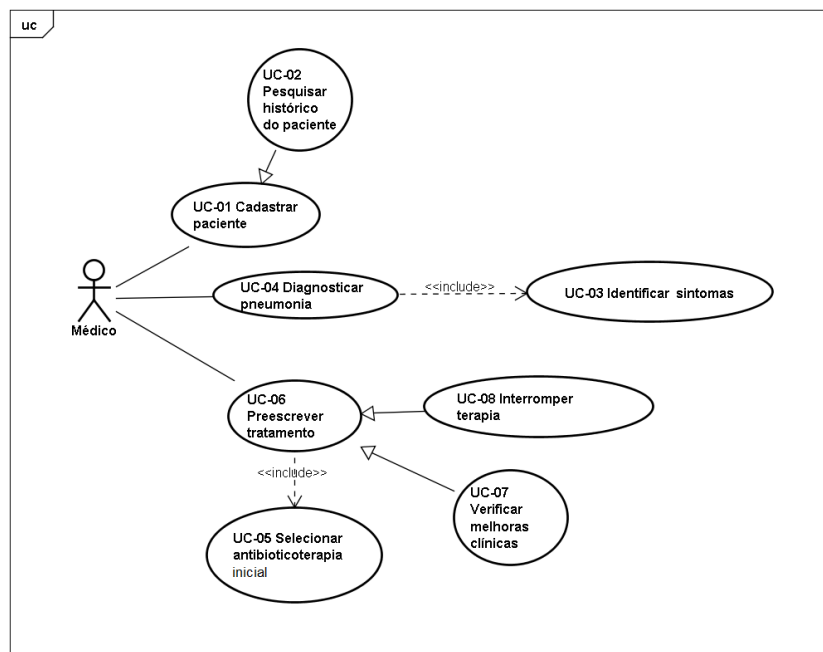


Figura 6 – Diagrama de Casos de Uso.

Em [Tanuska e Skripcak \(2011\)](#) sugerem que para transformação de subprocessos BPMN, uma análise mais aprofundada deste elemento deve ser feita, a fim de criar um caso de uso secundário. Nessa situação, um caso de uso secundário por ter *include* ou *extend* relacionado com o caso de uso principal. Devido esse conceito, na análise da Figura 5, que apresenta o modelo BPMN, faz com que os subprocessos Identificar Sintomas e Selecionar antibioticoterapia inicial tornem-se casos de uso e esses estejam diretamente relacionados com as atividades com qualidade que deram origem a esses subprocessos.

A transformação de elementos ligados a um *gateway* exclusivo utilizando relacionamentos de generalização entre casos de uso acontece de forma que o caso de uso originado pela tarefa que precede o *gateway* exclusivo dá origem a um caso de uso pai e os casos de uso dentro desse *gateway* e tornam casos de uso especializados. O caso de uso pai é uma generalização dos casos de uso que estão dentro do gateway. Sendo assim, todos os passos do caso de uso pai são comuns e necessários para a ocorrência de qualquer um dos casos de uso filho. Além disso, dessa maneira também permite expressar que apenas um dos casos de uso filho é executado em cada cenário ([HEREDIA, 2012](#)).

A partir da transformação dos modelos, foi possível iniciar a realização da descrição textual dos casos de uso. Além disso, após um refinamento de tais, os fluxos principais e alternativos foram descritos de forma concreta. As descrições completas dos casos de uso podem ser observadas no apêndice A.

3.2 Primeira versão: PneumoH 1.0

O levantamento de requisitos necessário para o desenvolvimento da lógica do PneumoH embasou-se no [Protocolo A](#) (Anexo A). Esse protocolo teve vigência até a publicação do [Protocolo B](#) ([FALCI; PEREIRA; CASSOL, 2014](#)). Visto isso, a primeira versão do PneumoH (PneumoH 1.0) fundamentou-se nas definições mostradas na Seções a seguir.

3.2.1 Protocolo A: Definições do Hospital Nossa Senhora da Conceição

Nessa Seção será esclarecido as definições estabelecidas em [Protocolo A](#). Sob essas informações que os médicos do hospital deveriam aplicar o tratamento perante a [PAH](#).

3.2.1.1 Pneumonia sob o Enfoque Clínico

No [Protocolo A](#) há definições de pneumonia categorizadas pelo enfoque clínico. Essas caracterizações são realizadas pelo Controle de Infecção Hospitalar ([CIH](#)) e tais são:

- **P**: febre, tosse e desenvolvimento de escarro em combinação com evidência radiológica de infiltrado pulmonar novo ou progressivo, leucocitose, coloração de Gram

sugestiva, cultura positiva de escarro, aspirado traqueal, líquido pleural ou sangue;

- **PH:** presença de infiltrado pulmonar ao Rx de tórax novo, persistente, não explicado por outro motivo; com pelo menos 2 dos seguintes critérios: temperatura > 38°C, leucocitose > 10.000 cél/mm e secreção respiratória purulenta. Estes critérios iniciais, do momento do diagnóstico, são validados pela evolução clínica, radiológica e laboratorial ou a hipótese é excluída;
- **PH de início precoce:** desenvolvida em < 5 dias após a hospitalização;
- **PH de início tardio:** desenvolvida em > 5 dias após a hospitalização;
- **P Grave:** P associada a um dos seguintes: necessidade de UTI, insuficiência respiratória (necessidade de Ventilação Mecânica (VM) ou de fração de oxigênio inspirado de > 35% para manter saturação de oxigênio >90%), progressão radiológica ou comprometimento multilobar ou com cavidade, ou, evidência de sepse grave ou choque séptico;
- **PAV:** P que ocorreu após a entubação e início da VM, não estando em incubação antes da colocação do tubo PAV refratária: PAV que não responde a 3 dias de antibioticoterapia adequada;
- **PAV de início precoce:** desenvolvida em até 96 horas após a entubação e início da VM;
- **PAV de início:** desenvolvida após 96 horas após a entubação e início da VM (PAV é infecção hospitalar por definição, independentemente se de início precoce ou tardio, mas na PAV de início precoce os patógenos costumam ser de origem comunitária, quando se desenvolve nos primeiros 4 dias de hospitalização).

Não obstante, o CIH leva em consideração os critérios estabelecidos em Saúde (2009). Ambos são utilizadas no momento da avaliação da solicitação de uso de antibióticos; a segunda, é utilizada na Vigilância Epidemiológica das Infecções Hospitalares (FALCI et al., 2013).

De acordo com o Protocolo A, apesar das oito definições descritas anteriormente, somente é considerado pelos médicos, além da característica do acometimento 48 horas após a internação, na realização do diagnóstico do tratamento da antibioticoterapia inicial da PAH, os termos P e PAV. Outro fator a ser observado é que tais termos não são acrônimos, mas vocabulário técnico do HNSC.

3.2.1.2 Antibioticoterapia Empírica Inicial de Pneumonia

Definido no Protocolo A e representado no Caso de Uso 05 (Apêndice A), o primeiro procedimento de tratamento de um paciente diagnosticado com PAH é a realização

da antibioticoterapia empírica inicial. Os esquemas de decisão de diagnóstico inicial foram elaborados com base nos dados de sensibilidade dos germes mais prevalentes nas unidades de clínica médica e UTI, como é relatado no [Protocolo A](#). Esse esquema corrobora para categorização do diagnóstico de risco para patógenos multiresistentes (ou seja, se o patógeno é resistente a um agente pode ser suscetível ao outro). Tais categorizações são:

- Alto risco para infecção por germe com RESISTÊNCIA A MÚLTIPLAS DROGAS (MDR) – UTI e Clínica Médica.
- Baixo risco para infecção por germe com RESISTÊNCIA A MÚLTIPLAS DROGAS (MDR) – UTI.
- Baixo risco para infecção por germe com RESISTÊNCIA A MÚLTIPLAS DROGAS (MDR) – Clínica Médica.

3.2.1.3 Antibioticoterapia Específica

A antibioticoterapia específica é definida no [Protocolo A](#) como o procedimento de descalonamento do tratamento de um paciente internado que já vem sendo tratado contra a PAH. Esse processo também está descrito no Caso de Uso 08 (ver Apêndice A) e pode ser percebido na Figura 7.

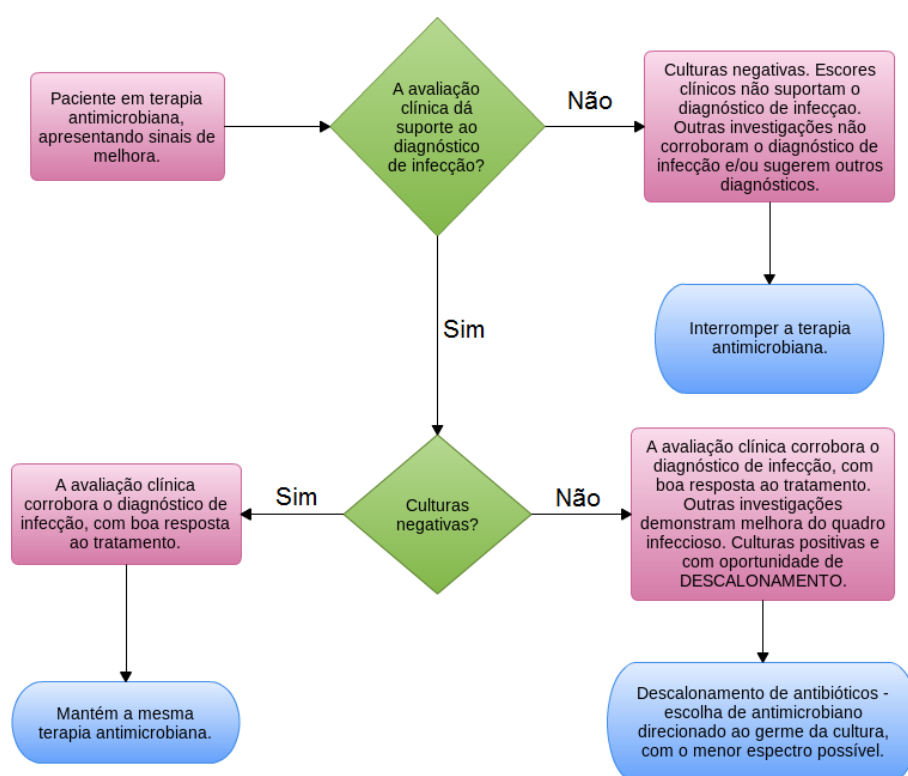


Figura 7 – Fluxograma do algoritmo para descalonamento no dia 3 de terapia antimicrobiana, no contexto de melhora clínica (FALCI et al., 2013).

3.3 Atualização do PneumoH

O **Protocolo B** foi publicado em Outubro de 2014 (Anexo B). A partir desse fato foi necessário atualizações no PneumoH, de acordo com as divergências entre os protocolos. Perante isso, nesta Seção explana-se sobre as principais modificações teóricas.

3.3.1 Protocolo A x Protocolo B

De maneira oposta ao **Protocolo A**, que utiliza as definições da Sessão 3.2.1, no **Protocolo B** não é necessário o conhecimento prévio, pelos médicos, de tais descrições do tipo de pneumonia. Isso ocorre devido ao **Protocolo B** dar ênfase, na decisão do diagnóstico inicial, para os fatores:

- Lugar de origem no qual o paciente adquiriu a infecção (UTI, Clínica Médica ou Outro Hospital).
- Condições que o paciente apresenta e/ou teve exposição.

Além disso as definições de diagnósticos do **Protocolo A**, apresentadas na Seção 3.2.1.2, prevalecem as mesmas em ambos protocolos. Entretanto no **Protocolo B**, para o diagnóstico “Alto risco para infecção por germe com RESISTÊNCIA A MÚLTIPLAS DROGAS” há definição de tratamento específico para a pneumonia gerada na UTI e para a pneumonia originada na Clínica Médica, como pode-se observar, nas Figuras 8 e 9, o fluxograma de decisão para os referidos diagnósticos.

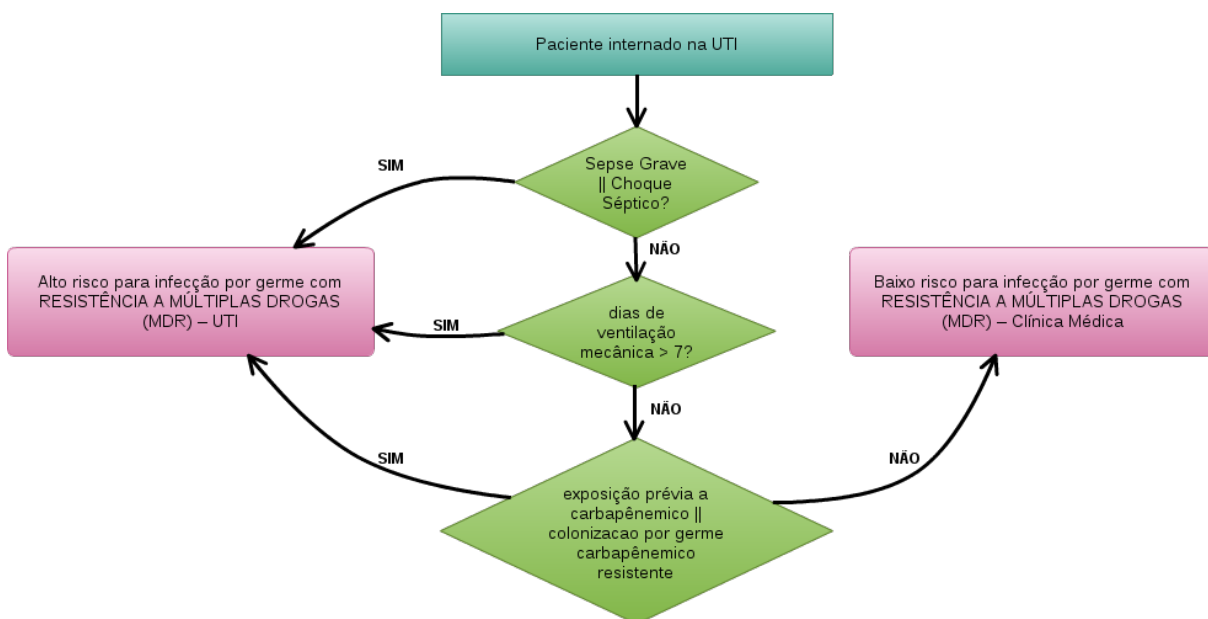


Figura 8 – Fluxograma de decisão de antibioticoterapia inicial na UTI.

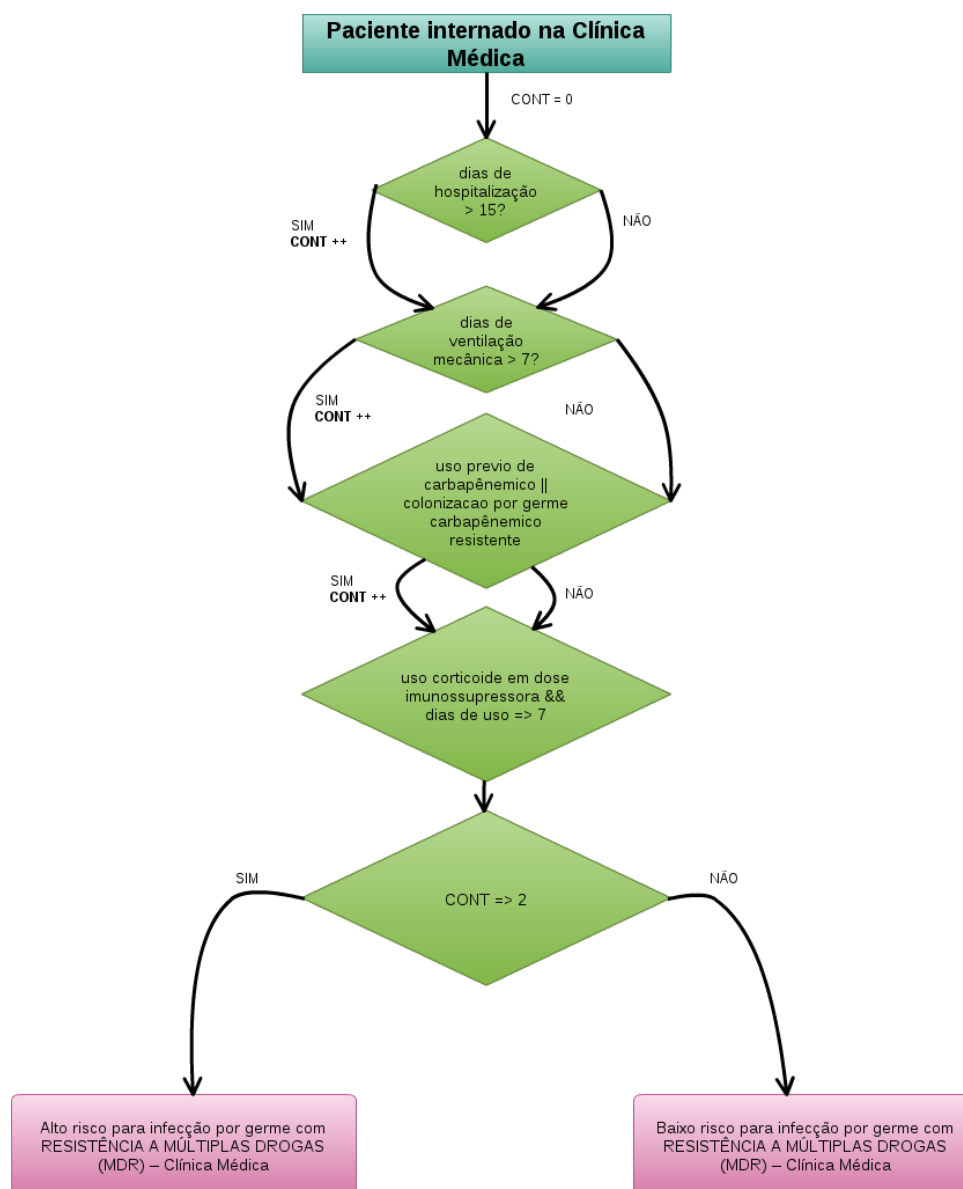


Figura 9 – Fluxograma de decisão de antibioticoterapia inicial na clínica médica.

Já para o diagnóstico da Antibioticoterapia Específica, como mostrado em 3.2.1.3, o [Protocolo B](#) não apresenta divergências no algoritmo do descalonamento (Figura 7), mas acrescenta um Seção de “Situações Especiais”.

Na Seção de “Situações Especiais”, do [Protocolo B](#), é mostrado, de modo informativo, descrições textuais sobre substâncias (drogas) de tratamento para cada tipo de bactéria causadora, nas quais são: *Acinetobacter carba-r*; *Pseudomonas carba-r*; KPC e outras carbapenemases; MRSA com MIC elevado para vancomicina.

Sendo assim, não modificando o processo de diagnóstico e tratamento da pneumonia, mas a partir das alterações do [Protocolo B](#) necessitou realizar atualizações no PneumoH para que sua utilização seja condizente com as regras do processo de tratamento e diagnóstico da PAH, no HNSC.

3.4 Projeto

Nesta Seção serão apresentados a estrutura e as relações necessárias à implementação do aplicativo. Primeiramente, explanar-se-á a arquitetura chamada de Modelo-Visão-Controle, mais conhecida nos termos em inglês [MVC](#), na qual utilizou-se no projeto, e suas peculiaridades. Concomitantemente, a fim de representar a evolução do PneumoH, os diagramas de classes serão mostrados em duas etapas: primeiramente, os diagramas relacionados ao projeto da primeira versão do PneumoH, e em seguida, os diagramas relacionados à versão final do projeto do PneumoH.

3.4.1 Arquitetura

A abordagem [MVC](#) é composta por três tipos de objetos: modelo, visão e controladores. Em uma definição dada por [Gamma \(2000\)](#) tais objetos são representados como:

- *Modelo*: objeto de Aplicação;
- *Visão*: apresentação na tela;
- *Controlador*: define a maneira como a interface do usuário reage às entradas do mesmo.

Em termos gerais, [Milani \(2012\)](#) também define o padrão [MVC](#) como três camadas distintas, cada qual com suas responsabilidades, justamente visando separar a lógica do negócio da aplicação, da interface gráfica. Dessa maneira, facilitando a manutenção do código, caso seja necessário criar novas versões da interface gráfica, ou também alterar o código, que por sua vez estará centralizado e desvinculado da interface gráfica (ilustrado na [Figura 10](#)).

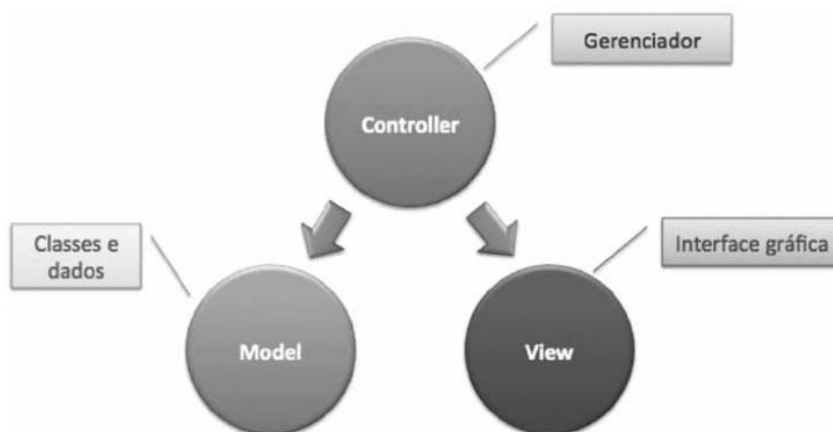


Figura 10 – Arquitetura [MVC](#) (MILANI, 2012).

A escolha dessa arquitetura deu-se em razão da abordagem MVC ser padronizada na tecnologia utilizada. Ou seja, o *framework* nativo para iOS induz o desenvolvimento dessa maneira. Na Figura 11 percebe-se de maneira geral a arquitetura da primeira versão do PneumoH. No decorrer dessa Seção, explica-se detalhadamente cada uma das partes do MVC, do diagrama de classes.

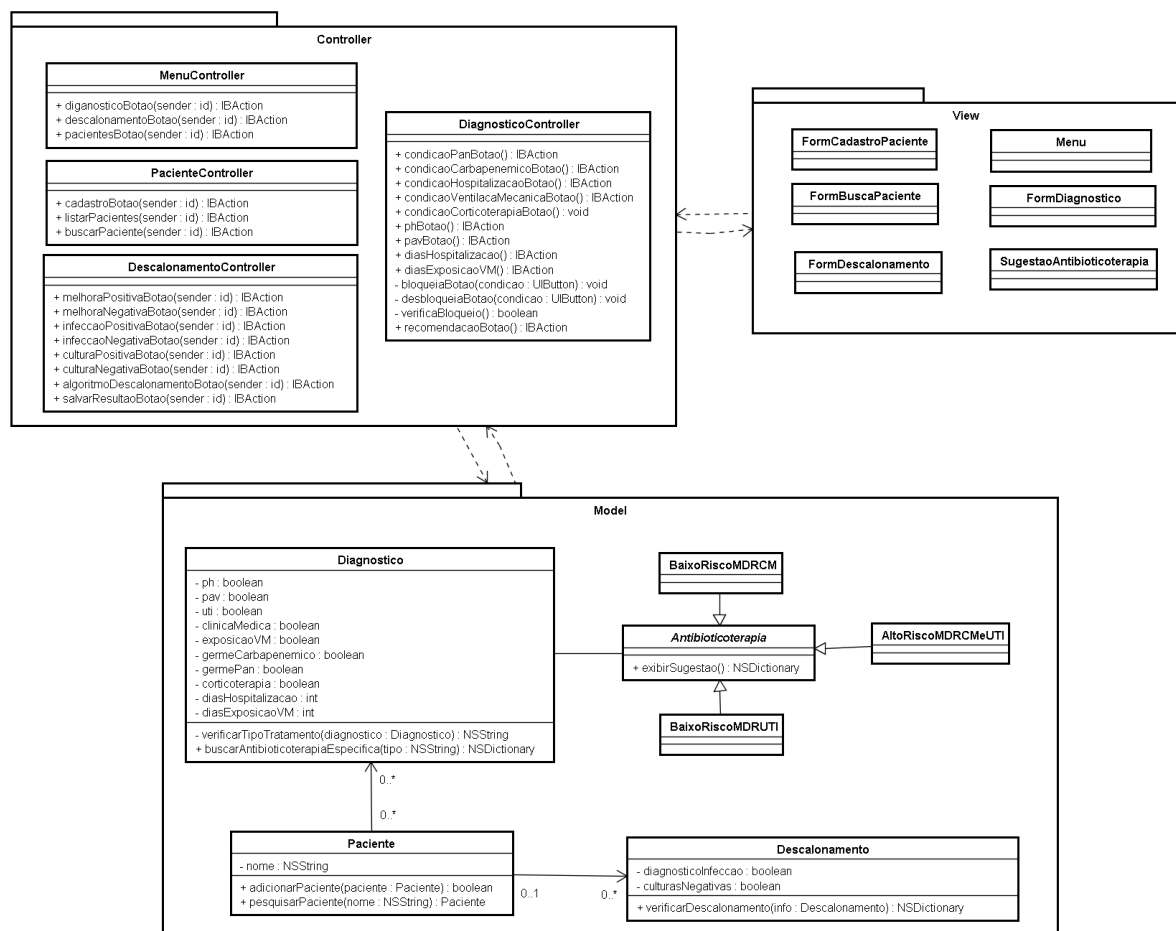


Figura 11 – Diagrama de Classes da Primeira Versão do PneumoH (Visão geral).

Devido a mudança de alguns aspectos na lógica do aplicativo, salientado na Seção anterior (Seção 3.3), e do acréscimo de funções automatizadas para coleta de dados (mais detalhes na Seção), a versão atualizada do PneumoH apresenta modificações e adaptações, a partir do primeiro projeto (Figura 11). Tais mudanças podem ser notadas, de maneira geral na Figura 12.

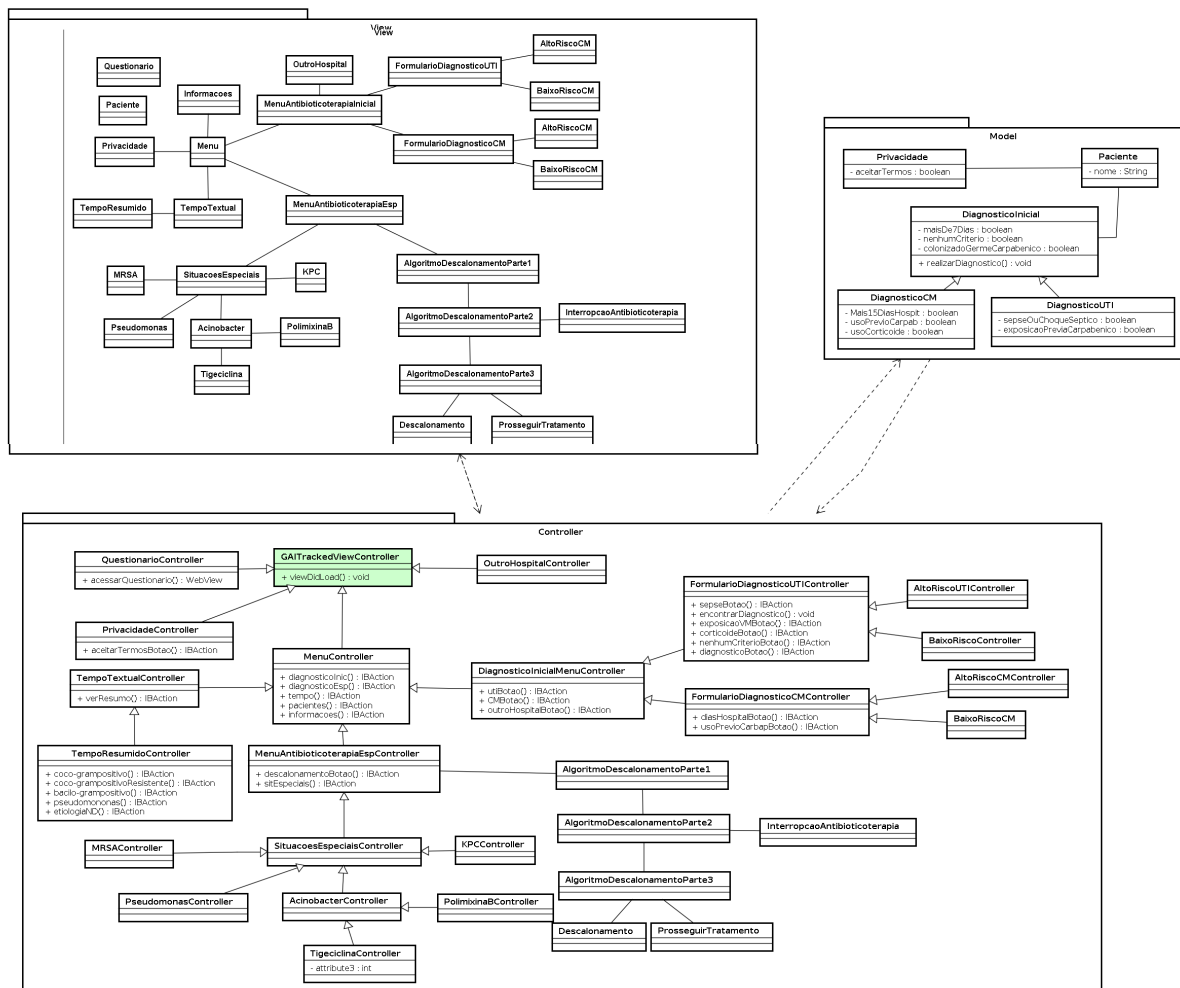


Figura 12 – Diagrama de Classes da Versão Final do PneumoH (Visão geral).

A seguir serão descritos cada camada da arquitetura **MVC** e logo apresentado detalhadamente no projeto da primeira versão do PneumoH e de sua atualização, respectivamente.

3.4.1.1 Modelo

No modelo da aplicação concentra-se a responsabilidade por codificar e organizar toda a lógica de negócio da aplicação, sem se preocupar de que maneira essas informações serão exibidas para o usuário (MILANI, 2012). Em Milani (2012) também menciona que nessa camada as classes, o processamento de dados e qualquer outra ação que tenha a ver com a lógica de negócio da aplicação devem ser definidos.

Na Figura 13 pode-se visualizar as classes e os métodos que representam a estrutura da camada de modelo, da primeira versão do PneumoH.

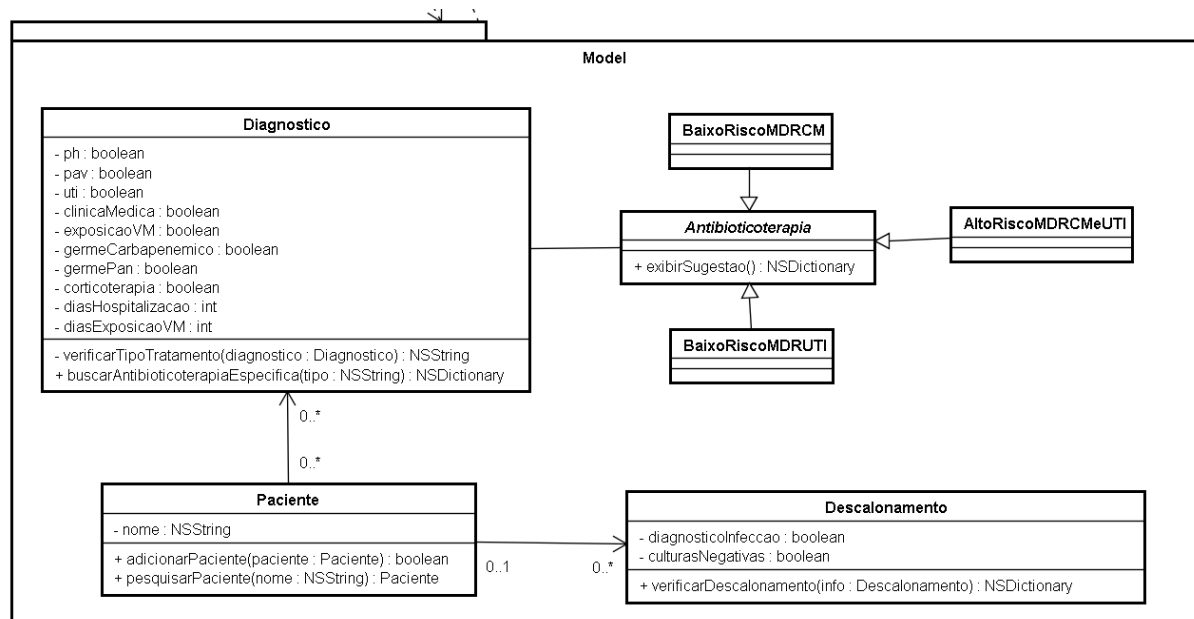


Figura 13 – Primeira versão PneumoH: Classes da camada de modelo.

Já na Figura 14 estão as classes da camada de modelo da versão atualizada do PneumoH.

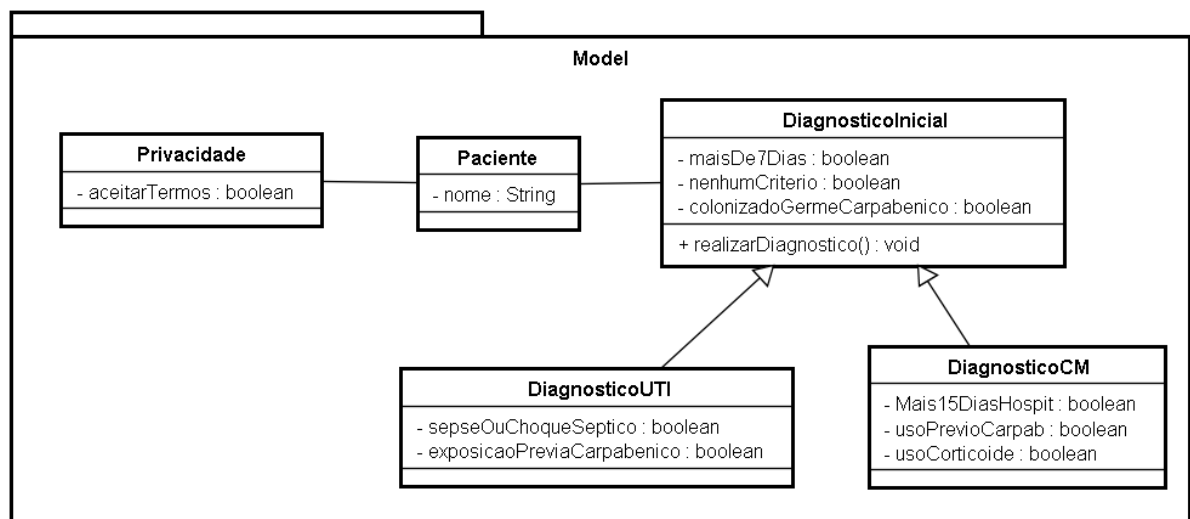


Figura 14 – Versão Atualizada PneumoH: Classes da camada de modelo.

Percebe-se que na camada de modelo, dessa última versão, houve a exclusão da classe de *Descalonoamento*, pois para o tratamento de tal objeto foi decidido ser realizado diretamente na *controller*, já que o mesmo não necessita de nenhum tipo de processamento de dados. Não obstante, houve alteração do objeto *Diagnostico*, desde a atualização do

nome da classe para *DiagnosticoInicial* até os atributos, conforme as modificações do [Protocolo B](#). Adicionalmente as classes *DiagnosticoUTI* e *DiagnosticoCM* são herdadas da *Diagnostico*. Ambas classes são responsáveis por realizar o diagnóstico na qual representam (originada na UTI ou Clínica Médica (CM)).

3.4.1.2 Visão

A visão deve ser responsável única e exclusivamente por mostrar informações na tela ([MILANI, 2012](#))([GAMMA, 2000](#)). Ou seja, as classes apresentadas na [Figura 15](#) representam somente as estruturas da interface gráfica do projeto. Isso ocorre devido à tecnologia aplicada no desenvolvimento.

Em geral, a visão do presente projeto está associada a arquivos do tipo *storyboard*, dentro da IDE *Xcode* (ver [Seção 3.5](#)) e tais não possuem especificação de atributos e métodos. Na [Figura 15](#) mostra-se as *views* da primeira versão do PneumoH.

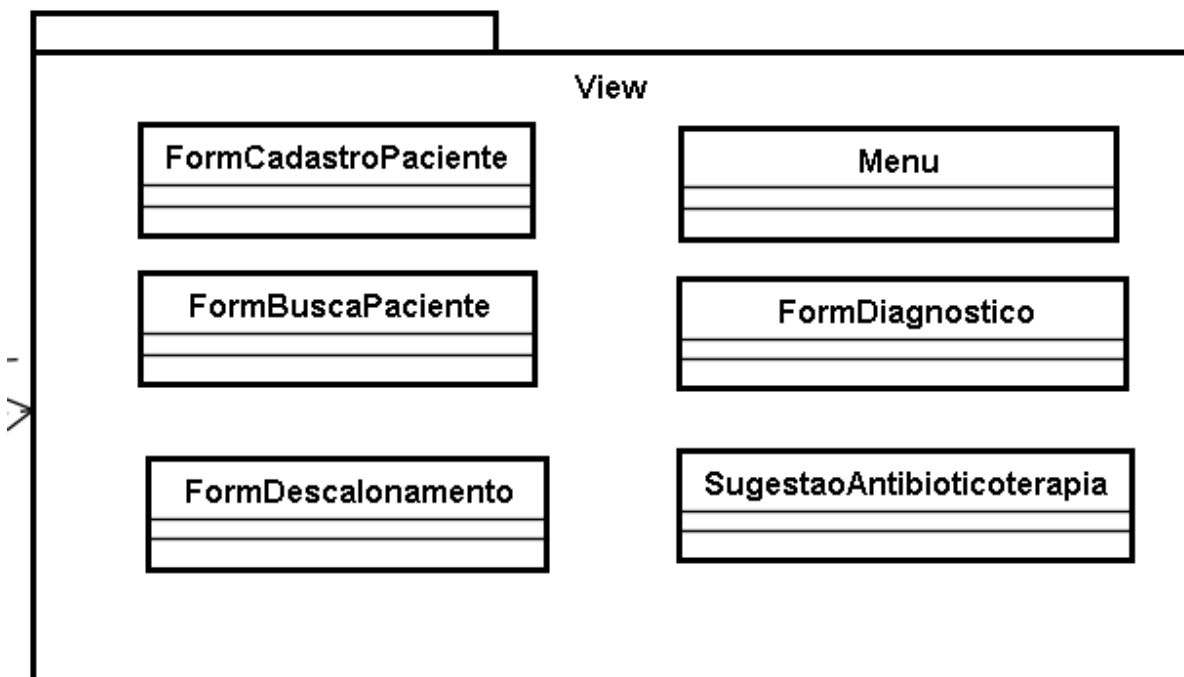


Figura 15 – Classes de Visão da primeira versão do PneumoH.

Na versão atualizado do PneumoH, acrescentou-se diversas telas para funções que não haviam. Pode-se observar na [Figura 16](#) as *views* adicionadas. Cabe salientar, que a adição de telas exclusivas para cada diagnóstico, por exemplo, *view* deu-se devido a utilização do *tracking* do SDK *Google Analytics* (ver mais detalhes na [Seção 3.5.3](#)), na qual nomea-se cada tela que deseja-se analisar.

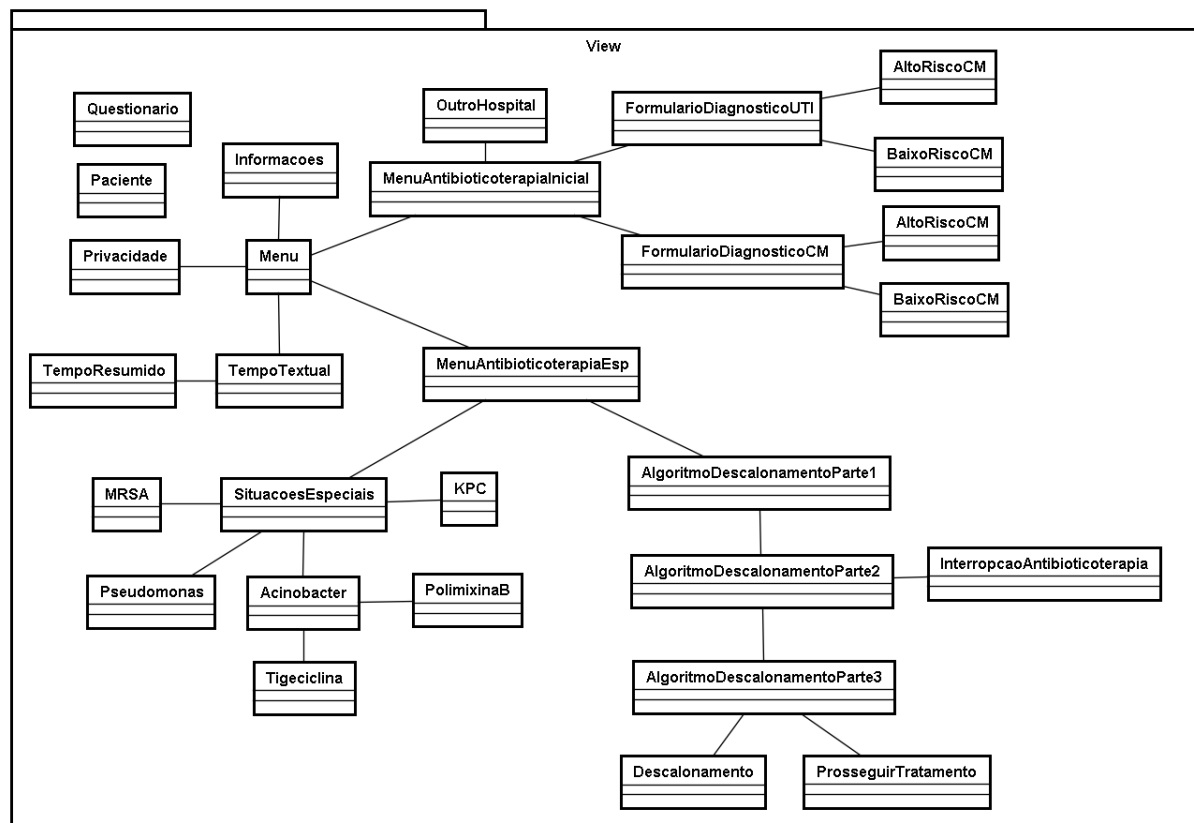


Figura 16 – Classes de Visão da versão atualizada do PneumoH.

3.4.1.3 Controle

As classes de controle representam a estrutura que gerencia os estímulos externos fornecido pelo usuário. Em outras palavras, as classes de controle estão diretamente ligadas as classes de visão. Uma classe de controle pode gerenciar mais de uma classe de visão.

Na Figura 17, pode-se observar as classes controladoras da primeira versão do aplicativo. Essas, por sua vez, têm o objetivo de reconhecer e detectar a interação do usuário, assim realizando as respectivas decisões. Como Milani (2012) menciona, é por meio do acesso em ambas as camadas (*view* e *model*), que a *controller* poderá gerenciar o funcionamento da aplicação, encaminhando um dado da *model* para a *view* e as ações do usuário na *view* para a *model*.

No projeto da versão final do PneumoH, houve a necessidade da criação de uma classe controladora para cada classe de visão. Essa necessidade deu-se devido à utilização do rastreamento SDK do *Google Analytics*. O rastreamento do *Google Analytics* é baseado na visualização de telas, sendo assim, cada tela visualizada deve herdar da biblioteca do *Analytics* um método de rastreamento.

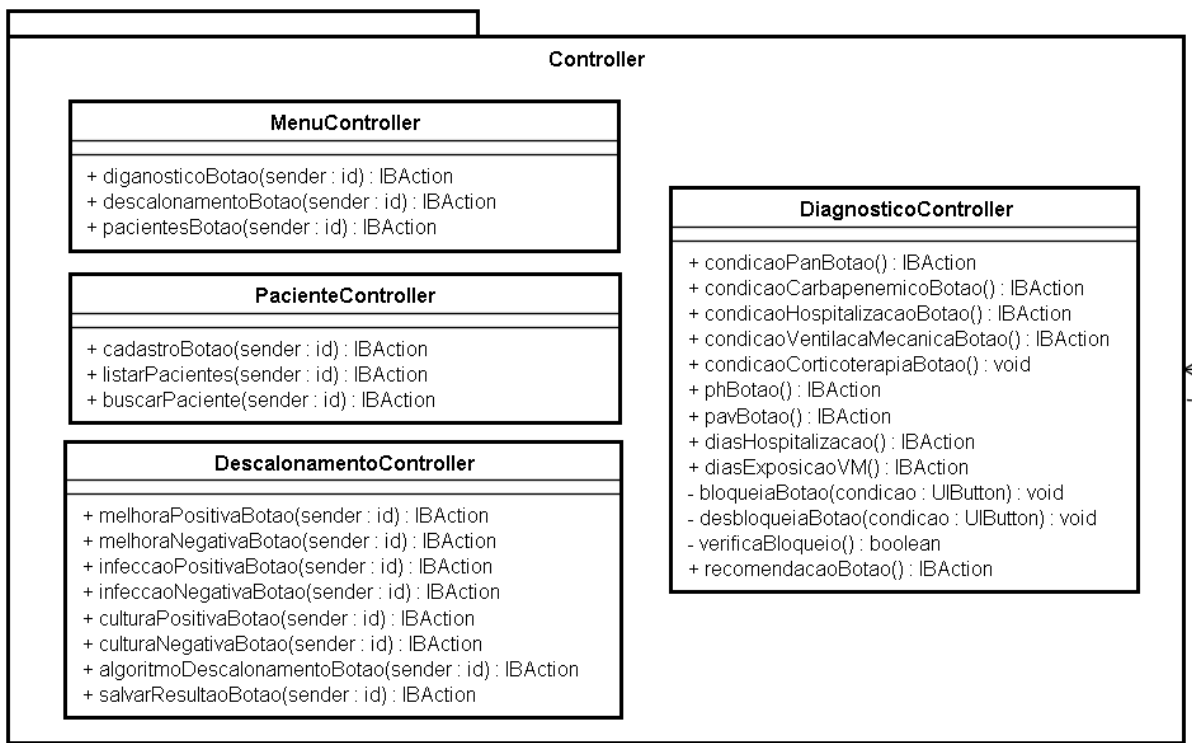


Figura 17 – Classes de controle.

Portanto, cada *view* tem uma classe de controle, na qual possui herança da biblioteca fornecida pelo SDK, e conseqüentemente cada classe de controle nomeia, suas referentes telas, para posteriormente gerar os relatórios de uso.

3.5 Implementação

Nesta seção será apresentado o sistema operacional de implantação, assim como as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do aplicativo.

3.5.1 Materiais e Métodos

O aplicativo PneumoH, destina-se a ser implantando para dispositivos móveis, mais especificadamente iPhone. Esses dispositivos possuem um sistema operacional móvel conhecido como iOS. Na primeira versão do PneumoH, o sistema encontrava-se na versão iOS 7, na qual o aplicativo foi implementado e simulado. Entretanto, atualmente a última versão desse sistema é iOS 8. Visto isso, preocupa-se com esse fator na versão atualizada do PneumoH.

A fim da programação de iOS é necessário para suportar o ambiente de desenvolvimento: sistema Operacional *Mac OS*; IDE *Xcode*; *framework Cocoa Touch*; linguagem de programação *Objective-C*.

A necessidade do sistema operacional Mac origina-se da exclusividade do ambiente de desenvolvimento proporcionado pela *Apple*. Esse ambiente de desenvolvimento é composto pela ferramenta *Xcode*.

Outro fator relevante neste trabalho é a coleta de dados. A partir da necessidade de obter automatizadamente informações acerca do uso e aceitabilidade do PneumoH, em fase de avaliação, utilizar-se-á o SDK do *Google Analytics* para iOS v3. Além disso, para aplicar um questionário diretamente no PneumoH, utilizou-se Formulários do Google (GOOGLE, 2014a).

3.5.2 Xcode

O *Xcode* é um ambiente de desenvolvimento integrado para aplicações oficial da *Apple*. Esse ambiente possui funcionalidades e integração de ferramentas como: suporte a linguagem de programação *Objective-c*; *debugger*; refatoração; autocompletar; *framework* (*Cocoa touch*); *Interface Builder* ; *iPhone Simulator*.

Para a realização do projeto utilizou-se o *OS x Mavericks 10.9* e a IDE *Xcode 5.1*, na qual já suporta as demais necessidades mencionadas, descritas brevemente a seguir. Na figura 18 observa-se o referido ambiente.

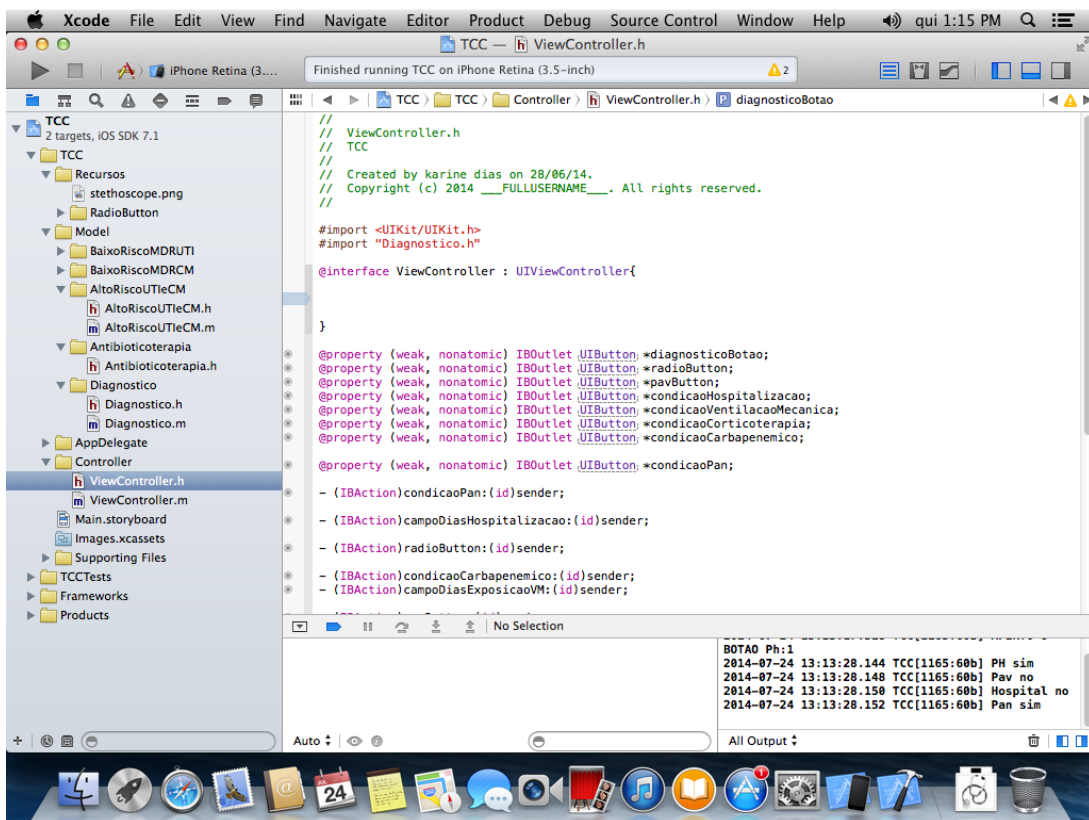


Figura 18 – Ambiente de desenvolvimento *Xcode 5.1*.

3.5.2.1 Framework Cocoa Touch

O *Cocoa Touch* é o *framework* utilizado para desenvolvimento de aplicações para iOS. Esse *framework* visa proporcionar ao desenvolvedor uma camada que facilite o acesso aos diversos recursos existentes (MILANI, 2012). Com a integração desse *framework* com o ambiente de desenvolvimento *Xcode*, o *Cocoa Touch* omite e facilita a complexidade da implementação na utilização dos recursos de multimídia (imagens, animações, áudio), *networking* (acesso à rede) e persistência entre outros (MILANI, 2012) (LECHETA, 2013).

A construção do *framework Cocoa Touch* foi realizada sobre a linguagem de programação *Objective-c*, de forma orientada a objetos, e ainda construída no modelo MVC, como mostra na Figura 19. O *Cocoa Touch* foi construído com um foco especial em interfaces e otimização baseadas em toque (DEVELOPER, 2014). Dessa forma, como o *cocoa Touch* é baseado no padrão MVC, é através do *framework* que a camada *View* é criada utilizando-se o *Interface Builder*. Além disso, na *controller* do *Cocoa Touch*, basicamente define-se o ciclo de vida das telas, trata os eventos de usuário, controla a navegação do aplicativo e interage com a camada *model* (LECHETA, 2013).



Figura 19 – Arquitetura MVC do *Cocoa touch* (APPLE, 2014b).

3.5.2.2 Interface Builder

O *Interface Builder* é uma ferramenta integrada ao *Xcode* que propociona desenhar a tela da aplicação em um editor visual. Desta maneira, essa ferramenta prove uma característica peculiar no desenvolvimento para iOS: a implementação as telas, ou seja, a camada de Visão apresentada na seção anterior.

A implementação das telas é realizada em nível de IDE, ou seja, não há código. Assim, a *Interface Builder* proporciona ao desenvolvedor um editor de interface de usuário completo, sem escrever qualquer código, na qual deve-se apenas arrastar-se as janelas,

botões, campos de texto e outros objetos para a tela, a partir de uma palheta de elementos (ver Figura 20).

Além disso, o *Interface Builder* provê a visão e gerencia das relações entre os pontos de navegabilidade das telas do usuário (APPLE, 2014b), como mostra a Figura 21. Em outras palavras, um aplicativo *iOS* é composto de múltiplas visões, através do qual o usuário navega. As relações entre essas telas são definidos por *storyboards*¹, que mostram uma visão completa do fluxo de seu aplicativo (APPLE, 2014b).

A utilização da *Interface Builder* no projeto consistiu-se nas telas geradas e apresentadas na próxima seção (Seção 3.6). Além disso, também pode-se observar, nas Figuras 20 e 21, a utilização da ferramenta em etapa de implementação. Na Figura 20 verifica-se a construção de uma tela do aplicativo, onde há na direita o painel para configuração do elemento selecionado e a palheta de elementos que podem ser utilizados na tela. Já a Figura 21 mostra diversas telas, presentes no *storyboard*, e seus fluxos de navegação.

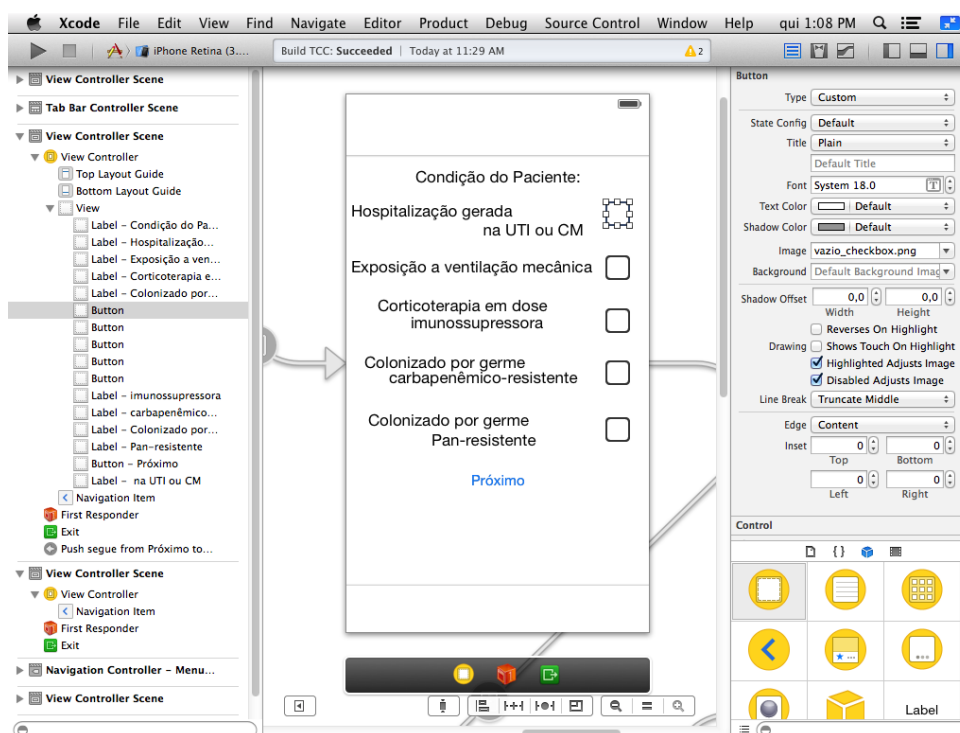


Figura 20 – *Interface Builder*.

¹ Arquivo, gerado pela *Interface Builder*, que mantém as telas e seus respectivos fluxos da aplicação.

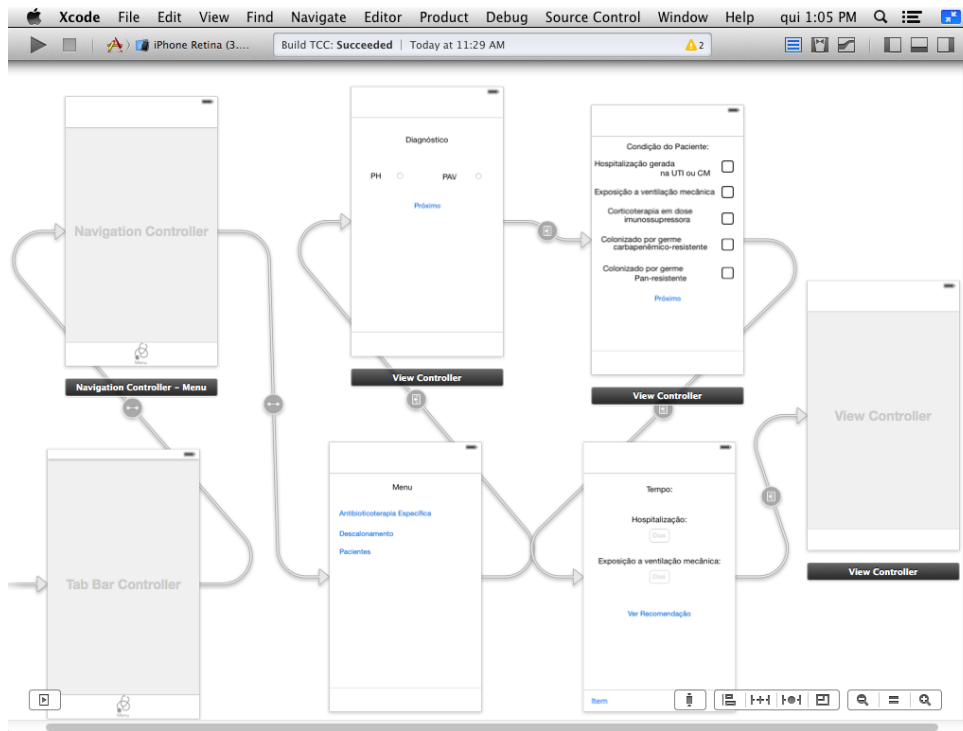


Figura 21 – Visão da navegabilidade proporcionado pela *Interface Builder*.

3.5.2.3 Linguagem de programação *Objective-c*

Objective-C é a principal linguagem usada na programação para Mac OS e também iOS. Tal linguagem é uma extensão da linguagem C. Entretanto, é uma linguagem de programação reflexiva orientada a objetos que não implementa chamadas de métodos mas troca de mensagens.

Uma importante característica a ressaltar-se é a organização de seus arquivos. Tais estão organizados em:

- **.h**: Arquivos de cabeçalho.
- **.m**: Arquivos de implementação.

Por exemplo, na Figura 3.5.2.3 há *Diagnostico.h* e *Diagnostico.m*, esses arquivos representam a classe Diagnostico (modelada na Figura 13). Como mencionado, cada classe possui esses dois arquivos, onde o primeiro declara as propriedades e os métodos e o segundo implementa essas declarações.

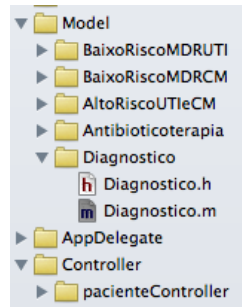


Figura 22 – Organização dos arquivos.

Além disso, a linguagem *Objective-c* possui demais peculiaridades. Entretanto tais não serão especificadas no momento.

3.5.2.4 iPhone *Simulator*

O iPhone *Simulator* é uma ferramenta, integrada ao Xcode, para testar os aplicativos desenvolvidos. Esse depurador remoto se conecta com o dispositivo em tempo real e os pontos de interrupção do aplicativo são controlados e debugados ao mesmo tempo em que as informações passam pela tela do simulador (APPLE, 2014b).

Para realizar os testes do aplicativo para diagnóstico e tratamento de PAH, utilizou-se o iPhone *Simulator*. Esse por sua vez, proporcionou os resultados esperados na interação com o aplicativo.

3.5.3 Google Analytics

A plataforma do *Google Analytics* é uma ferramenta gratuita que permite avaliar interações dos usuários com determinada aplicação em vários dispositivos e ambientes.

A utilização do *Google Analytics* dá-se através de um kit de desenvolvimento de software fornecido pela empresa *Google*. Como constata em Developers (2014), os desenvolvedores interagem com a camada de processamento e o influenciam por meio de uma interface do usuário rica, bibliotecas cliente e APIs que são organizadas em quatro componentes principais. Tais componentes são demonstrados na Figura 21 e são descritos como:

- **Collection (Coleta)**: coleta dados de interação dos usuários.
- **Configuration (Configuração)**: permite o desenvolvedor gerenciar como os dados serão processados.
- **Processing (Processamento)**: processa os dados de interação dos usuários com os dados de configuração.

- **Reporting (Relatórios):** fornece acesso a todos os dados processados.

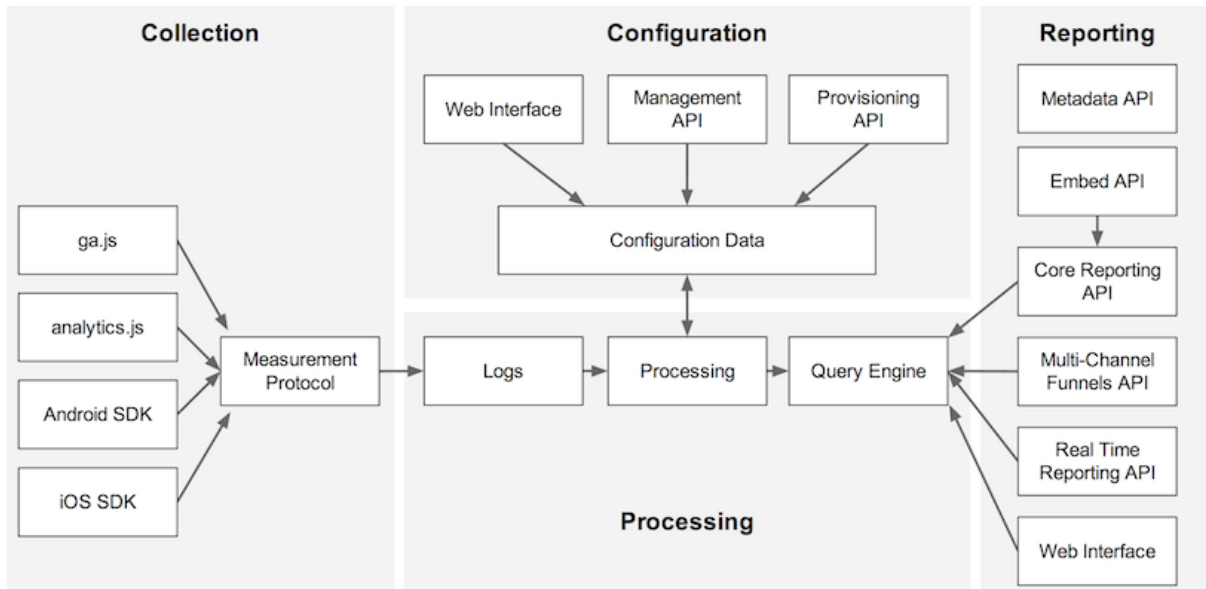


Figura 23 – Diagrama descrevendo as relações entre os componentes e as APIs do *Google Analytics* (DEVELOPERS, 2014).

Como recursos o *Google Analytics* conta com monitoramento de tráfego na qual: controla taxa de exibição e hits² de telas; identifica localização geográfica do visitante; diferencia os usuários; avalia campanhas; captura falhas e exceções da aplicação etc.

Como exemplo, a coleta de dados funciona da seguinte maneira: o *Google Analytics* monitora o que os usuários viram, o sistema operacional do dispositivo e com que frequência um usuário abre o aplicativo. Esses dados são empacotados como hits e enviados para a conta do desenvolvedor no *Google Analytics* (ACADEMY, 2014).

Sobre o envio das informações, de acordo com *Academy* (2014), os dados de aplicativos para dispositivos móveis não são enviados para o *Google Analytics* imediatamente. Quando um usuário navega em um aplicativo, o SDK do *Google Analytics* armazena os hits localmente no dispositivo e, em seguida, os envia para sua conta do *Google Analytics* em um processo em lote chamado de envio. O envio é necessário por dois motivos:

- Os dispositivos móveis podem perder conectividade com a rede e, quando um dispositivo não está conectado à Web, o SDK não pode enviar hits de dados para o *Google Analytics*.
- Enviar dados para o *Google Analytics* em tempo real pode reduzir a vida útil da bateria de um dispositivo.

² Clique ou requisição bem sucedida de qualquer tipo de arquivo.

Não obstante, [Academy \(2014\)](#) explica que devido às razões apresentadas anteriormente, o SDK para iOS envia automaticamente hits a cada dois minutos para a conta do desenvolvedor no *Google Analytics*. Entretanto, é possível personalizar esse período a fim de otimizar o impacto sobre a vida útil da bateria.

3.5.3.1 Segurança da Informação e Tratamento de Falhas

A segurança das informações coletadas pelo *Google Analytics*, de acordo com [Google \(2014b\)](#), destina-se recursos significativos à proteção de aplicativos e ao tratamento de dados para evitar o acesso não autorizado aos dados. Tais recursos são gerenciados de forma lógica e estrutural:

“Os dados são armazenados em um formato codificado otimizado para desempenho, e não armazenados em um sistema de arquivos tradicional ou semelhante a um banco de dados. Os dados são distribuídos entre vários volumes físicos e lógicos por uma questão de redundância e acesso durante o expediente, o que dificulta sua violação.

Os aplicativos do Google são executados em um ambiente distribuído, em vários locais. Em vez de segregar os dados de cada cliente em uma única máquina ou em um conjunto de máquinas, os dados de todos os clientes do Google (consumidores, empresas e até mesmo os dados do próprio Google) são distribuídos em uma infraestrutura compartilhada composta pelas muitas máquinas homogêneas do Google e localizados nos data centers do Google.” ([GOOGLE, 2014b](#))

Além disso, outro fator que deve-se notar importância é a questão da privacidade dos usuários. Para esse aspecto, as políticas de privacidade do *Google Analytics* estabelecem para os desenvolvedores fornecer aos usuários um meio de avisar e oferecer uma opção de escolha (como a desativação) sobre a coleta de dados ([GOOGLE, 2014b](#)). Em termos gerais, todos os dados coletados pelo SDK do *Google Analytics* são tratados de forma anônima, fornecendo apenas informações genéricas para os desenvolvedores. Ou seja, a respeito da confidencialidade, [Google \(2014b\)](#) determina que:

- Os clientes do *Google Analytics* são proibidos de enviar qualquer informações pessoais que identifiquem um indivíduo ao Google.
- Os dados não podem ser compartilhados sem consentimento.

3.6 Telas

Nessa Seção serão mostradas as telas desenvolvidas na primeira versão do Pneu-
moH e, posteriormente, suas telas atualizadas.

A partir das telas fornecidas por um aplicativo, o usuário tem o poder de interação com o sistema. Em especial, as aplicações móveis devem ser fáceis de utilizar, flexíveis, possuir interface simples e intuitiva, manter a integridade dos dados e prover fácil adaptação pelo usuário de acordo com o ambiente de uso (BONIFÁCIO et al., 2010). A fim de fornecer tais características nas aplicações, há técnicas de inspeção de usabilidade providos pela área da computação chamada Interação Humano Computador (IHC). Entretanto, no aplicativo desenvolvido neste trabalho, tais métodos não foram aplicados devido ao cronograma limitado. Todavia, essa área pode ser explorada futuramente.

As telas apresentadas a seguir são exemplos da execução do Pneu-
moH em dispositivos com 3.5 polegadas e com resolução de 480x320 *pixels*. Entretanto, o aplicativo foi testado em demais resoluções, como o iPhone 6 *Plus*, bem como também executou-se em iPad, apesar de sua configuração ser apropriada para iPhone.

3.6.1 Primeira versão: PneumoH 1.0

O *design* das telas da primeira versão foi projetado de forma a atender os requisitos da aplicação. Tal *design* foi utilizado para realizar os primeiros testes de uso do PneumoH.

Na Figura 24 mostra-se a tela de *Menu* do PneumoH 1.0, na qual consta os botões que remetem as suas principais funções:

- *Antibioticoterapia Inicial*: Realiza o diagnóstico da gravidade da PAH e concomitantemente indica a antibioticoterapia inicial em determinado caso.
- *Antibioticoterapia Específica*: têm intenção de decidir pelo descalonamento do tratamento de um paciente.
- *Pacientes*: possui função de cadastro e consulta dos pacientes.

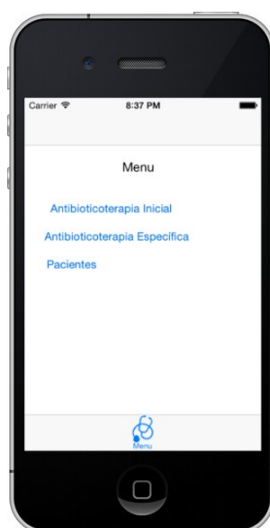


Figura 24 – Menu do Aplicativo de Diagnóstico e Tratamento de PAH.

3.6.2 Antibioticoterapia Inicial

A função antibioticoterapia inicial representa o primeiro procedimento realizado no diagnóstico e tratamento de PAH. Nessa função o médico deve preencher as informações requeridas a fim do diagnóstico e sua respectiva sugestão. A Figura 25 exemplifica o formulário que o médico deve preencher. Em (A), da Figura 25, mostra a etapa que deve-se informar as condições do paciente. Já em (B) é requerido a quantidade de dias de hospitalização e exposição a ventilação mecânica. Ainda em (B), após o preenchimento dos dias, o médico já pode obter o diagnóstico e a respectiva sugestão para o tratamento inicial antimicrobiano. Assim, o aplicativo deve processar as informações e retornar com o resultado, como pode ser observado na Figura 25 (C).



Figura 25 – Formulário de diagnóstico para tratamento inicial de PAH.

3.6.3 Antibioticoterapia Específica

A função antibioticoterapia específica representa o procedimento de verificar as melhoras clínicas do paciente, no dia 3. Essa funcionalidade de decisão é realizada de acordo com o algoritmo para descalonamento de terapia, visto na Figura 7. A Figura 26 exemplifica a sequência desse processo. Em (A), (B) e (C), da Figura 26, concentra-se o fluxo dos questionamentos ao médico sobre as condições do paciente. A partir das respostas informadas a função realiza a decisão e apresenta o resultado na tela, como mostrado na Figura 26 (C).



Figura 26 – Formulário de Diagnóstico para Tratamento específico de PAH.

3.6.4 Pacientes

No menu, quando selecionado Pacientes é redirecionado para um menu alternativo de registros dos pacientes, como mostra a Figura 27 (A). Até o presente momento do trabalho, estipulou-se essas opções genéricas, para os registros de pacientes: Cadastrar paciente e listar paciente. Na Figura 27 (B), pode-se verificar a tela de cadastro de pacientes. Entretanto, essas funções ainda não interagem com as demais do aplicativo. Almeja-se refinar tais para integração das demais funcionalidades do aplicativo.

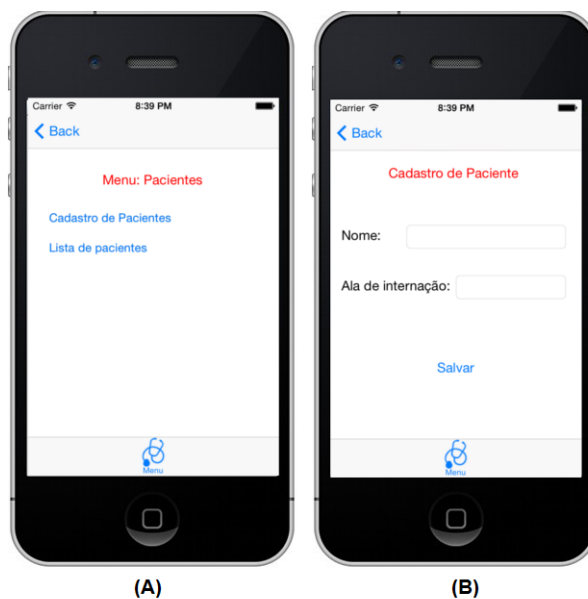


Figura 27 – Funções a respeito de dados do paciente.

3.6.5 Versão atualizada do PneumoH

Após a realização dos processos de inspeção do PneumoH (mais detalhes na Seção de Avaliação) foi requerido pelo médico responsável e colaborador do desenvolvimento do PneumoH, Dr. Renato Cassol (CREMERS 27101), alterações no *design* do aplicativo. Ademais, perante a vigência do [Protocolo B](#) do HNSC, o PneumoH sofreu modificações na lógica da função de *Antibioticoterapia Inicial*, na qual necessitou a adição de telas, assim como houve acréscimo de funcionalidades para *Antibioticoterapia Específica*. Não obstante, agregou-se mais opções no menu, tal como na barra inferior de opções. Em resumo, como pode observar-se na Figura 28, a versão atualizada do PneumoH consta com as funcionalidades:

- Na barra inferior:
 - Privacidade.
 - Menu.
 - Questionário (Dê seu *feedback*).
- Na tela de Menu:
 - Antibioticoterapia Inicial.
 - Antibioticoterapia Específica.
 - Tempo de Antibioticoterapia.
 - Pacientes.
 - Sobre esse aplicativo.



Figura 28 – Tela de menu da versão atualizado do PneumoH.

3.6.5.1 Iniciando o PneumoH

Ao inicializar o PneumoH, a primeira tela apresentada é uma *Splash Screen*, mostrada na Figura 29, que tem o objetivo de apresentar o aplicativo ao usuário e mascarar o tempo de carga da aplicação durante sua inicialização.



Figura 29 – Tela de Inicialização da versão atualizado do PneumoH.

Após a inicialização do PneumoH, o usuário é redirecionado para a tela de *Termos de Privacidade* (Figura 30). Essa função atende as políticas de privacidade do *Google Analytics*, como descrito anteriormente. Além de conscientizar o usuário que a utilização do PneumoH é um estudo de pesquisa. Caso o usuário aceite os termos de privacidade, imediatamente é redirecionado ao *Menu* (Figura 28).

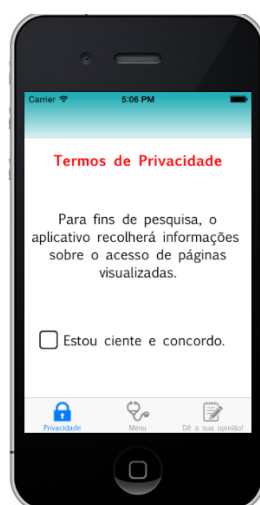


Figura 30 – Tela de Termos de Privacidade da versão atualizado do PneumoH.

3.6.5.2 Antibioticoterapia Inicial

Como relatado anteriormente, a Antibioticoterapia Inicial é o primeiro procedimento realizado no diagnóstico e tratamento da PAH. Entretanto, devido a publicação do **Protocolo B**, essa função modificou-se da primeira versão, apresentada na Sessão 3.6.2. Na Figura 31 são apresentadas as telas da nova lógica do diagnóstico e tratamento da antibioticoterapia inicial, na qual primeiramente o médico deve informar a origem da pneumonia hospitalar e sendo assim, conseqüentemente será encaminhado para o formulário adequado de diagnóstico.



Figura 31 – Telas para diagnóstico da *Antibioticoterapia Inicial*: (A) tela da escolha da origem da pneumonia; (B) formulário para diagnóstico da pneumonia originada na UTI; (C) formulário para diagnóstico da pneumonia originada na clínica médica.

Na Figura 32 são demonstradas as telas referentes as possibilidades de diagnóstico e tratamento para a antibioticoterapia inicial dos pacientes internados com PAH.



Figura 32 – Possibilidades de diagnósticos e tratamentos de *Antibioticoterapia Inicial*: (A) Baixo Risco Clínica Médica (B) Alto Risco Clínica Médica; (C) Baixo Risco UTI; (D) Alto Risco UTI.

3.6.5.3 Antibioticoterapia Específica

A função de *Antibioticoterapia Específica* não teve alterações em sua lógica do algoritmo de descalonamento (Figura 7), entretanto acrescentou-se, como meio informativo, descrições para *Situações especiais*. Como demonstra na Figura 33



Figura 33 – (A) Opções de Antibioticoterapia Específica; (B) Exemplo de Tela do Fluxo do Algoritmo de descalonamento; (C) Exemplo de Tela do Fluxo do Algoritmo de descalonamento; (D) Exemplo de possível diagnóstico para o algoritmo de descalonamento.

Já na Figura 34 demonstra-se exemplos das telas de *Situações Especiais*.



Figura 34 – Telas de Situações Especiais.

3.6.5.4 Tempo de Antibioticoterapia

O *Tempo de Antibioticoterapia* é uma funcionalidade informativa que pode ser realizada em duas etapas: Textual - descreve o tempo de forma textual conforme protocolo -; Resumida - informa o tempo de acordo com o agente causador disponível.

Na Figura 35 observa-se as telas dessa funcionalidade implementada na versão atualizada do PneumoH.

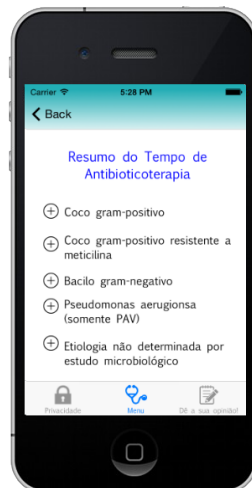


Figura 35 – Tela da funcionalidade *Tempo de Antibioticoterapia*.

3.6.5.5 Pacientes

Para a função de *Pacientes* há somente o registro após o diagnóstico, como pode notar-se na Figura 36. Entretanto, no *Menu* encontra-se a opção *Pacientes*, porém tal está indisponível. Essa função da listagem dos pacientes almeja-se um trabalho futuro.



Figura 36 – (A) Formulário de registro de paciente; (B) Confirmação de sucesso.

3.6.5.6 Sobre Esse Aplicativo

A opção *Sobre o aplicativo* encaminha ao usuário para uma tela contendo informações sobre o desenvolvimento do PneumoH. Pode-se conferir na Figura 37.



Figura 37 – Tela apresentando informações sobre o desenvolvimento do PneumoH.

3.6.5.7 Questionário

A função de questionário, denominada “*Dê o seu feedback*”, na barra inferior do PneumoH, trata-se da funcionalidade mais importante para recolher informações qualitativas dos usuários do aplicativo. Nessa função é acessado um formulário online, fornecido pelo Google Drive. Na Figura 38 demonstra o acesso ao formulário de questionário sobre a utilização do PneumoH.



Figura 38 – (A) Questionário de utilização do PneumoH acessado pelo aplicativo; (B) Tratamento de erro, caso haja falta de conexão.

4 Teste de Aceitação do PneumoH

Neste capítulo serão descritos a etapa de teste de aceitação do PneumoH, cuja intenção é identificação de prováveis defeitos. Esse processo ocorreu em parceria com o Dr. Renato Cassol, médico infectologista responsável, do HNSC, na qual obteve-se participação ativa que fora essencial para a homologação do sistema.

Na Seção 4.1 introduzir-se-á o processo de Teste de aceitação. Já na Seção 4.2 descreve-se a ferramenta *TestFlight* que foi utilizada como intermédio a fim dos testes. Por fim, mostra-se na Seção 4.3 o *feedback* do médico, na qual foi o principal testador do PneumoH.

4.1 Teste de Aceitação

As estratégias relacionadas a verificação das características funcionais e não-funcionais de um software, segundo determinada documentação, podem ser denominadas teste de aceitação ou teste de validação, de acordo com Pressman (2011). O principal propósito do teste de aceitação é orientar a decisão de quando o produto em seu estado atual deveria ser liberado (PEZZÈ; YOUNG, 2008).

Para Pressman (2011), o teste de aceitação é uma fase do processo na qual ocorre a validação do software mediante a execução de uma série de testes caixa-preta. Os testes caixa-preta, ou também conhecido como teste-funcional, têm por objetivo determinar se o sistema satisfaz aos requisitos funcionais e não-funcionais que foram especificados. Dessa forma, em sua execução verifica-se somente as saídas (resultados esperados) para determinadas entradas, sem ter acesso ao código-fonte do software.

Em Pezzè e Young (2008) menciona que uma abordagem menos formal, mas frequentemente utilizada em teste de aceitação, é o teste realizado com os usuários finais, ou seja, uma versão preliminar do sistema é distribuída para uma amostra de usuários que dão retorno sobre as falhas e a usabilidade. Essas estratégias de testes são denominadas teste *alfa* e *beta*.

Pressman (2011) descreve os testes como:

- **alfa:** É conduzido na instalação do desenvolvedor por um grupo representativo de usuários finais. O software é usado em um cenário natural com o desenvolvedor “espiando por cima dos ombros” dos usuários, registrando erros e problemas de uso. Os testes alfa são conduzidos em um ambiente controlado.

- **beta:** É conduzido nas instalações de um ou mais usuários finais. Diferentemente do teste alfa, o desenvolvedor geralmente não está presente. Portanto, o teste beta é uma aplicação “ao vivo” do software em um ambiente que não pode ser controlado pelo desenvolvedor. Uma variação do teste *beta*, chamada de teste de aceitação do cliente, às vezes é executada quando é fornecido software personalizado a um cliente sob contrato. O cliente executa uma série de testes específicos na tentativa de descobrir erros antes de aceitar o software do desenvolvedor.

Além disso, Pezzè e Young (2008) salienta que os usuários devem executar as tarefas de maneira independente, sem auxílio ou influência da equipe de desenvolvimento. Não obstante, as ações dos usuários devem ser registradas e comentários e impressões coletados em um questionário ao final da atividade, cujo a monitoração da atividade pode ser de forma que grave-se as sequências de cliques da utilização do *software*.

Outro aspecto importante que Pressman (2011) comenta é o tempo de execução dos testes de aceitação, podendo este processo ser muito formal e levar vários dias ou até mesmo semanas.

4.1.1 Detalhes do Teste de Aceitação do PneumoH

A fim da validação do PneumoH, conforme o [Protocolo A](#), e posteriormente o [Protocolo B](#), executou-se o processo de teste de aceitação. Nesse processo foi escolhida a estratégia de testes *beta*, como descrito anteriormente.

Para os testes *beta* do PneumoH, teve-se como importantes fatores:

- **Ferramenta para intermédio dos testes:** TestFlight, descrita na Seção 4.2.
- **Testador principal ou *tester*:** Médico especialista e responsável pelo Controle de Infecção Hospitalar, do [HNSC](#).
- **Metodologia de execução de testes:** Informal, ou seja, as rotinas de execução do aplicativo foram realizadas de maneira natural ao usuário. Verificou-se principalmente a corretude dos resultados das funcionalidades disponíveis.
- **Ferramenta para *feedback*:** Através de *e-mails* o usuário testador encaminhou suas contribuições.

Cabe salientar, que apesar do PneumoH possuir apenas um testador, o médico responsável que participou desse processo tem cargo de importância no [HNSC](#), ou seja, o mesmo tem poder de decisão quanto aos procedimentos adotados no hospital. Outrossim, o Dr. Renato Cassol possui autoria do [Protocolo A](#) e [Protocolo B](#), qualificando-o para a atividades de testes de aceitação do aplicativo, na qual será utilizado no [HNSC](#).

Dessa maneira, encaminhava-se o aplicativo ao usuário, e a partir de suas contribuições era gerada uma nova versão. Até a versão final, autorizada para publicação na *AppleStore*, loja de aplicativos da Apple Inc., foram geradas nove versões do PneumoH. Na Seção 4.3 há mais detalhes descrevendo a avaliação do *tester*.

4.2 TestFlight

TestFlight é a plataforma de testes de aplicativos beta da Apple. Essa plataforma é integrada com a iTunes Connect, loja de aplicativos, e, sendo assim, os programadores que tenham conta de *Developers* da Apple podem compartilhar as suas aplicações com utilizadores para testes e avaliação das mesmas (ITUNES, 2014).

A distribuição efetiva dos aplicativos, que são disponibilizados pelos desenvolvedores, dá-se através do aplicativo do TestFlight, ou seja, a partir de convites dos desenvolvedores, através de um email pelo iTunes Connect, os usuários de teste, denominados *testers*, podem instalar a aplicação em seus smartphone com auxílio da ferramenta. Entretanto, anteriormente à distribuição do aplicativo para um grupo seletivo, há um processo para o envio na plataforma integrada do TestFlight.

Na Figura 39 mostra-se o processo para o envio de um aplicativo *beta* para a plataforma integrada do TestFlight. Esse processo apresenta duas etapas no processo de envio, sendo que a segunda etapa possui fatores humanos externos, que os desenvolvedores ficam dependentes:

1. *Apple Developer*: Responsável pelo desenvolvimento do aplicativo, o *Apple Developer* tem a função de, com apoio da ferramenta *Xcode*, submeter o arquivo binário do aplicativo para sua respectiva conta no iTunes Connect. Além disso, deve configurar e cadastrar, previamente, os usuários *testers* para a distribuição do aplicativo.
2. *iTunesConnect/TestFlight*: Equipe de suporte da Apple, são responsáveis pela liberação dos aplicativos para testes. A análise do aplicativo pode demorar até duas semanas até que permitem a distribuição ou a rejeitem.

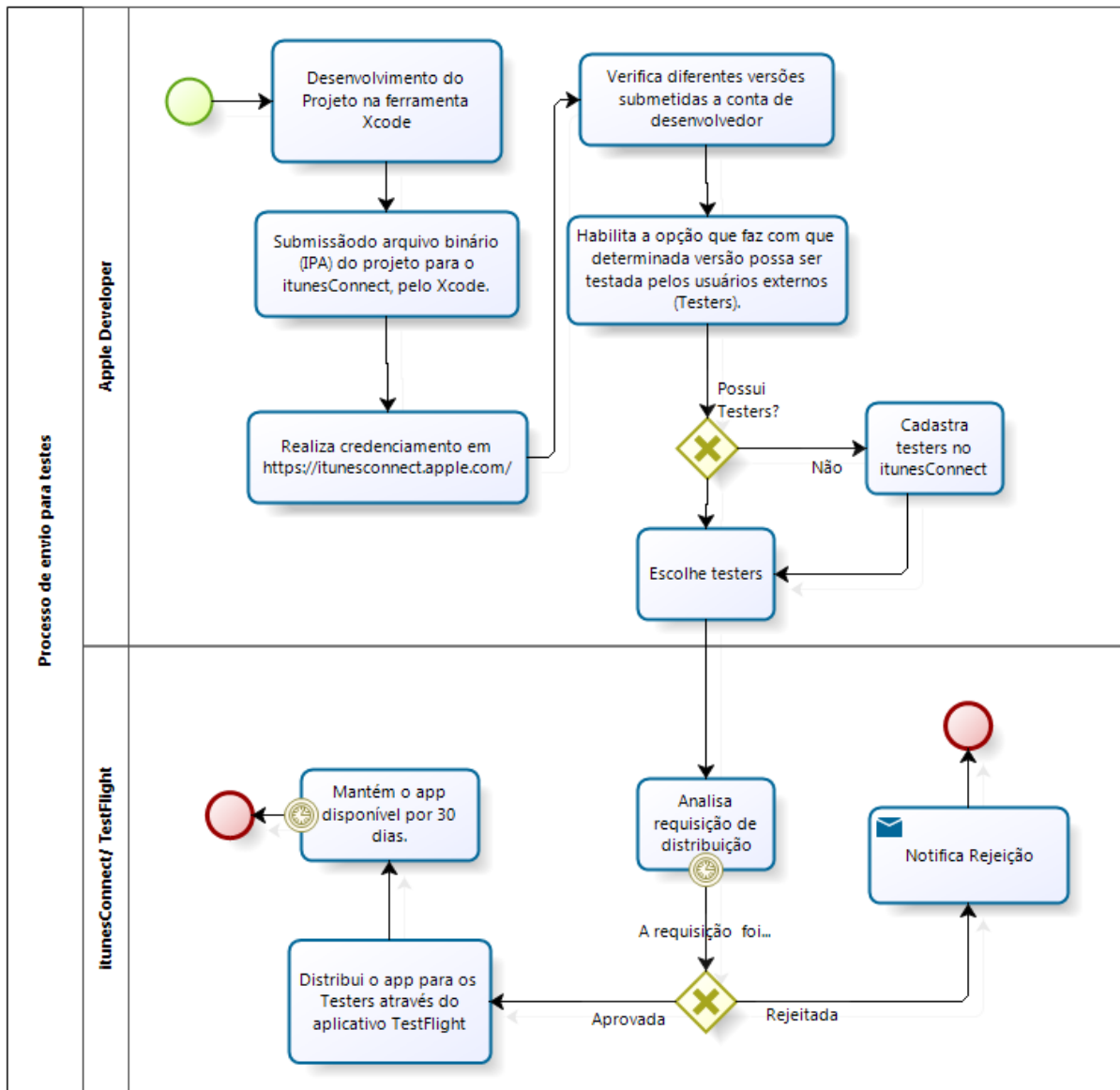


Figura 39 – Processo de envio para iTunes Connect

É importante salientar que esse processo, descrito anteriormente, é cíclico, ou seja, para cada atualização do aplicativo disponível para testes é necessário que todas as etapas sejam executadas novamente. Logo, para o PneumoH, o referido processo foi executado nove vezes, pois até a versão final do aplicativo, foram desenvolvidas nove versões de teste *beta*. Visto isso, protelou-se uma avaliação mais completa da utilização do PneumoH (mostrada no Capítulo 4.1), pois restringiu o tempo de uso dos usuários finais, e conseqüentemente de respostas consistentes no questionário sobre a utilização do aplicativo.

4.3 Avaliação do Tester

Os testes de aceitação do PneumoH foram realizado com auxílio do médico especialista e chefe do Controle de Infecção Hospitalar, do [HNCS](#), através da ferramenta TestFlight. Entretanto, o seu *feedback* deu-se de forma informal por meio de *e-mails* ao co-orientador deste trabalho, e consequentemente encaminhados à equipe.

A partir de cada *feedback* do médico, uma nova versão do PneumoH era gerada com ajustes estéticos, correção de falhas e configurações adequadas.

4.3.1 Interface Amigável

Na primeira etapa de teste de aceitação, ainda com a primeira versão do PneumoH, baseado no [Protocolo A](#), o *feedback* do *tester* foi em relação a interface gráfica do PneumoH, na qual o próprio usuário sugeriu mudanças, exemplificando *design* de aplicativos já existente.

Na Figura 4.3.1 demonstra-se exemplos de *design* de aplicativos sugeridos, de [Kayak \(2013\)](#) e [Apple \(2014a\)](#), respectivamente, na qual serviram de base para reformular o PneumoH.

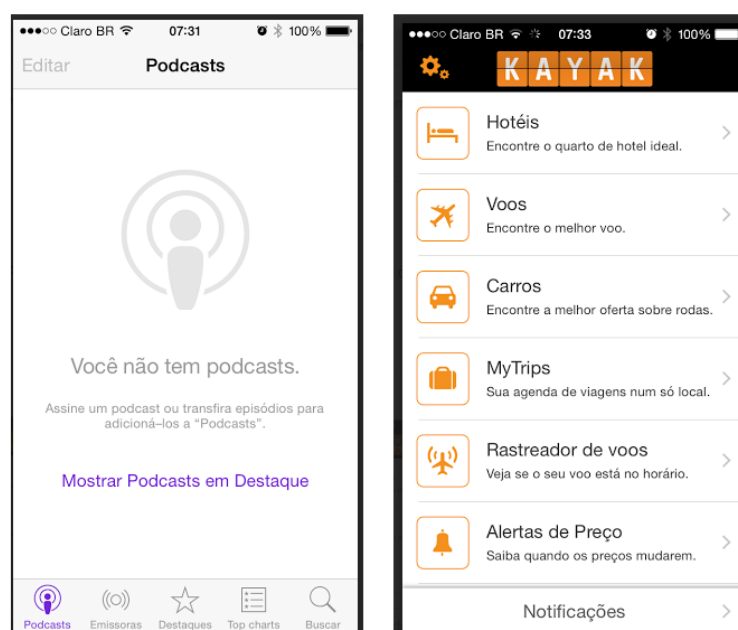


Figura 40 – Exemplos de aplicativos com *design* e fontes interessantes sugerido pelo *tester*

4.3.2 Acurácia dos resultados

As demais versões de teste de aceitação concentraram-se na averiguação da acurácia do aplicativo com o atual [Protocolo B](#).

Em relação as falhas e defeitos encontrados, pode-se relatar:

1. Implementação específica ao modelo de iPhone utilizado pelo *tester*.
2. Erros de grafia. Exemplo: meropenem escrito meropênemico.
3. Erros no estilo da grafia. Exemplo: todos micro-organismos em itálico.
4. Erros no resultado de diagnóstico e tratamento da PAH adequado ao novo protocolo (Protocolo B).

Logo, a partir de cada recomendação apontada pelo *tester*, as falhas e defeitos eram corrigidas e geradas uma nova versão do aplicativo. Consequentemente, era enviada à ferramenta TestFlight, conforme descrito anteriormente.

O referido processo cíclico foi realizado nove vezes, até o *tester* aprovar para homologação, na qual seria a publicação do PneumoH, na loja de aplicativos da Apple.

5 Avaliação do PneumoH

Neste Capítulo apresenta-se a metodologia utilizada para recolher informações sobre a validação qualitativa dos médicos, usuários do PneumoH, do [HNSC](#). Tal metodologia consolidou-se em duas etapas: definição das perguntas do questionário, mostrado na Seção 5.1, e aplicação do questionário por meio do PneumoH, descrito na Seção 5.2. Não obstante, para avaliar a utilização do PneumoH, apresenta-se na Seção 5.3 a forma de análise dos dados coletados com o SDK *Google Analytics*.

5.1 Definição do Questionário

O questionário foi constituído com treze perguntas relacionadas com: o benefício para os médicos no processo de diagnóstico e tratamento da [PAH](#); a formação técnica do médico; usabilidade e interesse de melhorias na aplicação.

A seguir descreve-se as perguntas e o motivo de estarem inclusas no questionário de avaliação. Pode-se verificar o formulário utilizado para aplicar esse questionário no Apêndice B.

1. *A app tem sido útil?*

Motivo: Avaliar o grau de utilidade que têm para os médicos a utilização de um aplicativo focado no auxílio para diagnóstico e tratamento de pacientes com pneumonia adquirida no hospital.

2. *Com o PneumoH, acelerou o diagnóstico e tratamentos dos pacientes com pneumonia adquirida no hospital?*

Motivo: Avaliar a contribuição do PneumoH para maior eficiência no atendimento dos pacientes internados, ou seja, se com o PneumoH o atendimento com esse fim, torna-se mais rápido.

3. *Na sua opinião, qual o grau de acerto do PneumoH nos diagnósticos e tratamentos?*

Motivo: Capturar a impressão dos médicos com relação à eficácia do PneumoH no diagnóstico e tratamentos prescritos aos pacientes. Para tal pergunta requeriu-se uma resposta baseada em escala, ou seja o usuário indica (1) ruim, (2) regular, (3) bom, (4) muito bom e (5) excelente, de acordo com sua perspectiva de conhecimento do [Protocolo B](#).

4. *Você é médico residente?*

Motivo: Avaliar a utilização do PneumoH na perspectiva de médicos novos, ou seja, verifica-se a contribuição do aplicativo como ferramenta de ensino.

5. *Em relação ao seu conhecimento do Protocolo de Antibioticoterapia em Pneumonia Hospitalar na UTI ou nas enfermarias do Hospital Nossa Senhora da Conceição, o PneumoH está de acordo?*

Motivo: Verificar, de acordo com o médico usuário, divergências entre o [Protocolo B](#) e os resultados gerados pelo aplicativo.

6. *O uso do app pode evitar erros na prescrição de um tratamento ou medicamento?*

Motivo: Pesquisar a opinião dos médicos usuários sobre o efeito no diagnóstico e prescrição de tratamentos para [PAH](#) com ajuda do aplicativo.

7. *O uso do PneumoH pode ajudar a controlar a infecção hospitalar?*

Motivo: Pesquisar a opinião dos médicos na contribuição do PneumoH em relação ao controle de infecção hospitalar. Relevante salientar que essa questão basea-se no trabalho de [Welfer, Cassol e Kazienko \(2014\)](#).

8. *O PneumoH pode ser usada para o treinamento de profissionais da saúde que ainda não dominam os protocolos de tratamento da pneumonia adquirida no hospital. Assim, o app desenvolvido pode ser visto como um mecanismo para fins educacionais. Você concorda?*

Motivo: Pesquisar a opinião dos médicos usuários sobre a utilização do aplicativo como meio educacional. Além disso, essa questão associa-se a pergunta 4.

9. *Na sua opinião, aplicações para dispositivos móveis são muito mais úteis em ambientes hospitalares do que softwares para notebooks ou computadores desktops?*

Motivo: Verificar o grau de aceitabilidade de aplicações móveis em ambientes hospitalares. Essa questão associa-se à justificativa apresentada na introdução do trabalho.

10. *Sobre a interface gráfica, você achou ela amigável?*

Motivo: Pesquisar a opinião dos médicos usuários em relação à usabilidade do PneumoH, bem como em efeitos gráficos de cores e *design*.

11. *Você prefere utilizar o PneumoH em um iPad ou iPhone?*

Motivo: Verificar a preferência dos médicos quanto aos dispositivos móveis utilizados.

12. *Para uma próxima versão do PneumoH, que campos e funções relativos à Pneumonia Adquirida no Hospital e seus pacientes diagnosticados você sugere?*

Motivo: Pesquisar a opinião dos médicos usuários sobre novas funções que agreguem valor no processo de diagnóstico e tratamento da PAH.

13. *Você acha interessante que o PneumoH permita o compartilhamento das informações registradas com outros médicos?*

Motivo: Verificar o interesse e o grau de utilidade do PneumoH possuir mecanismos para compartilhamento de informações entre os médicos.

A maioria das questões foram construídas de forma que suas respostas pudessem ser objetivas, assim facilitando o preenchimento do questionário a partir de um dispositivo móvel. Entretanto, questões que requerem opiniões pessoais possuem campos descritivos a fim de contemplar informações que não estão contidas nas próprias questões.

Outro aspecto importante do questionário é a não obrigatoriedade do preenchimento de todas as questões. Sendo assim, os médicos irão possuir a liberdade de responder as questões pessoais a qualquer momento, bem como as de sugestões.

5.2 Aplicação do Questionário

A aplicação do questionário acontece em tempo real à utilização do PneumoH, ou seja, como o formulário do questionário é disponibilizado *online*, através do Google, o médico usuário pode acessar a qualquer momento acessando a aplicação ou digitando em um navegador o endereço informado.

Quanto aos resultados obtidos, a versão final do PneumoH está sendo disponibilizada para *download* através da itunes. Entretanto não foi possível recolher um número satisfatório de respostas dos médicos, do HNSC, em tempo hábil para a publicação do presente trabalho. Porém, uma pequena amostra de médicos deu o seu *feedback*, na qual será apresentada na Seção 5.2.1.

Com a funcionalidade já disponível e o aplicativo em homologação, espera-se recolher um número suficientes de respostas para publicações dos resultados em trabalhos futuros.

5.2.1 Resultados do Questionário

Até a presente data, obteve-se uma pequena amostra de três (3) usuários médicos do PneumoH. Das treze perguntas, sendo doze de múltipla escolha, e uma dissertativa - de opinião e/ou sugestão de melhoria - apenas foram respondidas, pelos três usuários, as questões de múltipla escolha.

Em termos gerais, as questões que destacam-se no questionário, devido as respostas divergentes são:

1. Você é médico residente?
2. Na sua opinião, qual o grau de acerto do PneumoH nos diagnósticos e tratamentos?
3. Você acha interessante que o PneumoH permita o compartilhamento das informações registradas com outros médicos?

Na Figura 41, mostra-se o resumo de respostas para a questão destaque (1), na qual obteve-se um amostra de 2 médicos residentes e 1 médico especialista.

Você é médico residente?

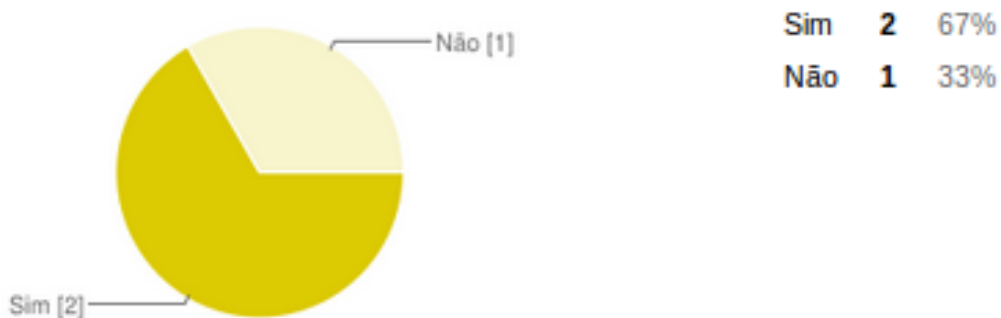


Figura 41 – Gráfico representando a amostra de respostas para a questão: Você é médico residente?

Já na Figura 42, apresenta, em escala, o grau de acerto do PneumoH, na opinião dos médicos. Nesta questão destaque (2), há duas respostas indicando o grau 4 (muito bom), e apenas uma resposta indicando grau 5 (excelente). Relacionado à essas opiniões, percebe-se no relatório detalhado de respostas, que os dois médicos residentes opinaram o grau 4, e o médico especialista opinou o grau 5.

Na sua opinião, qual o grau de acerto do PneumoH nos diagnósticos e tratamentos ?



Figura 42 – Gráfico representando a amostra de respostas para a questão: Na sua opinião, qual o grau de acerto do PneumoH nos diagnósticos e tratamentos ?

E por fim, a última pergunta que teve divergências nas respostas foi a questão destaque 3, na qual indaga a opinião dos usuários acerca de uma melhoria do PneumoH: o compartilhamento das informações registradas. Na Figura 43, pode-se perceber o resumo das respostas, sendo uma opinião para cada opção fornecida. Das respostas: um médico residente declarou não ser interessante; outro médico residente informou não entender essa funcionalidade; e o médico especialista opinou ser interessante.

Você acha interessante que o PneumoH permita o compartilhamento das informações registradas com outros médicos?



Figura 43 – Gráfico representando a amostra de respostas para a questão: Você acha interessante que o PneumoH permita o compartilhamento das informações registradas com outros médicos?

As demais respostas, relativas as questões presentes no questionário, tiveram consenso nas opiniões:

1. **A app tem sido útil?** Todos usuários opinaram que sim.

2. **Com o PneumoH, acelerou o diagnóstico e tratamentos dos pacientes com pneumonia adquirida no hospital?** Todos usuários opinaram que sim.
3. **Em relação ao seu conhecimento do Protocolo de Antibioticoterapia em Pneumonia Hospitalar na UTI ou nas enfermarias do Hospital Nossa Senhora da Conceição, o PneumoH está de acordo?** Todos usuários opinaram que sim.
4. **O uso do app pode evitar erros na prescrição de um tratamento ou medicamento?** Todos usuários opinaram que sim.
5. **O uso do PneumoH pode ajudar a controlar a infecção hospitalar?** Todos usuários opinaram que sim.
6. **O PneumoH pode ser usada para o treinamento de profissionais da saúde que ainda não dominam os protocolos de tratamento da pneumonia adquirida no hospital. Assim, o app desenvolvido pode ser visto como um mecanismo para fins educacionais. Você concorda?** Todos usuários opinaram que sim.
7. **Na sua opinião, aplicações para dispositivos móveis são muito mais úteis em ambientes hospitalares do que softwares para notebooks ou computadores desktops?** Todos usuários opinaram que sim.
8. **Sobre a interface gráfica, você achou ela amigável?** Todos usuários opinaram que sim.
9. **Você prefere utilizar o PneumoH em um iPad ou iPhone?** Todos os usuários utilizaram o PneumoH através de iPhone.

As informações mencionadas nessa Seção podem ser conferidas no Apêndice C.

5.3 Coleta de dados com o SDK Google Analytics

A coleta de dados de utilização do aplicativo dá-se de forma automatizada através do SDK Google Analytics, como descrito anteriormente. A partir dos dados fornecidos com o monitoramento de tráfego do SDK, são gerados relatórios que podem ser consultados a partir da conta do desenvolvedor do aplicativo no *website* do Google Analytics.

Nesta Seção serão introduzidos os relatórios que auxiliarão na análise da utilização do PneumoH, bem como exemplifica-se com dados gerados na fase de teste de aceitação. Mostra-se na Seção 5.3.1 sobre a visão geral do aplicativo. Já na Seção 5.3.2 descreve relatórios referentes ao público-alvo do PneumoH. E por fim, na Seção 5.3.3 verifica-se os

relatórios acerca do comportamento dos usuários. Posteriormente, na Seção 5.3.4, mostra-se com resultados obtidos, até a publicação deste trabalho, a coleta de dados realizada sobre a utilização do PneumoH pelos médicos usuários, do HNSC.

5.3.1 Relatório de Visão Geral do Uso do Aplicativo

Na Figura 44 pode-se constatar o relatório de visão geral do uso do aplicativo, no caso, apresenta-se estatísticas de utilização teste, ou seja, tais dados do relatório foram gerados pelos desenvolvedores e *testers* do PneumoH.



Figura 44 – Visão geral da utilização do PneumoH em fase de teste de aceitação.

As principais informações do relatório geral remetem aos usuários que acessam ao PneumoH, assim como os dispositivos que foram utilizados.

Já no menu lateral esquerdo, mostrado na Figura 44, pode-se notar os tipos de relatórios que a ferramenta fornece ao desenvolvedor. No presente trabalho, será relevante para avaliação do PneumoH os tipos:

- Visão geral do aplicativo, como mostrado na Figura 44.
- Público-alvo.
- Comportamento.

Outro aspecto dos relatórios gerados é que apesar do aplicativo, no período que o relatório mostrado na Figura 44 foi gerado, estar disponível somente aos desenvolvedores

e *testers*, a equipe da itunesConnect, da Apple, também exerce influência nas estatísticas apresentadas, como pode-se perceber nos países que acessam o PneumoH: Estados Unidos e Brasil. Além disso, pode-se conferir através de relatórios específicos de usuários, as redes utilizadas para enviar *hits* do PneumoH (Figura 45).

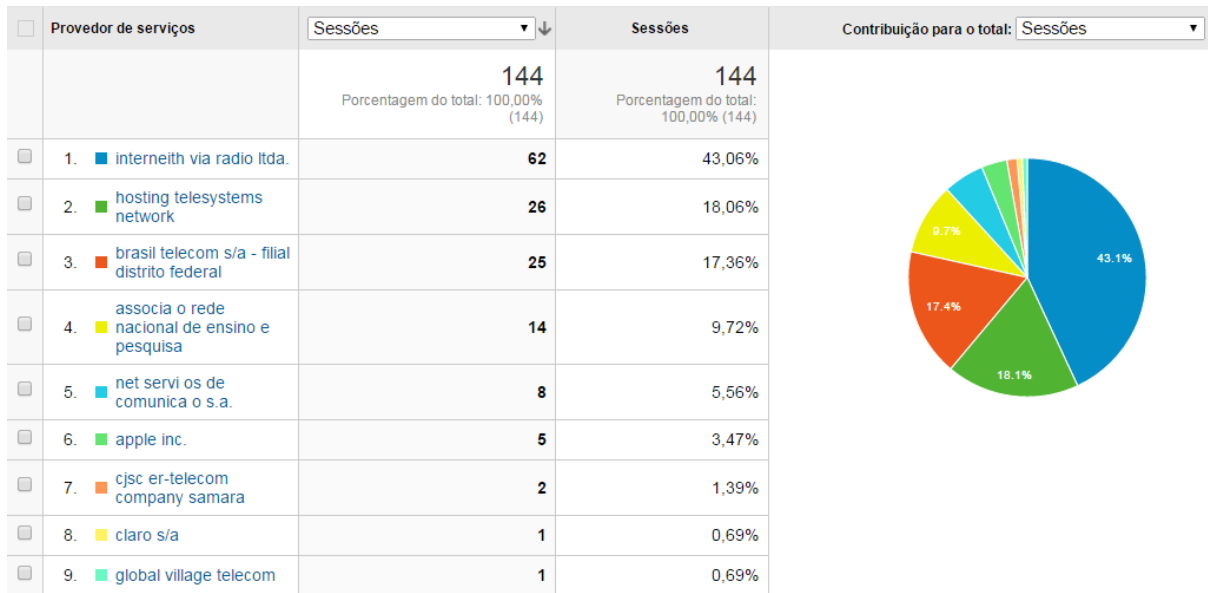


Figura 45 – Relatório de redes que acessaram o PneumoH em fase de teste de aceitação (tipo Público-alvo).

5.3.2 Relatórios Sobre Público-alvo do Aplicativo

De acordo com [Developers \(2014\)](#), os relatórios de público-alvo foram desenvolvidos para fornecer informações sobre:

- Quem o público-alvo é formado (informações demográficas, interesses, local geográfico).
- Como esse público-alvo alcança e consome o conteúdo (tecnologia, dispositivos móveis).
- Lealdade e engajamento (comportamento).

A partir disso, é possível verificar o comportamento dos usuários, ou seja, analisar estatísticas de visitação geral, da mesma maneira que verificar os usuários que voltam à utilizar o aplicativo. Na Figura 46 percebe-se a visão geral relaciona ao público-alvo.

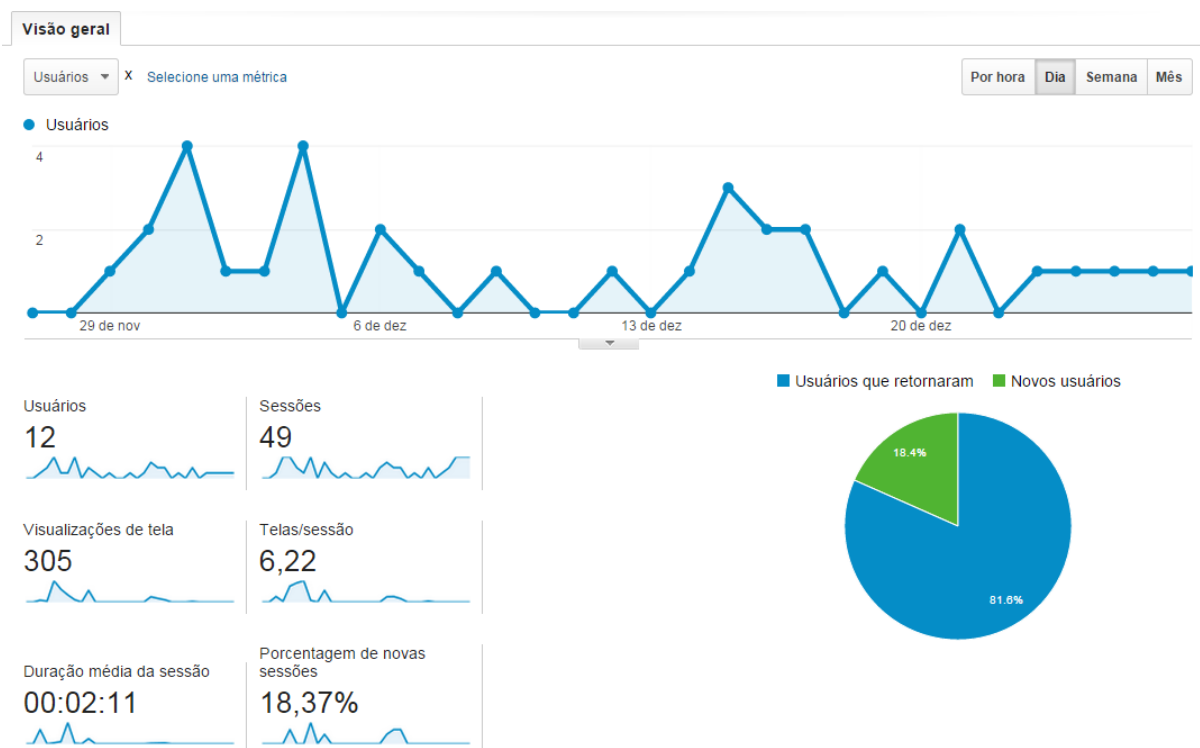


Figura 46 – Relatório de Público-alvo em fase de teste de aceitação (Visão Geral).

Como pode-se perceber na Figura 46, define-se os termos do relatório como:

- **Usuários:** Utilizadores que interagiram recentemente com a aplicação. Inclui utilizadores novos e de retorno.
- **Sessão:** O número total de sessões no intervalo de datas. Uma sessão é o período de tempo em que um utilizador está a interagir ativamente com a aplicação.
- **Visualização de telas:** O número total de ecrãs vistos. São contabilizadas as visualizações repetidas de um único ecrã.
- **Telas/Sessão:** O número médio de ecrãs vistos por sessão. Cada visualização de um ecrã único é contabilizada individualmente, incluindo visualizações repetidas do mesmo ecrã.
- **Duração média da sessão:** O tempo de duração média de uma sessão.
- **Porcentagem de novas sessões:** Estimativa da percentagem de primeiras visitas.

5.3.3 Relatórios de Comportamento dos Usuários na Utilização do Aplicativo

Os relatórios de comportamentos, gerados pelo *Google Analytics*, remetem a interação dos usuários, de forma anônima, com o aplicativo. De acordo com [Analytics \(2014\)](#) esse grupo de relatórios fornece:

1. o número total de telas visualizadas por sessão;
2. a ordem em que as telas foram visualizadas;
3. o número de erros técnicos, incluindo falhas no aplicativo;
4. a frequência com que os usuários retornam ao aplicativo;
5. a duração das sessões;
6. o tempo que elementos individuais do aplicativo levam para carregar.

A fim da análise do comportamento dos usuários do PneumoH, utilizar-se-á as métricas: 1, para identificação de funcionalidades mais utilizadas; 2, para identificação dos fluxos de telas utilizados no aplicativo; 3, para mensurar a qualidade de implementação do aplicativo; 4, para demonstrar a aceitabilidade e utilidade do aplicativo; 5, para mensurar a média de utilização do aplicativo.

Como demonstra a Figura 47, o relatório, do tipo 2, apresenta gráficos que remetem aos fluxos de utilização do aplicativo.

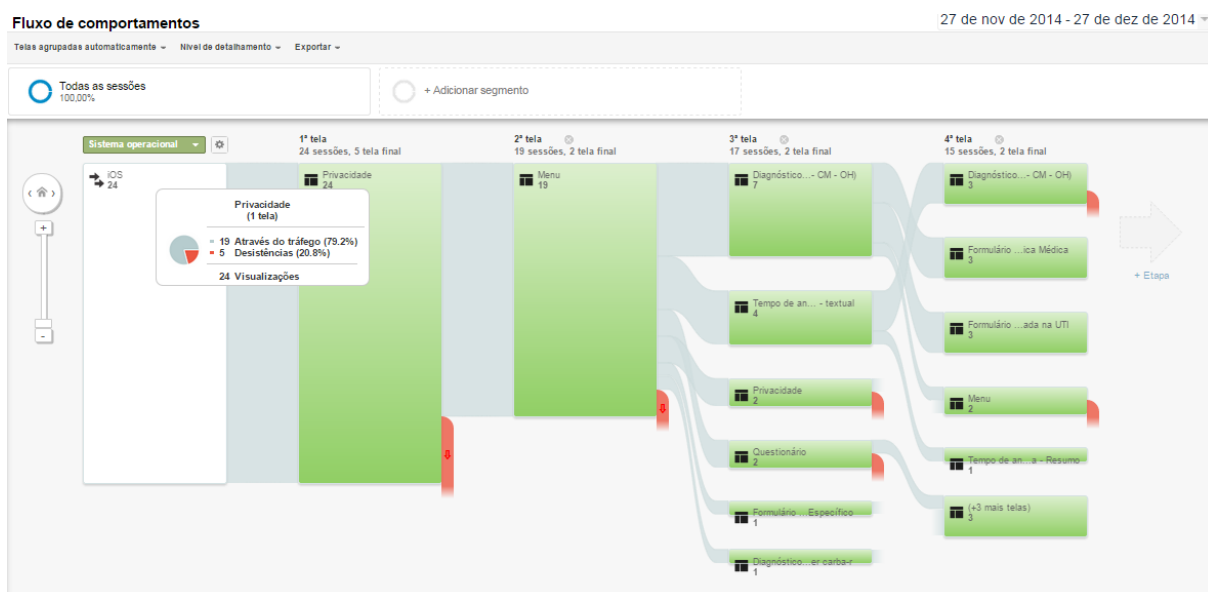


Figura 47 – Relatório de comportamento de usuários (navegação entre telas).

Esses fluxos são gerados a partir das telas visualizadas. Sendo assim, é possível analisar o comportamento do usuário referente a utilização do PneumoH: verificando as desistências da utilização do mesmo, bem como, verificando os fluxos completos, ou seja, analisando a quantidade de usuários que vão da primeira tela até a tela de resultado de alguma funcionalidade da aplicação.

Já na Figura 48 é mostrado, de forma mais direta, a quantidade de visualizações que cada tela do aplicativo possui. Também é possível analisar, através do gráfico mostrado na parte superior da Figura 48 o tráfego de utilização do período em questão, na qual pode-se verificar os dias em que o aplicativo possui mais visualizações.

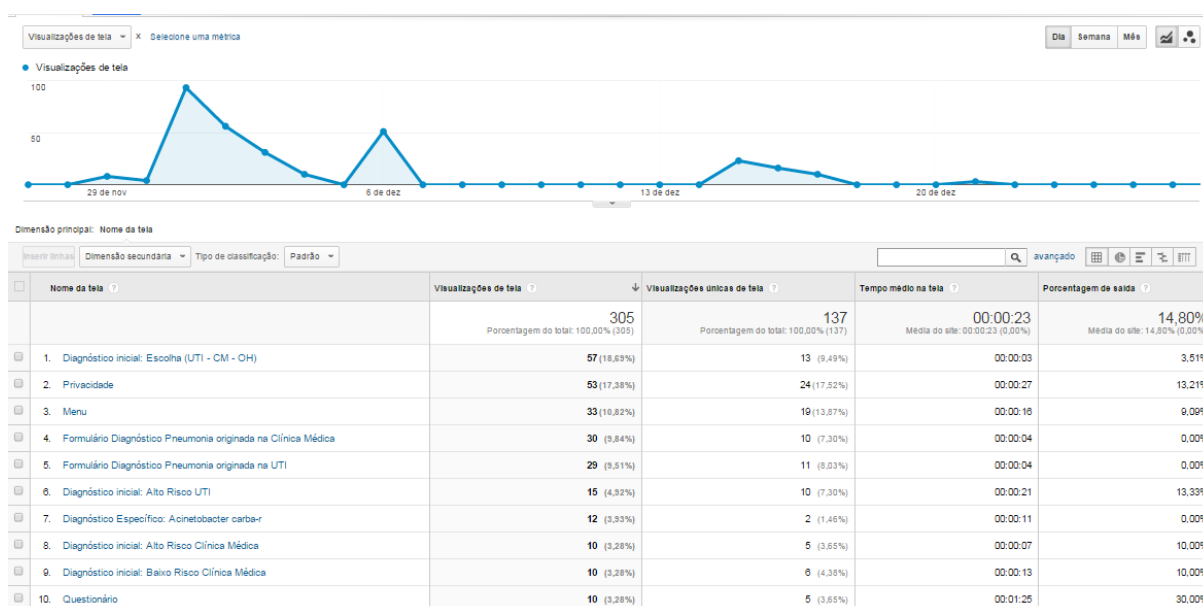


Figura 48 – Relatório de visualização de telas em fase de teste de aceitação.

É importante salientar que todos os dados de comportamento são contabilizados somente quando o usuário aceita os termos de privacidade do PneumoH, em cada acesso ao aplicativo. Caso contrário, não é possível contabilizar as visualizações de telas do usuário, na qual é a principal métrica para gerar as estatísticas de comportamento.

5.3.4 Resultados Obtidos Através da Coleta de Dados

O PneumoH foi publicado na loja oficial de aplicativos da Apple Inc. no dia 03 de janeiro de 2015. A partir desse dia, foi possível recolher informações de utilização do aplicativo.

Como relatado anteriormente, apresenta-se nessa Seção, os relatórios de: visão geral do aplicativo, na Seção 5.3.4.1; público-alvo, na Seção 5.3.4.2; e comportamento dos usuários, na Seção 5.3.4.3, como os resultados obtidos da utilização do PneumoH. Esses

relatórios foram gerados abrangendo o período de 03 de janeiro de 2015 até o dia 29 de janeiro de 2015. Além disso, ressalta-se que os relatórios completos podem ser conferidos no Apêndice D, deste trabalho.

5.3.4.1 Relatório de Visão Geral do Aplicativo

Na Figura 49, percebe-se os gráficos gerais de: novos usuários, usuários ativos, país e principais modelos de dispositivos.



Figura 49 – Relatório de visão geral do PneumoH.

Através dos gráficos apresentados, analisa-se principalmente, na Figura 49, os gráficos de usuários. Nesses gráficos, na qual abrangem o período desde de 03 de janeiro de 2015 até o dia 29 de janeiro de 2015, destaca-se a curva de novos usuários, na qual praticamente sobrepõe a curva de usuários ativos. Entretanto, o número de usuários ativos geralmente é superior ao de novos usuários.

Além disso, outra importante característica nesse relatório, é o número de sessões disparadas em cada modelo de dispositivo: 58 sessões de iPhone e 2 sessões de iPad.

No gráfico de países, ressalta-se o maior números de acessos do Brasil. Contudo, no mapa indica que o PneumoH possui acesso da China e também da Espanha.

5.3.4.2 Relatórios Sobre Público-alvo do Aplicativo

No relatório de público-alvo do PneumoH, demonstrado na Figura 50, apresenta informações relativas aos usuários do aplicativo.

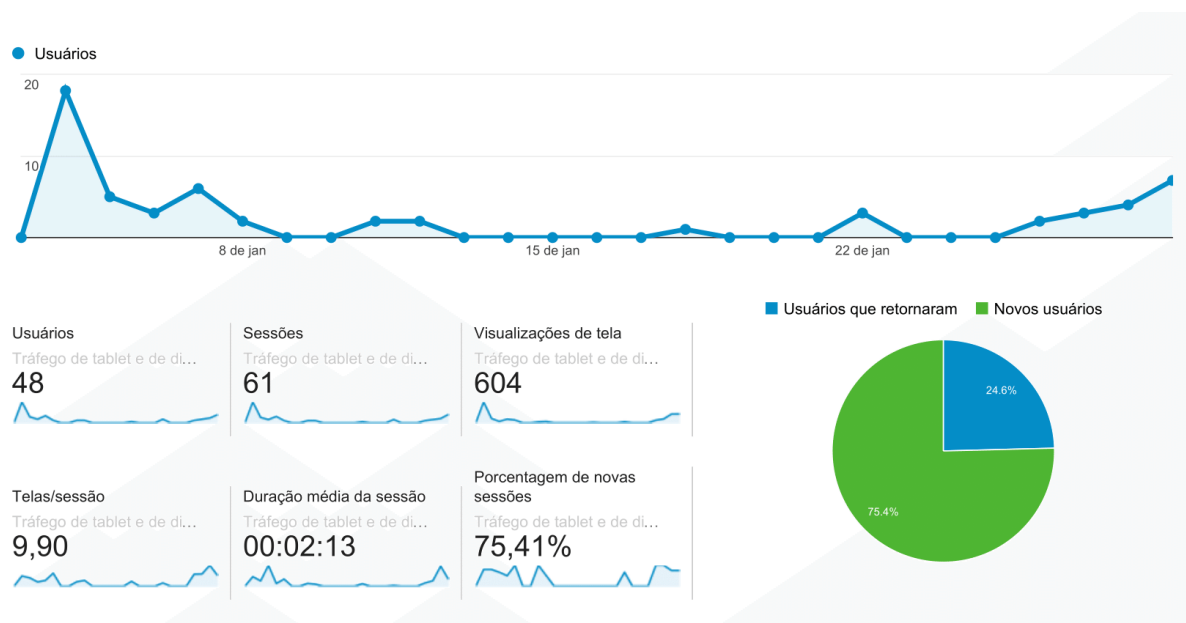


Figura 50 – Relatório de Público-alvo do PneumoH.

Até o referido período que o relatório foi gerado, o PneumoH obteve 48 usuários. A partir desse número de usuários, conforme o *Google Analytics*, 75,4% são usuários novos, e 24,6% são usuários que retornam a utilizar o aplicativo. Sendo assim, totalizando 68 sessões no PneumoH.

Outrossim, o número total de telas que foram visualizadas no aplicativo por esses usuários é de 604. Logo, com um tempo médio de 2 minutos e 13 segundos por sessão, calcula-se que, aproximadamente, há 9 telas visualizadas por sessão do PneumoH.

5.3.4.3 Relatórios de Comportamento dos Usuários na Utilização do Aplicativo

Na visão geral, do relatório de comportamento dos usuários na utilização do PneumoH, mostrado na Figura 51, percebe-se que, em comparação com a curva de usuários, há relação com a curva de visualização de telas, ou seja, o número de telas visualizadas é muito mais aparente no gráfico, quando o número de usuários ativos é apontado no mesmo dia.

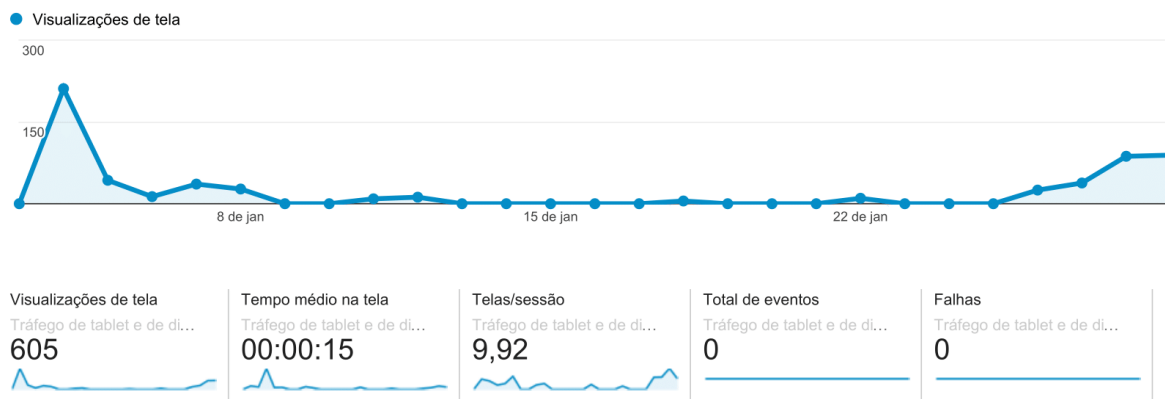


Figura 51 – Relatório de Comportamento do PneumoH (Visão Geral).

Além disso, como mencionado anteriormente, foram visualizadas, no total, 605 telas. E o tempo médio em cada tela visualizada é de 15 segundos.

O PneumoH possui no total 25 telas diferentes - o relatório completo de ecrãs encontra-se no Apêndice D -, contemplando todas as funcionalidades (menus, formulários, diagnósticos, informações etc). Na Figura 52, é mostrado as telas mais visualizadas e, respectivamente, o número de visitas de tais.

Nome da tela	Visualizações de tela
Diagnóstico inicial: Escolha (UTI - CM - OH)	113
Privacidade	87
Formulário Diagnóstico Pneumonia originada na Clínica Médica	79
Menu	76
Formulário Diagnóstico Pneumonia originada na UTI	49

Figura 52 – Relatório de Comportamento do PneumoH: amostra de telas mais visualizadas.

A partir da Figura 52 pode-se constatar que a funcionalidade mais utilizada no aplicativo é a *Antibioticoterapia Inicial*, na qual possui 113 acessos em sua tela principal. Alias, a maior incidência de PAH, que apresenta nesses relatórios é de *Baixo Risco na Clínica Médica*, com 35 visualizações, decidida pela função de *Antibioticoterapia Inicial*.

6 Conclusão

A pneumonia adquirida no hospital é uma doença que merece atenção em seus cuidados. O diagnóstico dessa infecção respiratória é dado a partir de ocorrer após pelo menos 48 horas de internação. O maior desafio da pneumonia adquirida no hospital, além de um diagnóstico correto, é sua prescrição terapêutica.

O tratamento de pneumonia adquirida no hospital deve ser realizado de imediato. Entretanto, há necessidade de uma investigação sobre o agente causador, para que assim possa tratar especificamente. Como visto, a literatura apresenta divergentes formas de terapia, porém, o tratamento ideal é aquele que acorda com o ambiente hospitalar, posto que diferentes zonas geográficas estão mais propícias a certas bactérias.

A fim de apoiar as decisões médicas, soluções computacionais são propostas para tal. A Inteligência artificial é uma área, na qual mais contribui com esses sistemas, utilizando ontologias e sistemas baseado em conhecimento, por exemplo. Na revisão da literatura foi percebido a existência de sistemas com propósito de diagnosticar e/ou tratar de doenças. Entretanto, os sistemas vistos, não eram específicos a pneumonia adquirida no hospital. Além disso, há carência de aplicativos para dispositivos móveis com essa finalidade, no qual podem fornecer apoio acessível para os médicos, em leitos de hospitais, por exemplo.

Sendo assim, o presente trabalho intencionou-se o desenvolvimento de um aplicativo para iPhone que realize o diagnóstico e tratamento da PAH, na qual denominou-se PneumoH.

Até o desenvolvimento de uma versão final disponibilizada para *download*, foram concluídas etapas de análise do processo do problema, projeto do aplicativo, implementação de uma primeira versão e teste de aceitação de tal. Não obstante, houve atualização dos protocolos de diagnóstico e tratamento da PAH, do HNSC, cujo requisitou-se alteração na lógica do sistema. Devido a esse motivo, novamente o processo de desenvolvimento foi necessário: modificações no projeto de software, implementação e testes de aceitação.

Os testes de aceitação do PneumoH foram as atividades mais importante para a homologação do aplicativo, na qual teve-se participação ativa e essencial do Dr. Renato Cassol, médico infectologista do HNSC. A partir das correções e adaptações necessárias, contabilizou-se nove versões geradas do PneumoH. Entretanto, a avaliação qualitativa completa da utilização do aplicativo, realizada por uma amostra de médicos do HNSC, não foi finalizada até a data de publicação deste trabalho. Porém, espera-se finalizar tal avaliação nos próximos meses, com o auxílio do questionário elaborado e da coleta de dados automatizada acerca do uso do sistema viabilizado pelo SDK *Google Analytics*.

A avaliação qualitativa do PneumoH consiste na captura da contribuição empírica no processo de diagnóstico e tratamento da PAH, através de relatórios da experiência de utilização do PneumoH, realizado pelos médicos do HNSC. Para isso, o próprio questionário foca-se em questões relacionadas: a sua eficácia na sugestão dos tratamentos, grau de eficiência no atendimento ao leito do paciente, aceitação do aplicativo, sugestões e opiniões de melhorias.

Os resultados completos disponíveis da avaliação qualitativa do PneumoH serão uma importante fonte de conhecimento para dar prosseguimento ao trabalho, principalmente na questão de compartilhamento de informações de forma segura, cujo considera-se o estudo futuro de estratégias de distribuição de informações como:

- *Cliente/Servidor*: nesse contexto o cliente representa o dispositivo móvel, e esse realizaria o compartilhamento das informações através de um servidor central.
- *Entre dispositivos móveis*: nesse cenário a comunicação aconteceria entre os dispositivos móveis dos médicos do hospital, na qual cada dispositivo armazenaria parte das informações dos pacientes.

Com base nessas estratégias, estima-se a investigação de vantagens e desvantagens para o compartilhamento de informações dos pacientes com o aplicativo. Além disso, deve-se ressaltar que a propagação das informações deve ser realizada com segurança. Ou seja, proteger os dados dos pacientes a fim de preservar sua privacidade.

Não obstante, de acordo com as condições de infra-estrutura de tecnologia da informação atual do HNSC, pretende-se disponibilizar a listagem de pacientes previamente cadastrados no PneumoH, a partir de uma planilha *excel* contendo informações dos pacientes, fornecidos pelo hospital. Tais dados devem ser tratados conforme estratégias citadas anteriormente, visto que os mesmos não possuem nenhum tipo de mecanismo de segurança.

Outro aspecto importante que deverá ser tratado em trabalho futuro é customização da aplicação para aplicação em outros dispositivos, como iPads.

Referências

- ACADEMY, A. *Guia de estudo do QI do Google Analytics*. [S.l.: s.n.], 2014. [Disponível em: <https://support.google.com/analytics/answer/6083697?hl=pt-BR>. Acessado em 26 de Setembro de 2014]. Citado 2 vezes nas páginas 60 e 61.
- ANALYTICS, G. *Comportamento de aplicativos para dispositivos ms*. [S.l.: s.n.], 2014. [Disponível em: <https://support.google.com/analytics/answer/2568878?hl=pt-BR> . Acessado em 27 de Dezembro de 2014]. Citado na página 88.
- APPLE. *KAYAK Flights, Hotels Cars*. [S.l.]: iTunes, 2014. [Disponível em: <https://itunes.apple.com/br/app/podcasts/id525463029?mt=8>. Acessado em 25 de Outubro de 2014]. Citado na página 77.
- APPLE. *xCode*. [S.l.: s.n.], 2014. [Disponível em: <https://developer.apple.com/xcode/>. Acessado em 27 julho de 2014]. Citado 4 vezes nas páginas 13, 56, 57 e 59.
- BONIFÁCIO, B. et al. Aplicando técnicas de inspeção de usabilidade para avaliar aplicações móveis. In: BRAZILIAN COMPUTER SOCIETY. *Proceedings of the IX Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2010. p. 189–192. Citado na página 62.
- BPMN.ORG, O. M. G. *Business Process Management Notation*. [S.l.: s.n.], 2014. [Disponível em: <http://bpmn.org/>. Acessado em 20 junho de 2014]. Citado na página 39.
- BURDETTE, S. D.; TROTMAN, R.; CMAR, J. Mobile infectious disease references: from the bedside to the beach. *Clinical infectious diseases*, Oxford University Press, v. 55, n. 1, p. 114–125, 2012. Citado na página 25.
- CRÍTICA, A. *Saúde: Pneumonia exige atenção de Organização Mundial*. [S.l.: s.n.], 2012. [Disponível em: http://acritica.uol.com.br/noticias/manaus-amazonas-amazonia-Pneumonia-atencao-Organizacao-Mundial-Saude_0835716426.html. Acessado em 01 julho de 2014]. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 27.
- DEVELOPER, A. *Cocoa Touch Frameworks*. [S.l.: s.n.], 2014. [Disponível em: <https://developer.apple.com/technologies/ios/cocoa-touch.html>. Acessado em 1 agosto de 2014]. Citado na página 56.
- DEVELOPERS, G. *Google Analytcs*. [S.l.: s.n.], 2014. [Disponível em: <https://developers.google.com/analytics/?hl=pt-br>. Acessado em 22 de Setembro de 2014]. Citado 4 vezes nas páginas 13, 59, 60 e 86.
- FALCI, D. R. et al. Antibioticoterapia em *Pneumonia Hospitalar PH* na *UTI* ou nas enfermarias clínicas do *HNSC*. 2013. Citado 8 vezes nas páginas 13, 19, 36, 39, 40, 41, 44 e 45.
- FALCI, D. R.; PEREIRA, P. R.; CASSOL, R. Antibioticoterapia em *Pneumonia Hospitalar PH* na *UTI* ou nas enfermarias clínicas do *HNSC*. 2014. Citado 3 vezes nas páginas 19, 39 e 43.

- FALCONE, M. et al. Healthcare-associated pneumonia: diagnostic criteria and distinction from community-acquired pneumonia. *International Journal of Infectious Diseases*, Elsevier, v. 15, n. 8, p. 545–550, 2011. Citado 3 vezes nas páginas 25, 31 e 35.
- FERREIRA, R. et al. Avaliação da gestão em sistemas e tecnologia de informação em hospitais no brasil, méxico, argentina e portugal. VI Workshop GESITI e Evento Acoplado II GESITI/Saúde, 2011. Citado na página 25.
- FRANZETTI, F. et al. Consensus document on controversial issues for the treatment of hospital-associated pneumonia. *International Journal of Infectious Diseases*, Elsevier, v. 14, p. 55–65, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 33.
- GAMMA, E. *Padroes de Projetos: Soluções Reutilizáveis*. [S.l.]: Bookman, 2000. Citado 2 vezes nas páginas 48 e 52.
- GODO, L. et al. *Renoir, Pneumon-IA and Terap-IA*: three medical applications based on fuzzy logic. *Artificial Intelligence in Medicine*, Elsevier, v. 21, n. 1, p. 153–162, 2001. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 36.
- GODO, L. et al. A multi-agent system approach for monitoring the prescription of restricted use antibiotics. *Artificial Intelligence in Medicine*, Elsevier, v. 27, n. 3, p. 259–282, 2003. Citado na página 35.
- GOFF, D. A.; MANGINO, J. E. et al. Evaluation of an app: Stab-it *Staphylococcus aureus* bacteremia is terrible. *Journal of Mobile Technology in Medicine*, v. 2, n. 3, p. 15–20, 2013. Citado na página 36.
- GOOGLE. *Criar formulos do Google*. [S.l.: s.n.], 2014. [Disponível em: <https://support.google.com/docs/answer/87809?hl=pt-BR>. Acessado em 30 de Setembro de 2014]. Citado na página 55.
- GOOGLE. *Google Analytcs - Prote dos dados*. [S.l.: s.n.], 2014. [Disponível em: <http://www.google.com.br/analytics/learn/privacy.html>. Acessado em 26 de Setembro de 2014]. Citado na página 61.
- GORDTS, B. et al. The 2007 belgian national prevalence survey for hospital-acquired infections. *Journal of Hospital Infection*, Elsevier, v. 75, n. 3, p. 163–167, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 34.
- HAUG, P. J. et al. An ontology-driven, diagnostic modeling system. *Journal of the American Medical Informatics Association*, BMJ Publishing Group Ltd, v. 20, n. e1, p. 102–110, 2013. Citado na página 34.
- HEREDIA, L. R. *Transformação de modelos de processos de negócio em BPMN para modelos de sistema utilizando casos de uso da UML*. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2012. Citado 4 vezes nas páginas 17, 39, 42 e 43.
- ITUNES. *TestFlight*. [S.l.: s.n.], 2014. [Disponível em: <https://itunes.apple.com/br/app/testflight/id899247664?mt=8>. Acessado em 1 de Novembro de 2014]. Citado na página 75.

- KAYAK, S. *KAYAK Flights, Hotels Cars*. [S.l.]: iTunes, 2013. [Disponível em: <https://itunes.apple.com/us/app/kayak-flights-hotels-cars/id305204535?mt=8>. Acessado em 25 de Outubro de 2014]. Citado na página 77.
- LECHETA, R. R. *Desenvolvendo para iPhone e iPad-2ª Edição: Aprenda a desenvolver aplicações utilizando o iOS SDK*. [S.l.]: Novatec Editora, 2013. Citado na página 56.
- LEE, J. H.; KIM, Y. H. Comparison of clinical characteristics between healthcare-associated pneumonia and community-acquired pneumonia in patients admitted to secondary hospitals. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*, Elsevier, v. 16, n. 4, p. 321–328, 2012. Citado 5 vezes nas páginas 13, 25, 26, 27 e 32.
- MARTÍNEZ-PÉREZ, B. et al. Comparison of mobile apps for the leading causes of death among different income zones: A review of the literature and app stores. *Journal of Medical Internet Research*, v. 16, n. 1, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 36.
- MILANI, A. *Programando para iPhone e iPad: Aprenda a construir aplicativos para o iOS*. [S.l.]: Novatec Editora, 2012. Citado 6 vezes nas páginas 13, 48, 50, 52, 53 e 56.
- OLIVEIRA, A.; KOVNER, C. T.; SILVA, R. Infecção hospitalar em unidade de tratamento intensivo de um hospital universitário brasileiro. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, SciELO Brasil, v. 18, n. 2, p. 233–9, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 26.
- OLIVEIRA, A. A. d.; BALLONI, A. J.; NASCIMENTO, R. P. C. d. Uma avaliação da gestão dos sistemas e tecnologias de informação nos hospitais do estado de sergipe. VI Workshop GESITI e Evento Acoplado II GESITI/Saúde, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 35.
- OLIVEIRA, A. C. de; PAULA, A. O. de. Descalonamento de antimicrobiano e custos do tratamento de pacientes com infecção. *Acta Paulista de Enfermagem*, SciELO Brasil, v. 25, n. 2, p. 68–74, 2012. Citado na página 33.
- PEZZÈ, M.; YOUNG, M. *Teste e análise de software: processos, princípios e técnicas*. [S.l.]: Bookman, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 73 e 74.
- PRESSMAN, R. S. *Engenharia de software*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2011. 417 p. Citado 2 vezes nas páginas 73 e 74.
- RODRÍGUEZ, A.; CARO, A. Obteniendo casos de uso centrados en la calidad de los datos desde procesos de negocio descritos con bpmn. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, n. 10, p. 65–80, 2012. Citado 3 vezes nas páginas 13, 39 e 40.
- SAÚDE, A. N. de Vigilância a. *TRATO RESPIRATÓRIO: Critérios Nacionais de Infecções relacionadas sistêmica úde anvisa*. [S.l.], 2009. Citado na página 44.
- SELIGMAN, R. et al. Risk factors for infection with multidrug-resistant bacteria in non-ventilated patients with hospital-acquired pneumonia. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, SciELO Brasil, v. 39, n. 3, p. 339–348, 2013. Citado 4 vezes nas páginas 25, 26, 31 e 36.
- SOCIETY, A. T. et al. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*, v. 171, p. 388–416, 2005. Citado na página 32.

- TANUSKA, P.; SKRIPCAK, T. The proposal of functional user requirements generation. In: IEEE. *Computer Research and Development (ICCRD), 2011 3rd International Conference on*. [S.l.], 2011. v. 1, p. 39–42. Citado 4 vezes nas páginas 17, 39, 42 e 43.
- UML.ORG, O. M. G. *Unified Modeling LanguageTM- UML*. [S.l.: s.n.], 2014. [Disponível em: <http://uml.org/>. Acessado em 20 junho de 2014]. Citado na página 39.
- VERDAGUER, A. et al. Validation of the medical expert system pneumon-ia. *Computers and biomedical research*, Elsevier, v. 25, n. 6, p. 511–526, 1992. Citado na página 35.
- WELFER, D. S.; CASSOL, R. K.; KAZIENKO, J. F. A mobile application system for diagnosis and management of community-acquired pneumonia. In: *16th IEEE International Conference on E-health Networking, Application & Services*. [S.l.]: IEEE, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 80.
- ZAVASCKI, A. P.; BULITTA, J. B.; LANDERSDORFER, C. B. Combination therapy for carbapenem-resistant gram-negative bacteria. *Expert Rev. Anti Infect. Ther*, Informa Healthcare London, v. 11, n. 12, p. 1333–1353, 2013. Citado na página 33.

Apêndices

APÊNDICE A – Descrição Textual dos Casos de Uso

Tabela 3 – Descrição textual do caso de uso UC-01

ID	UC-01
Nome	Cadastrar Paciente
Ator principal	Médico
Fluxo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O caso de uso começa quando o médico registra um novo paciente. Para isso, ele seleciona no menu a opção Cadastro de Pacientes. 2. O sistema exibe uma tela exigindo os dados do paciente: nome e local de internação (ala, quarto etc). 3. O médico preenche os dados exigidos e confirma o cadastro. 4. O sistema processa o registro e retorna mensagem de sucesso do cadastro. 5. O médico confirma e sai da função.
Fluxo de Exceção	3.1 O sistema processa o registro e retorna mensagem de erro.
Pós condição	Dados consistentes no banco de dados.

Tabela 4 – Descrição textual do caso de uso UC-02

ID	UC-02
Nome	Pesquisar histórico do paciente
Ator principal	Médico
Acionador	Manual ou Caso de Uso Prescrever tratamento
Pré-Condições	Devem existir pacientes cadastrados (Caso de uso Cadastrar Paciente)
Fluxo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O caso de uso começa quando o médico procura registros de determinado paciente. Para isso, ele seleciona no menu a Pesquisar Pacientes. 2. O sistema exibe um campo de pesquisa. 3. O médico preenche o campo de pesquisa com o dado do paciente. 4. O sistema procura nos registros o paciente mencionado. 5. O sistema retorna informações referentes ao paciente(s) mencionado. 6. O médico seleciona o paciente desejado.
Fluxo Alternativo	4.1 O sistema não encontra informações referentes ao paciente.

Tabela 5 – Descrição textual do caso de uso UC-03

ID	UC-03
Nome	Identificar Sintomas
Ator principal	Médico
Fluxo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O caso de uso começa quando o médico identifica cada sintoma e condição do paciente. 2. O médico observa o enfoque clínico da pneumonia. 3. Posteriormente, as condições de ambiente em que o paciente está são relevadas.

Tabela 6 – Descrição textual do caso de uso UC-04

ID	UC-04
Nome	Diagnosticar Pneumonia
Ator principal	Médico
Fluxo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O caso de uso começa quando o médico identifica os sintomas (UC-04). 2. O enfoque clínico do paciente é dado como PH ou PAV, com origem na UTI ou clínica médica e com 15 dias ou mais de hospitalização. 3. O diagnóstico inicial é dado como Alto risco para infecção por germe resistente a múltiplas drogas, sob ambiente da UTI e Clínica Médica.
Fluxo Alternativo	<ul style="list-style-type: none"> • 2.a O enfoque clínico do paciente é dado como PAV e sob exposição a ventilação mecânica superior ou igual a 7 dias; • Volta ao fluxo principal passo 3. • 2.b O enfoque clínico do paciente é dado como PH e este realizou corticoterapia em dose imunossupressora. • Volta ao fluxo principal passo 3. • 2.c O paciente esta colonizado por germe carbapenêmico-resistente ou pan-resistente. • Volta ao fluxo principal passo 3. • 2.d O enfoque clínico do paciente é dado como PH ou PAV, sob exposição a ventilação mecânica inferior ou igual a 7 dias e com menos de 15 dias de hospitalização. • 3.a O diagnóstico inicial é dado como Baixo risco para infecção por germe com resistente a múltiplas drogas, sob ambiente da UTI. • 2.e O enfoque clínico do paciente é dado como PH ou PAV, sob exposição a ventilação mecânica inferior ou igual a 7 dias e com menos de 15 dias de hospitalização. • 3.b O diagnóstico inicial é dado como Baixo risco para infecção por germe com resistente a múltiplas drogas, sob ambiente da Clínica médica.
Pós condição	Diagnóstico de acordo com protocolo do HNSC.

Tabela 7 – Descrição textual do caso de uso UC-05

ID	UC-05
Nome	Selecionar antibioticoterapia específica.
Ator principal	Médico
Acionador	Prescrever Tratamento.
Pré-Condições	Caso de uso Diagnosticar Pneumonia
Fluxo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O caso de uso começa quando o médico quer prescrever o tratamento do paciente (UC-07). 2. Quando acionado, o sistema apresenta uma tela relativa ao diagnóstico a ser informado. Essa primeira informação do diagnóstico pode ser categorizado como PH e/ou PAV, que devem ser marcados nas opções mostradas na tela. 3. O médico informa o diagnóstico. 4. A partir do diagnóstico informado, o sistema mostra as condições do estado do paciente, associadas com um dos diagnósticos ou ambos. Tais condições são: hospitalização originada na UTI, hospitalização originada na Clínica Médica, corticoterapia em doses imunossupressoras, exposição a ventilação mecânica, infecção por germe carbapenêmico resistente, infecção por germe pan resistente. 5. O médico marca as condições que o paciente se encontra. 6. O sistema verifica as condições marcadas e bloqueia as que forem adversas ao diagnóstico, para que o médico não possa preencher. 7. O sistema verifica, de acordo com as condições marcadas, a necessidade de obter-se os dias de hospitalização e/ou exposição a ventilação mecânica. Sendo assim, o sistema desbloqueia esses campos para o médico preencher. 8. O médico preenche os dias requeridos. 9. Sendo realizada essas etapas, o médico pode verificar sugestões de antibioticoterapia para o paciente, clicando no botão de Sugestão de Antibioticoterapia mostrado ao final.

Tabela 8 – Descrição textual do caso de uso UC-06

ID	UC-06
Nome	Prescrever Tratamento
Ator principal	Médico
Pré-Condições	Diagnosticar Pneumonia (UC-04)
Fluxo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O caso de uso começa quando o médico consulta sugestões de antibioticoterapia específica para determinado tipo de pneumonia hospitalar. Para isso, ele seleciona no menu a opção Antibioticoterapia Específica. 2. O sistema executa o UC-06. Retornando a antibioticoterapia específica para o paciente. 3. O médico seleciona a sugestão a fim de salvar nos registros do paciente. 4. O médico busca o prontuário do paciente a fim de salvar tal tratamento para determinado paciente Para isso ele clica em salvar tratamento em prontuário. 5. O sistema executa UC-02 que retorna o resultado. 6. Já com o prontuário do paciente, o médico registra a antibioticoterapia prescrita. 7. O médico encerra o sistema.
Pós condição	Dados consistentes nos registros do paciente.

Tabela 9 – Descrição textual do caso de uso UC-07

ID	UC-08
Nome	Verificar Melhorias Clínicas (Algoritmo do Descalonamento)
Ator principal	Médico
Acionador	Terceiro dia de tratamento
Pré-Condições	Apresentar melhoras no terceiro dia de tratamento
Fluxo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O caso de uso começa quando o médico verifica a melhora terceiro dia do paciente ao tratamento e tal apresenta resultados positivos. 2. O sistema requisita resultados do suporte ao diagnóstico de infecção pela avaliação clínica (sim ou não). 3. O médico preenche que sim. 4. O sistema questiona sobre culturas negativas (sim ou não). 5. O médico preenche que sim. 6. O sistema processa as informações e apresenta a seguinte decisão: "A avaliação clínica corrobora o diagnóstico de infecção, com boa resposta ao tratamento: Mantém a mesma antibioticoterapia." 7. O médico registra tal decisão no prontuário do paciente. 8. O médico encerra o sistema.
Fluxo Alternativo	<ul style="list-style-type: none"> • 3.A O médico preenche que não. • 3.A Passo 4 do fluxo principal. • 3.A O médico preenche que não. • 3.A O sistema processa as informações e apresenta a seguinte decisão: Interromper a terapia antimicrobiana. • 3.A O sistema sugere a interrupção da antibioticoterapia do paciente (UC-08). • 5.A O médico preenche que não. • 5.A O sistema processa as informações e apresenta a seguinte decisão: "Descalonamento de antibióticos - escolha de antimicrobiano direcionado ao germe da cultura, com o menor espectro possível". • 5.A Volta ao passo 7 do Fluxo Principal.

Tabela 10 – Descrição textual do caso de uso UC-08

ID	UC-09
Nome	Interromper tratamento
Ator principal	Médico
Pré-Condições	Sem melhoras ao tratamento prescrito
Fluxo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O caso de uso começa quando o médico verifica a melhora terceiro dia do paciente ao tratamento e tal não apresenta resultados. Então o médico deve interromper o tratamento prescrito para aquele paciente. Para isso ele pesquisa pelo paciente (UC-02). 2. O Sistema retorna as referidas informações do paciente. 3. O médico seleciona interromper o tratamento. 4. O sistema registra a interrupção. 5. O médico sai do aplicativo.
Pós condição	Dados consistentes na base de dados.

APÊNDICE B – Questionário Sobre Utilização do PneumoH



QUESTIONÁRIO SOBRE USO DO PNEUMOH

Olá, prezado médico(a).

Este formulário visa recolher informações sobre você e sua opinião quanto à utilização do app PneumoH. Sua contribuição é muito importante para a pesquisa e futuras melhoras no app. Caso já tenha respondido as questões pessoais, fique à vontade para responder somente as questões de sugestões. Se desejar preencher esse questionário de um computador, acesse: <https://goo.gl/S7jnT4>.

A app tem sido útil?

- Sim
- Não

Com o PneumoH, acelerou o diagnóstico e tratamentos dos pacientes com pneumonia adquirida no hospital?

- Sim
- Não

Na sua opinião, qual o grau de acerto do PneumoH nos diagnósticos e tratamentos ?

(1) ruim, (2) regular, (3) bom, (4) muito bom e (5) excelente.

1 2 3 4 5

ruim excelente

Você é médico residente?

- Sim
 Não

Em relação ao seu conhecimento do Protocolo de Antibioticoterapia em Pneumonia Hospitalar na UTI ou nas enfermarias do Hospital Nossa Senhora da Conceição, o PneumoH está de acordo?

- Sim
 Não
 Outro:

O uso do app pode evitar erros na prescrição de um tratamento ou medicamento?

- Sim
 Não

O uso do PneumoH pode ajudar a controlar a infecção hospitalar?

- Sim
 Não
 Outro:

O PneumoH pode ser usada para o treinamento de profissionais da saúde que ainda não dominam os protocolos de tratamento da pneumonia adquirida no hospital. Assim, o app desenvolvido pode ser visto como um mecanismo para fins educacionais. Você concorda?

- Sim
 Não
 Outro:

Na sua opinião, aplicações para dispositivos móveis são muito mais úteis em ambientes hospitalares do que softwares para notebooks ou computadores desktops?

- Sim
 Não
 Outro:

Sobre a interface gráfica, você achou ela amigável?

- Sim
- Não
- Outro:

Você prefere utilizar o PneumoH em um iPad ou iPhone?

- iPhone
- iPad
- Só utilizei no iPhone
- Só utilizei no iPad

Para uma próxima versão do PneumoH, que campos e funções relativos à Pneumonia Adquirida no Hospital e seus pacientes diagnosticados você sugere?**Você acha interessante que o PneumoH permita o compartilhamento das informações registradas com outros médicos?**

Exemplo: Troca de informações do seu iPhone com o smartphone de outro médico e/ou com o sistema de informações do hospital.

- Sim
- Não
- Não entendi
- Outro:

Enviar

Nunca envie senhas em Formulários Google.

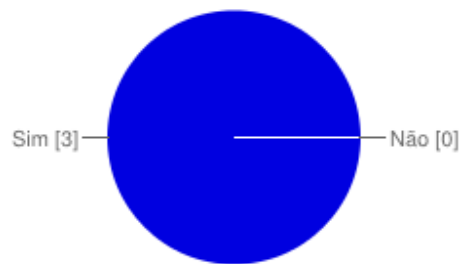
APÊNDICE C – Respostas do Questionário Sobre Utilização do PneumoH

3 respostas

[Visualizar todas as respostas](#)[Publicar análise](#)

Resumo

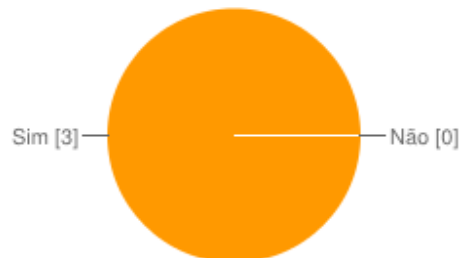
A app tem sido útil?



Sim **3** 100%

Não **0** 0%

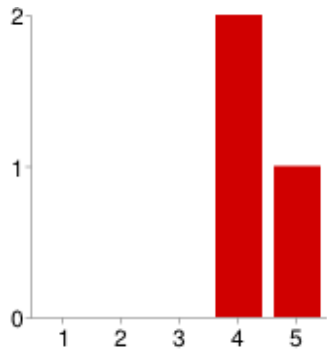
Com o PneumoH, acelerou o diagnóstico e tratamentos dos pacientes com pneumonia adquirida no hospital?



Sim **3** 100%

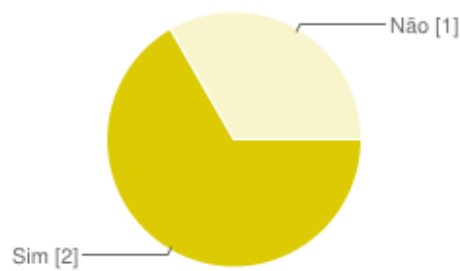
Não **0** 0%

Na sua opinião, qual o grau de acerto do PneumoH nos diagnósticos e tratamentos ?



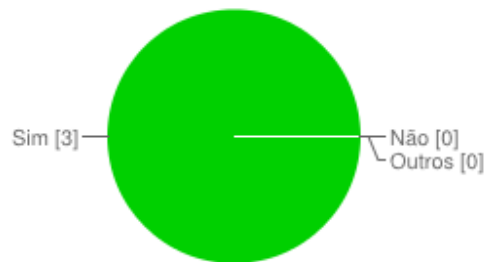
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	2	67%
5	1	33%

Você é médico residente?



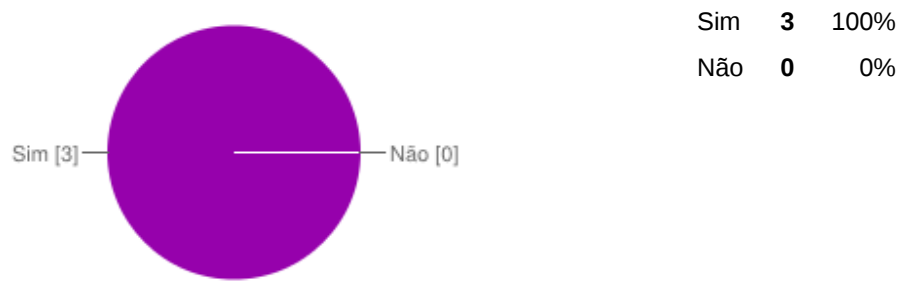
Sim	2	67%
Não	1	33%

Em relação ao seu conhecimento do Protocolo de Antibioticoterapia em Pneumonia Hospitalar na UTI ou nas enfermarias do Hospital Nossa Senhora da Conceição, o PneumoH está de acordo?

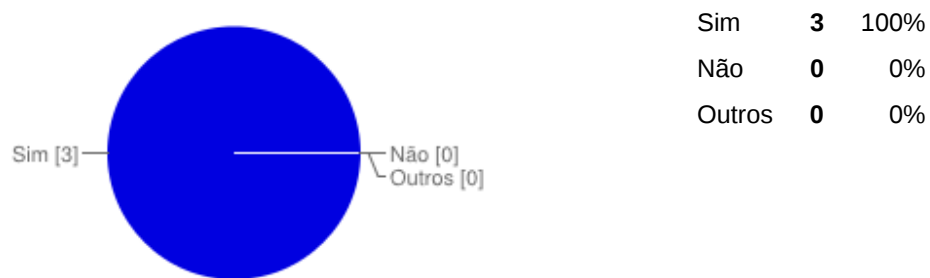


Sim	3	100%
Não	0	0%
Outros	0	0%

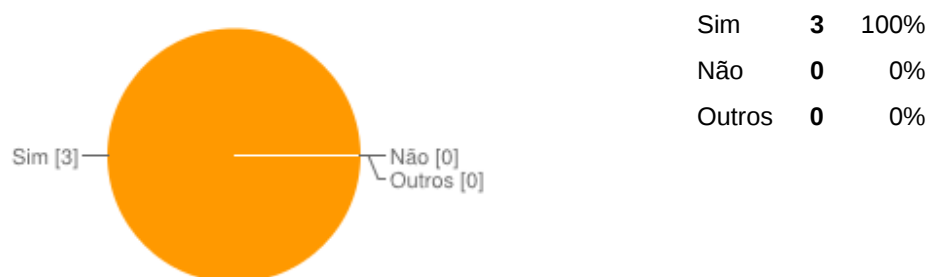
O uso do app pode evitar erros na prescrição de um tratamento ou medicamento?



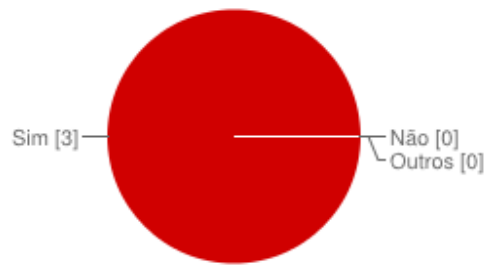
O uso do PneumoH pode ajudar a controlar a infecção hospitalar?



O PneumoH pode ser usada para o treinamento de profissionais da saúde que ainda não dominam os protocolos de tratamento da pneumonia adquirida no hospital. Assim, o app desenvolvido pode ser visto como um mecanismo para fins educacionais. Você concorda?

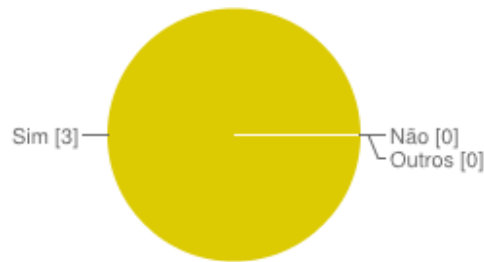


Na sua opinião, aplicações para dispositivos móveis são muito mais úteis em ambientes hospitalares do que softwares para notebooks ou computadores desktops?



Sim	3	100%
Não	0	0%
Outros	0	0%

Sobre a interface gráfica, você achou ela amigável?



Sim	3	100%
Não	0	0%
Outros	0	0%

Você prefere utilizar o PneumoH em um iPad ou iPhone?

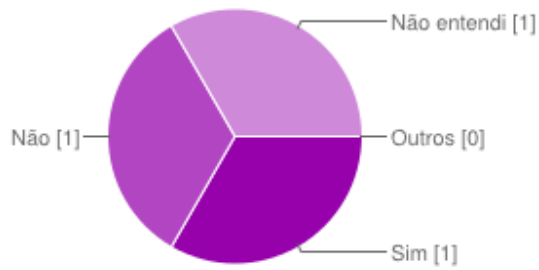


iPhone	0	0%
iPad	0	0%
Só utilizei no iPhone	3	100%
Só utilizei no iPad	0	0%

Para uma próxima versão do PneumoH, que campos e funções relativos à Pneumonia Adquirida no Hospital e seus pacientes diagnosticados você sugere?

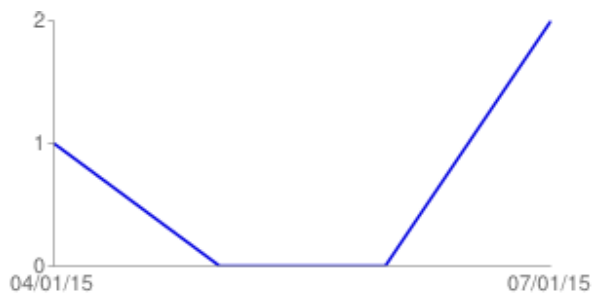
Ainda não há respostas para esta pergunta.

Você acha interessante que o PneumoH permita o compartilhamento das informações registradas com outros médicos?



Sim	1	33%
Não	1	33%
Não entendi	1	33%
Outros	0	0%

Número de respostas diárias



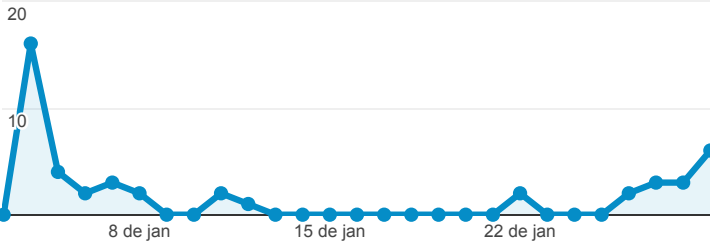
APÊNDICE D – Resultados Obtidos Através da Coleta de Dados

3 de jan de 2015 - 29 de jan de 2015

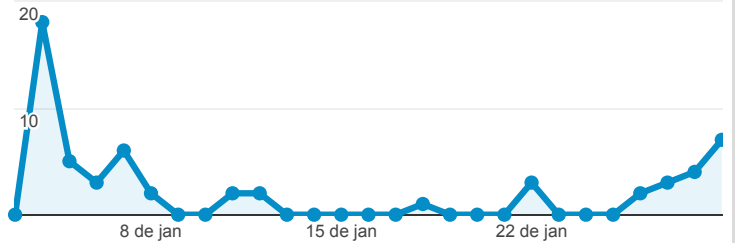
Visão geral do aplicativo

Tráfego de tablet e de dispositivos móveis
76,92%

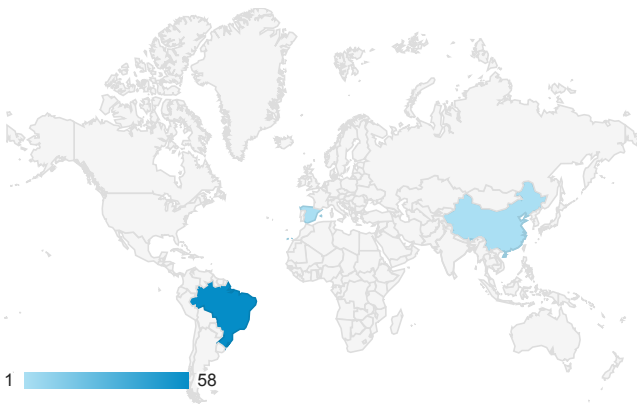
Novos usuários



Usuários ativos



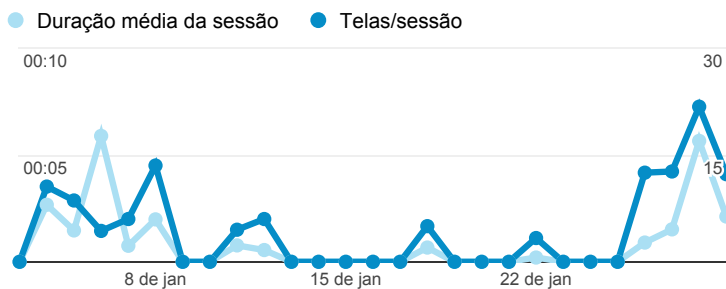
País



Principais modelos de dispositivos



Engajamento do usuário



Telas

Nome da tela	Visualizações de tela
Diagnóstico inicial: Escolha (UTI - CM - OH)	113
Privacidade	86
Formulário Diagnóstico Pneumonia originada na Clínica Médica	79
Menu	76
Formulário Diagnóstico Pneumonia originada na UTI	49

Receita no aplicativo

Este relatório requer que o acompanhamento de comércio eletrônico seja configurado para a vista da propriedade.

O que é acompanhamento de comércio eletrônico?

Acompanhamento de comércio eletrônico é um snippet de código que você pode incluir em seu site ou aplicativo para coletar dados de transações, como venda de produtos, valores de compras, locais de faturamento, e conectar à sua conta do Google Analytics.

Por que configurar o acompanhamento de comércio eletrônico?

Com o acompanhamento de comércio eletrônico, você pode entender melhor o valor da sua empresa digital. Use os Relatórios de comércio eletrônico para segmentar e analisar seus dados e descobrir as relações entre suas campanhas de marketing, o engajamento do usuário e as

Conclusões de meta

Este relatório requer que as metas estejam ativadas para a vista da propriedade.

O que são metas?

As metas são uma maneira versátil de avaliar o desempenho do seu site ou aplicativo em relação a seus objetivos. Você pode definir metas individuais para ações discretas, como sessões para uma página de agradecimento, uma tela de download concluído, uma duração mínima de sessão ou um valor de compra específico.

Por que configurar metas?

Você pode avaliar conversões ou taxas de conclusão para cada meta que configurar. Combine metas e funis para analisar ações de usuários que levam a uma meta. Se você definir um valor monetário para uma meta, também poderá ver o valor das conversões.

São exemplos de metas:

Visão geral dos usuários

3 de jan de 2015 - 29 de jan de 2015

Tráfego de tablet e de dispositivos móveis
77,22%

Visão geral

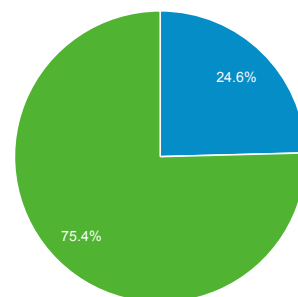


Usuários
Tráfego de tablet e de di...
48

Sessões
Tráfego de tablet e de di...
61

Visualizações de tela
Tráfego de tablet e de di...
604

■ Usuários que retornaram ■ Novos usuários



Telas/sessão
Tráfego de tablet e de di...
9,90

Duração média da sessão
Tráfego de tablet e de di...
00:02:13

Porcentagem de novas sessões
Tráfego de tablet e de di...
75,41%

Idioma	Sessões	Porcentagem de Sessões
1. pt	57	93,44%
2. en	3	4,92%
3. zh-hans	1	1,64%

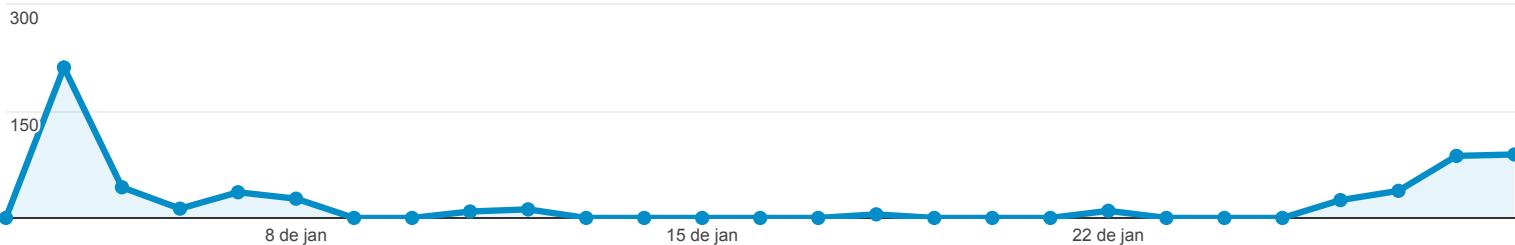
Visão geral do engajamento

3 de jan de 2015 - 29 de jan de 2015

Tráfego de tablet e de dispositivos móveis
 100,00%

Visão geral

Visualizações de tela



Visualizações de tela

Tráfego de tablet e de di...
605

Tempo médio na tela

Tráfego de tablet e de di...
00:00:15

Telas/sessão

Tráfego de tablet e de di...
9,92

Total de eventos

Tráfego de tablet e de di...
0

Falhas

Tráfego de tablet e de di...
0

Nome da tela	Visualizações de tela
Diagnóstico inicial: Escolha (UTI - CM - OH)	113
Privacidade	87
Formulário Diagnóstico Pneumonia originada na Clínica Médica	79
Menu	76
Formulário Diagnóstico Pneumonia originada na UTI	49

Nome da tela	Total de eventos
Não há dados para esta visão.	

Categoria do evento	Total de eventos
Não há dados para esta visão.	

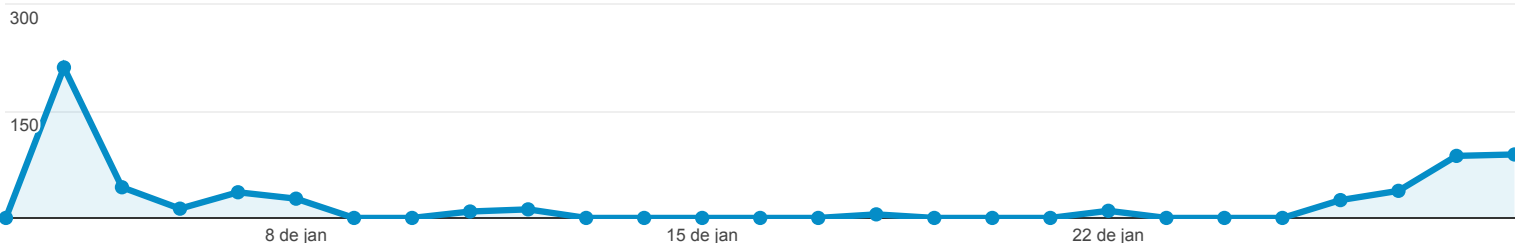
Telas

3 de jan de 2015 - 29 de jan de 2015

Tráfego de tablet e de dispositivos móveis
 100,00%

Explorador

● Visualizações de tela



Nome da tela	Visualizações de tela	Visualizações únicas de tela	Tempo médio na tela	Porcentagem de saída
Tráfego de tablet e de dispositivos móveis	605 Porcentagem do total: 100,00% (605)	338 Porcentagem do total: 100,00% (338)	00:00:15 Média de visualizações: 00:00:15 (0,00%)	10,08% Média de visualizações: 12,68% (-20,49%)
1. Diagnóstico inicial: Escolha (UTI - CM - OH)	113 (18,68%)	41 (12,13%)	00:00:06	4,42%
2. Privacidade	87 (14,38%)	59 (17,46%)	00:00:10	14,94%
3. Formulário Diagnóstico Pneumonia originada na Clínica Médica	79 (13,06%)	29 (8,58%)	00:00:12	2,53%
4. Menu	76 (12,56%)	48 (14,20%)	00:00:09	9,21%
5. Formulário Diagnóstico Pneumonia originada na UTI	49 (8,10%)	22 (6,51%)	00:00:29	6,12%
6. Diagnóstico inicial: Baixo Risco Clínica Médica	35 (5,79%)	19 (5,62%)	00:00:12	2,86%
7. Tempo de antibioticoterapia - textual	29 (4,79%)	19 (5,62%)	00:00:47	34,48%
8. Diagnóstico inicial: Alto Risco UTI	28 (4,63%)	16 (4,73%)	00:00:23	14,29%
9. Formulário Diagnóstico Específico	18 (2,98%)	10 (2,96%)	00:00:08	0,00%
10. Questionário	17 (2,81%)	14 (4,14%)	00:00:19	29,41%
11. Diagnóstico inicial: Outro Hospital	15 (2,48%)	15 (4,44%)	00:00:06	0,00%
12. Diagnóstico Específico: Acinetobacter carba-	11 (1,82%)	4 (1,18%)	00:00:14	0,00%
13. Diagnóstico inicial: Alto Risco Clínica Médica	9 (1,49%)	5 (1,48%)	00:00:12	22,22%
14. Tempo de antibioticoterapia - Resumo	7 (1,16%)	6 (1,78%)	00:02:46	14,29%
15. Diagnóstico inicial: Baixo Risco UTI	5 (0,83%)	5 (1,48%)	00:00:21	60,00%
16. Resultado: Manter Antibioticoterapia	5 (0,83%)	5 (1,48%)	00:00:07	20,00%
17. Diagnóstico Específico: Acinetobacter carba- (Polimixina B)	4 (0,66%)	4 (1,18%)	00:00:16	0,00%
18. Resultado: Descalonamento	4 (0,66%)	4 (1,18%)	00:00:07	50,00%
19. Diagnóstico Específico: Acinetobacter carba- (Tigeciclina)	3 (0,50%)	3 (0,89%)	00:00:32	0,00%
20. Diagnóstico Específico: MRSA com MIC elevado para vancomicina	3 (0,50%)	2 (0,59%)	00:00:19	0,00%
21. Resultado: Erro	3 (0,50%)	3 (0,89%)	00:00:02	0,00%

22.	Diagnóstico Específico: KPC e outras carbapenemases	2 (0,33%)	2 (0,59%)	00:00:00	100,00%
23.	Resultado: Interromper Antibioticoterapia	2 (0,33%)	2 (0,59%)	00:00:07	0,00%
24.	Diagnóstico Específico: Pseudomonas carba-r	1 (0,17%)	1 (0,30%)	00:00:30	0,00%

Linhas 1 - 24 de 24

Anexos

ANEXO A – Protocolo A

PROGRAMA DE CONTROLE DE INFECÇÃO HOSPITALAR-HNSC NORMAS E ROTINAS TÉCNICO-OPERACIONAIS – CIH/HNSC/GHC

NRTO 01/2004 - CIH/HNSC

Atualizada em JANEIRO/2013

Antibioticoterapia em Pneumonia Hospitalar (PH) na UTI ou nas enfermarias clínicas do HNSC

Controle de Infecção Hospitalar (CIH) Hospital Nossa Senhora da Conceição (HNSC)

I – Introdução

II – Definições utilizadas

III – Dados do CIH que embasam as recomendações locais

IV – Antibioticoterapia empírica inicial guiada pela vigilância epidemiológica das infecções hospitalares

V – Antibioticoterapia específica

VI – Tempo de antibioticoterapia

VII - Referências bibliográficas

Participaram das reuniões ou opinaram sobre o tema

Diego Rodrigues Falci (Médico Infectologista CIH-HNSC)

Renato Cassol (Coordenador CIH-HNSC)

Micheline Gisele Dalarosa (Enfermeira CIH-HNSC)

Rosaura Costa Bordinhão (Enfermeira CIH-HNSC)

Paulo Behar (Médico Infectologista CIH-HNSC)

Patrícia Reis Pereira (Médica Infectologista CIH-HNSC)

Anelise Pezzi Alves (Médica Infectologista CIH-HNSC)

Responsáveis pela versão anterior desta NRTO

Paulo Behar (Médico Infectologista CIH-HNSC)

Lahir Chaves Dias (Enfermeira CIH-HNSC)

I – INTRODUÇÃO

A característica dinâmica das infecções bacterianas e seus mecanismos de resistência aos antibióticos, assim como as mudanças originadas nas próprias unidades de atendimento e perfil dos pacientes, tornam obrigatória a revisão constante dos protocolos de tratamento com antimicrobianos.

Novos mecanismos de resistência emergentes como as beta-lactamases de espectro expandido (ESBL) e KPC (*Klebsiella pneumoniae* carbapenemase) em gram-negativos, aumento do MIC (concentração inibitória mínima) em bactérias do gênero *Staphylococcus*, e também a manutenção de níveis endêmicos muito elevados de resistência a carbapenêmicos em bactérias do gênero *Acinetobacter* e *Pseudomonas* reforçam a necessidade da atualização constante dos protocolos de tratamento empírico no HNSC, em todas as síndromes clínicas infecciosas.

Outro dado preocupante da vigilância epidemiológica no período é que a PH representou 62,4% da mortalidade relacionada à infecção hospitalar, enquanto que nas UTIs, o índice foi de 78,3%.

As medidas preventivas devem, com a mesma importância, ser reavaliadas pelas equipes Médica e de Enfermagem, **principalmente a higienização das mãos.**

Importa ressaltar que o juízo clínico é soberano e que nenhum protocolo ou norma engloba todos os contextos clínicos possíveis. O médico deve conhecer e deve saber justificar diante da instituição, as razões das suas decisões terapêuticas, tanto da aplicação quanto da não aplicação de um determinado protocolo ao seu paciente específico.

II – DEFINIÇÕES UTILIZADAS

Consideramos como UTI as quatro unidades de tratamento intensivo combinadas (UTI1, UTI2, UTI3 e UTI4). Embora existam diferenças em relação ao perfil de pacientes assistidos pelas diferentes unidades, a análise microbiológica demonstra um perfil semelhante. Definimos como “Clínica Médica” o conjunto das unidades: Medicina Interna, Infectologia e Hemato/Oncologia, podendo-se extrapolar essa definição para os outros serviços de especialidades clínicas. As áreas cirúrgicas e de gineco-obstetrícia apresentam realidades distintas e portanto, não devem basear suas estratégias de tratamento antimicrobiano nesse protocolo.

Abaixo seguem as definições de pneumonia categorizadas pelo enfoque clínico. Além disso, o CIH utiliza a definição epidemiológica de pneumonia – disponível em “TRATO RESPIRATÓRIO: Critérios Nacionais de Infecções relacionadas à Assistência à Saúde”, da ANVISA (2009). As duas categorias de critérios são consideradas pelo CIH. Ambas são utilizadas no momento da avaliação da solicitação de uso de antibióticos; a segunda, é utilizada na Vigilância Epidemiológica das Infecções Hospitalares (IHs).

QUADRO I – DEFINIÇÕES DE PNEUMONIA (P) SOB O ENFOQUE CLÍNICO

- ✓ **P:** febre, tosse e desenvolvimento de escarro em combinação com evidência radiológica de infiltrado pulmonar novo ou progressivo, leucocitose, coloração de Gram sugestiva, cultura positiva de escarro, aspirado traqueal, líquido pleural ou sangue (*Guideline for Prevention of Healthcare-Associated Pneumonia*, 2002. CDC.)
 - ✓ **PH:** presença de infiltrado pulmonar ao Rx de tórax novo, persistente, não explicado por outro motivo; com pelo menos 2 dos seguintes critérios: temperatura > 38°C, leucocitose > 10.000 cél/mm³ e secreção respiratória purulenta. Estes critérios iniciais, do momento do diagnóstico, são validados pela evolução clínica, radiológica e laboratorial ou a hipótese é excluída
 - ✓ **PH de início precoce*:** desenvolvida em < 5 dias após a hospitalização
 - ✓ **PH de início tardio*:** desenvolvida em ≥ 5 dias após a hospitalização
 - ✓ **P Grave:** P associada a um dos seguintes: necessidade de UTI, insuficiência respiratória (necessidade de VM ou de fração de oxigênio inspirado de > 35% para manter saturação de oxigênio >90%), progressão radiológica ou comprometimento multilobar ou com cavidade, ou, evidência de sepse grave ou choque séptico
 - ✓ **PAV:** P que ocorreu após a entubação e início da VM, não estando em incubação antes da colocação do tubo
 - ✓ **PAV refratária:** PAV que não responde a 3 dias de antibioticoterapia adequada
 - ✓ **PAV de início precoce**:** desenvolvida em até 96 horas após a entubação e início da VM
 - ✓ **PAV de início tardio**:** desenvolvida após 96 horas após a entubação e início da VM
- (PAV é infecção hospitalar por definição, independentemente se de início precoce ou tardio, mas na PAV de início precoce os patógenos costumam ser de origem comunitária, quando se desenvolve nos primeiros 4 dias de hospitalização)
- * Lynch III JP. *Hospital-Acquired Pneumonia Risk Factors, Microbiology, and Treatment*. CHEST 2001; 119:373S–384S. ** Chastre J & Faon JY. *State of the Art. Ventilator-associated Pneumonia*. Am J Respir Crit Care Med Vol 165. 2002: 867–

II – DADOS DO CIH QUE EMBASAM AS RECOMENDAÇÕES LOCAIS

Os dados descritos a seguir foram obtidos através da Vigilância epidemiológica das Infecções Hospitalares tabuladas no Sistema Automatizado de Controle de Infecção Hospitalar (SACIH), do Relatório de Resistência aos Antimicrobianos e do Programa de Antibióticos do HNSC.

Os microrganismos mais prevalentes em secreção respiratória de pacientes hospitalizados no HNSC, no período de maio de 2012 a setembro de 2012 (UTI e Clínica Médica), associados às pneumonias hospitalares, são:

✓ **UTI** (n=264)

Acinetobacter baumannii (36,2%)

Pseudomonas aeruginosa (19,2%)

Klebsiella pneumoniae (8,65%)

Staphylococcus aureus (8,3%)

Serratia marcescens (5,13%)

✓ **Clínica Médica** (n=206)

Acinetobacter baumannii (33,1%)

Pseudomonas aeruginosa (24,3,4%)

Staphylococcus aureus (16,2%)

Klebsiella pneumoniae (6,1%)

As tabelas abaixo, apresentam a sensibilidade aos antimicrobianos segundo o patógeno e a unidade de internação. Observar que alguns antibióticos não estão aprovados para o uso em PH e/ou devem ser utilizados exclusivamente em associação com outras drogas antimicrobianas.

III – ANTIBIOTICOTERAPIA EMPÍRICA INICIAL A PARTIR DOS DADOS DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA DAS INFECÇÕES HOSPITALARES

A importância de iniciar terapia apropriada no momento da apresentação clínica foi demonstrada em um estudo retrospectivo de quase 400 pacientes com pneumonia associada aos cuidados de saúde (*health-care associated pneumonia*) cultura-positiva, que sobreviveram mas mantiveram-se hospitalizados por pelo menos 48 horas. A mortalidade foi significativamente superior nos pacientes que receberam terapia inicial inapropriada comparada aos pacientes que receberam terapia antimicrobiana apropriada (30% versus 18%). A troca posterior para um regime antibiótico adequado não reduziu o risco de morte.

A seguir, são apresentados os esquemas empíricos segundo o contexto da PHs. As escolhas estão relacionadas ao padrão de resistência encontrado nas unidades de Clínica Médica e UTI. Como o perfil de sensibilidade não difere significativamente entre as unidades, o mesmo esquema aplica-se aos pacientes com infecções originadas em quaisquer desses locais. Foram criadas duas categorias: as situações 1, 2 e 3 correspondem a categoria de paciente em alto risco para infecção por *Acinetobacter*, na qual os esquemas terapêuticos empíricos têm que incluir, necessariamente, a Polimixina B. Já as situações 4 e 5 correspondem a categoria de paciente com risco menor para infecção por *Acinetobacter*, na qual os esquemas terapêuticos visam basicamente enterobactérias, incluindo *Pseudomonas aeruginosa*.

O bacterioscópico (Gram) é um exame importante especialmente quando de boa qualidade (sem células epiteliais, com grande número de leucócitos). Entretanto, seu valor é limitado para diagnóstico etiológico, conforme evidência da literatura recente e dados locais, apresentados pelo CIH em congresso internacional no presente ano. A correlação entre bacterioscópico e cultura se mostrou mais consistente em gram-positivos, razão da valorização maior do mesmo nessas situações.

O uso de vancomicina está reservado aos pacientes com PH com alto risco para infecção por gram-positivo (notadamente MRSA): pacientes com SIDA e pacientes fazendo uso de diálise (convencional ou contínua). Esse uso será necessariamente atrelado a realização de bacterioscópico (coloração de Gram) de espécime respiratório (escarro, aspirado traqueal, lavado broncoalveolar) ou da positividade e bacterioscópico da hemocultura. O espécime respiratório deverá ser de boa qualidade: se escarro ou aspirado traqueal, conter quantidade significativa de leucócitos (vários ou muitos), e não conter células epiteliais. Se hemocultura, apresentar positividade em duas amostras.

Antibioticoterapia Empírica Inicial de Pneumonia Hospitalar do HNSC

Os esquemas propostos foram elaborados com base nos dados de sensibilidade dos germes mais prevalentes nas unidades de clínica médica e UTI, realizando a análise da atividade de diferentes drogas para o grupo de patógenos, assim como de suas combinações (utilizando-se a sensibilidade combinada). Foram considerados os mecanismos de resistência prevalentes, como ESBL, e características específicas das drogas como os aminoglicosídeos que para o tratamento de pneumonia necessitam necessariamente de terapia combinada. Também foi levada em conta a inferioridade da polimixina B em relação a outros antibióticos quando em monoterapia.

O racional para o uso de terapia de combinação é utilizar um espectro maior de ação quando há risco para patógenos multi-resistentes (ou seja, se o patógeno é resistente a um agente pode ser suscetível ao outro). Outros motivos para o uso de terapia combinada incluem o potencial para efeito sinérgico como também a possibilidade de reduzir a emergência de resistência.

Alto risco para infecção por germe com RESISTÊNCIA A MÚLTIPLAS DROGAS (MDR) – UTI e Clínica Médica

PH OU PAV EM PACIENTE COM 15 DIAS OU MAIS DE HOSPITALIZAÇÃO, ORIGINADA NA UTI ou na CM

PAV EM PACIENTE COM EXPOSIÇÃO A VENTILAÇÃO MECÂNICA POR 7 DIAS OU MAIS QUALQUER PH EM PACIENTE COM CORTICOTERAPIA EM DOSE IMUNOSSUPRESSORA
PACIENTE COLONIZADO POR GERME CARBAPENÊMICO-RESISTENTE OU PAN-RESISTENTE

- ✓ Utilizar combinação de duas drogas, sendo que uma delas necessariamente deve ser a POLIMIXINA B (exceto quando houver uma contra-indicação absoluta ao uso da mesma). A outra deve ser escolhida entre: carbapenêmico (imipenem ou meropenem), ampicilina+sulbactam, ceftazidima, tigeciclina. Observar que a prescrição de tigeciclina para PH é considerada indicação *off-label* (fora da bula ou não-aprovada), devendo ser discutida e autorizada previamente pelo CIH em casos especiais.
- ✓ A vancomicina deve ser adicionada em pacientes com imunossupressão grave (incluindo-se neutropenia e SIDA), em terapia renal substitutiva (diálise), ou com PH originada nas unidades de Clínica Médica, atrelada necessariamente ao bacterioscópico do espécime respiratório e/ou das hemoculturas.

Baixo risco para infecção por germe com RESISTÊNCIA A MÚLTIPLAS DROGAS (MDR) – UTI

PAV EM PACIENTE COM EXPOSIÇÃO A VENTILAÇÃO MECÂNICA POR 7 DIAS OU MENOS **E** COM MENOS DE 15 DIAS DE HOSPITALIZAÇÃO
PH EM PACIENTE COM MENOS DE 15 DIAS DE HOSPITALIZAÇÃO **E** COM EXPOSIÇÃO A VENTILAÇÃO MECÂNICA POR 7 DIAS OU MENOS

- ✓ Recomendamos a utilização, se não houver contra-indicação ao uso de aminoglicosídeos, da terapia combinada. Pode-se combinar a amicacina ou a gentamicina (com preferência para a primeira), com: ceftazidima, cefepima, piperacilina+tazobactam, imipenem ou meropenem.
- ✓ Se houver uma contra-indicação aos aminoglicosídeos (basicamente na presença de disfunção renal ou risco elevado desta), deve-se utilizar em monoterapia o imipenem ou meropenem.
- ✓ A vancomicina deve ser adicionada em pacientes com imunossupressão grave (incluindo-se neutropenia e SIDA), em terapia renal substitutiva (diálise), atrelada necessariamente ao bacterioscópico do espécime respiratório e/ou das hemoculturas.

Baixo risco para infecção por germe com RESISTÊNCIA A MÚLTIPLAS DROGAS (MDR) – Clínica Médica

PH ou PAV EM PACIENTE COM MENOS DE 15 DIAS DE HOSPITALIZAÇÃO **E** COM EXPOSIÇÃO A VENTILAÇÃO MECÂNICA POR 7 DIAS OU MENOS

- ✓ Recomendamos a utilização de terapia combinada, com aminoglicosídeos (amicacina ou gentamicina) mais ceftazidima, cefepima, piperacilina+tazobactam, imipenem ou meropenem; OU monoterapia com carbapenêmicos (imipenem ou meropenem) ou piperacilina+tazobactam.

- ✓ A vancomicina deve ser adicionada ao esquema inicial, atrelada necessariamente ao bacterioscópico do espécime respiratório e/ou das hemoculturas.

PNEUMONIA HOSPITALAR ORIGINADA EM OUTRO HOSPITAL

Contatar o Hospital de procedência do paciente buscando informações sobre os patógenos relacionados à pneumonia daquela instituição e sua susceptibilidade aos antibióticos. Após isso, contatar também o CIH/HNSC, para repassar esta informação e justificar a solicitação de uso de antibiótico.

IV – ANTIBIOTICOTERAPIA ESPECÍFICA

Fica estabelecido, nesta Norma Técnica e Rotina Operacional, que, por parte do médico assistente do paciente, dos médicos residentes do caso e do prescritor, devem ser realizados todos os esforços, utilizando todos os meios diagnósticos disponíveis no Hospital, para a identificação do agente etiológico e da sua susceptibilidade aos antibióticos. Tais esforços devem constar, por escrito, na justificativa de solicitação de antibiótico de uso restrito.

Os novos paradigmas de tratamento antimicrobiano compreendem:

- **Selecionar adequadamente um antibiótico efetivo, na escolha inicial empírica, baseado no conhecimento dos padrões locais de suscetibilidade;**
- **Usar antibióticos de largo espectro precocemente;**
- **Otimizar a dose e via de administração do antimicrobiano;**
- **Administrar a terapia antimicrobiana pelo menor tempo possível;**

E

- **Ajustar e interromper a terapia antimicrobiana o quanto cedo possível para direcioná-la para o patógeno causador da infecção e reduzir a pressão seletiva para o desenvolvimento de resistência (descalonamento).**

A definição de descalonamento passa pelo mecanismo em que um tratamento empírico inicial efetivo é alcançado, pelo uso de antibióticos de largo espectro, especialmente em quadros de sepse grave, e ao mesmo tempo evita a exposição desnecessária ao antibiótico o que poderia implicar no desenvolvimento de resistência. Envolve duas estratégias: a primeira, é o estreitamento do espectro antimicrobiano da terapia baseado nos resultados de culturas e suscetibilidade dos germes, EM UM PACIENTE COM MELHORA CLÍNICA. A segunda, é o compromisso em interromper a terapia antimicrobiana se o diagnóstico de infecção mostra-se improvável ou negativo.

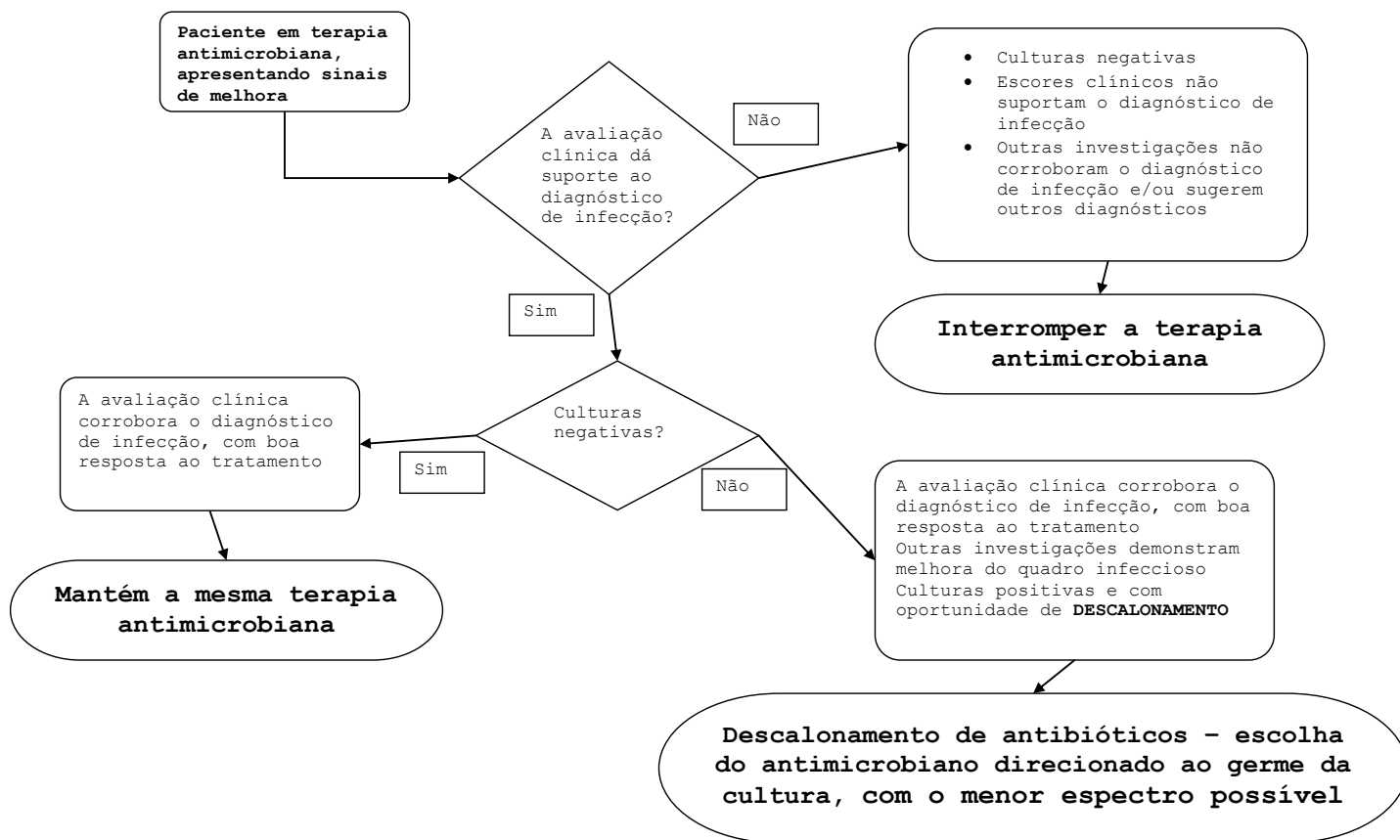


Figura 1. Algoritmo para descalonamento no dia 3 de terapia antimicrobiana, no contexto de melhora clínica.

No HNSC estamos observando uma emergência de infecções causadas por bactérias ESBL+ (*Extended Spectrum Beta-Lactamase* ou Beta-Lactamase de espectro expandido). Essa enzima degrada quase a totalidade dos antibióticos beta-lactâmicos, com exceção dos carbapenêmicos. Podem estar presentes em enterobactérias, especialmente *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli*. Observamos uma prevalência elevada desse mecanismo de resistência: 62,5% ESBL+ em *Klebsiella* na UTI, e 47,6% ESBL+ em *Klebsiella* na Clínica Médica. Para pneumonias hospitalares causadas por bactérias ESBL+, recomendamos sempre o uso de um carbapenêmico do grupo 2 (imipenem ou meropenem).

Observa-se a nível global, e também no HNSC, um aumento do MIC (*Minimal Inhibitory Concentration* ou Concentração Inibitória Mínima) da vancomicina em *Staphylococcus aureus*, incluindo-se o MRSA. Isso pode implicar em falhas clínicas, especialmente em tratamento de pneumonias, considerando-se a penetração problemática da vancomicina no tecido epitelial pulmonar. O LAC-HNSC está realizando a determinação do MIC para *Staphylococcus aureus*, pelo método de microdiluição. Dessa forma, o CIH-HNSC recomenda o uso de linezolida no tratamento de pneumonias hospitalares nos isolados de MRSA com MIC da vancomicina maior ou igual a 1,5 mg/mL.

O uso de vancomicina deve seguir norma técnica específica sobre o tema (NRTO 02/2012, disponível na Intranet do GHC). Salienta-se a necessidade de posologia adequada (dose por kg de peso corporal) e dosagem de nível sérico da vancomicina, quando do tratamento de infecções graves como pneumonia hospitalar.

Está cada vez mais demonstrado a importância de dose adequada (15.000 a 30.000 UI/kg/dia, dividido em 2 doses diárias) de polimixina B, estando doses inferiores associadas a desfechos clínicos insatisfatórios. O CIH-HNSC contribuiu para a inovação científica nesta questão, agregando sua experiência de uso com esta droga em um estudo sobre a farmacocinética e farmacodinâmica da droga, onde ficou evidente a ausência de correlação entre função renal e metabolismo da polimixina B; estes dados somam-se a recentes publicações no campo, que corroboram a recomendação de **não corrigir a dose de polimixina B**, mesmo em situações de insuficiência renal.

V – TEMPO DE ANTIBIOTICOTERAPIA

Fica preconizado o tempo total de **8 dias** de antibioticoterapia para pneumonias bacterianas agudas tratadas no HNSC, adquiridas no hospital, associadas ou não à ventilação. Para **pneumonia associada a ventilação (PAV)** por *Pseudomonas aeruginosa*, e pneumonias por MRSA (*Staphylococcus aureus* resistente a metilina/oxacilina), recomendam-se cursos mais prolongados de terapia antimicrobiana.

Um estudo prospectivo, multicêntrico, de 401 pacientes com PAV comparou desfechos de pacientes com 8 versus 15 dias de tratamento. Entretanto, pacientes com PAV por *Pseudomonas spp* tiveram uma chance maior de recorrência quando tratados por 8 dias versus 15; (41% versus 25% com 15 dias de tratamento). Considerando a elevada morbi-mortalidade associada a PAV no HNSC, como também o custo hospitalar associado a recorrência, o CIH recomenda o uso de 15 dias de tratamento nos casos de **PAV** por *Pseudomonas spp*.

Constituem-se possíveis exceções ao prazo de 8 dias, os pacientes imunocomprometidos: neutropenia < 1.000 neutrófilos/ml, SIDA (com doença oportunista e/ou CD4 < 350 céls/ml), corticoterapia \geq 0,5 mg/Kg por dia por mais do que 1 mês.

Resumo do Tempo de Antibioticoterapia

Agente etiológico	Exemplo	Tempo de tratamento
coco gram-positivo	MSSA	8 dias
Coco gram-positivo resistente a metilina	MRSA	7 a 21 dias, dependendo da gravidade e curso clínico da infecção
bacilo gram-negativo	Enterobactérias	8 dias
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (somente PAV)	<i>P. aeruginosa</i>	15 dias
etiologia não determinada por estudo microbiológico		8 dias e monitorar possibilidade de recidiva

REFERÊNCIAS

1. Webb M, Riley LW, Roberts RB. Cost of Hospitalization for and Risk Factors Associated with Vancomycin-Resistant *Enterococcus faecium* Infection and Colonization. *Clinical Infectious Diseases* 2001;33:445 -52.
2. Hayden MK. Insights into the epidemiology and control of infection with vancomycin-resistant enterococci. *Clin Infect Dis* 2000; 31:1058-65.
3. Lautenbach E, Patel JB, Bilker WB, et al. Extended-Spectrum β Lactamase Producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae*: Risk Factors for Infection and Impact of Resistance on Outcomes. *Clinical Infectious Diseases* 2001; 32: 1162-71.
4. CDC definitions for nosocomial infections. *AM J Infect Control*, 16: 128-140, 1988.
5. Controle de Infecção Hospitalar – Hospital Nossa Senhora da Conceição. Profilaxia das Infecções Respiratórias, NRTO 10/1998.
6. Gleason PP, Meehan TP, Fine JM, et al. Associations between initial antimicrobial regimens and medical outcomes for elderly patients with pneumonia. *Arch Intern Med* 1999; 159:2562–72.
7. Donowitz G. Acute Pneumonia. In: Mandell, Douglas and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases. Churchill Livingstone. 2010: 891-924.
8. Meehan TP, Fine MJ, Krumholz HM, et al. Quality of care, process and outcomes in elderly patients with pneumonia. *JAMA* 1997; 278:2080–4.
9. Marik PE. Primary Care: Aspiration Pneumonitis and Aspiration Pneumonia. *N Engl J Med* 2001; 344: 665-71.
10. Pallares R, Gudiol F, Linares J, et al. Risk factors and response to antibiotic therapy in adults with bacteremic pneumonia caused by penicillin-resistant pneumococci. *N Engl J Med* 1987; 317: 18-22.
11. Chastre J, Wolff M, Fagon JY, Chevret S et al. Comparison of 8 versus 15 days of antibiotic therapy for ventilator-associated pneumonia in adults: a randomized trial. *JAMA*. 2003 Nov 19; 290(19): 2588-98.
12. Choi EY, Huh JW, Lim CM et al. Relationship between the MIC of vancomycin and clinical outcome in patients with MRSA nosocomial pneumonia. *Intensive Care Med*. 2011 Apr;37(4):639-47. Epub 2011 Jan 21.
13. Rubinstein E, Kollef MH, Nathwani D. Pneumonia caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clin Infect Dis*. 2008 Jun 1;46 Suppl 5:S378-85.
14. Davis KA, Eckert MJ, Reed RL et al. Ventilator-associated pneumonia in injured patients: do you trust your Gram's stain? *J Trauma*. 2005 Mar;58(3):462-6; discussion 466-7.
15. Tetenta S, Metersky ML. Tracheal aspirate Gram stain has limited sensitivity and specificity for detecting *Staphylococcus aureus*. *Respirology*. 2011 Jan;16(1):86-9. doi: 10.1111/j.1440-1843.2010.01855.x.
16. Raghavendran K, Wang J, Belber C et al. Predictive value of sputum gram stain for the determination of appropriate antibiotic therapy in ventilator-associated pneumonia. *J Trauma*. 2007 Jun;62(6):1377-82; discussion 1382-3.
17. Masterton RG. Antibiotic de-escalation. *Crit Care Clin*. 2011 Jan;27(1):149-62.
18. Paul M, Bishara J, Levcovich A, et al. Effectiveness and safety of colistin: prospective comparative cohort study. *J Antimicrob Chemother*. 2010 May;65(5):1019-27. Epub 2010 Mar 18.
19. Liu C, Bayer A, Cosgrove SE, et al. Clinical practice guidelines by the infectious diseases society of america for the treatment of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in adults and children. *Clin Infect Dis* 2011; 52:e18.
20. American Thoracic Society, Infectious Diseases Society of America. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 2005; 171:388.
21. Zilberberg MD, Shorr AF, Micek ST, et al. Antimicrobial therapy escalation and hospital mortality among patients with health-care-associated pneumonia: a single-center experience. *Chest* 2008; 134:963
22. Sandri AM, Landersdorfer CB, Jacob J, Boniatti MM, Dalarosa MG, Falci DR, Behle TF, Saitovitch D, Wang J, Forrest A, Nation RL, Zavascki AP, Li J. Pharmacokinetics of polymyxin B in patients on continuous venovenous haemodialysis. *J Antimicrob Chemother*. 2013 Mar;68(3):674-7. doi: 10.1093/jac/dks437. Epub 2012 Nov 23.
23. Kvitko CH, Rigatto MH, Moro AL, Zavascki AP. Polymyxin B versus other antimicrobials for the treatment of pseudomonas aeruginosa bacteraemia. *J Antimicrob Chemother*. 2011 Jan;66(1):175-9. doi: 10.1093/jac/dkq390. Epub 2010 Oct 20.
24. Rigatto MH, Ribeiro VB, Konzen D, Zavascki AP. Comparison of polymyxin B with other antimicrobials in the treatment of ventilator-associated pneumonia and tracheobronchitis caused by *Pseudomonas aeruginosa* or *Acinetobacter baumannii*. *Infection*. 2012 Nov 4. [Epub ahead of print]
25. Elias LS, Konzen D, Krebs JM, Zavascki AP. The impact of polymyxin B dosage on in-hospital mortality of patients treated with this antibiotic. *J Antimicrob Chemother*. 2010 Oct;65(10):2231-7. doi: 10.1093/jac/dkq285. Epub 2010 Aug 4.
26. Zavascki AP. Dose adjustment of polymyxins for renal insufficiency. *Antimicrob Agents Chemother*. 2011 Oct;55(10):4940. doi: 10.1128/AAC.05080-11.
27. T. J. L. G Freitas, L. S. Pacheco, A. L. M. da Silva, R. C. F. da Silva, D. R. Falci. Correlation between Gram stain and culture of tracheal aspirate isolates in ventilator-associated pneumonia. Abstracts of the 23th ECCMID (European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases). Berlin, Germany. Apr 27-30, 2013.

Dr. Renato Cassol Ferreira da Silva
Assistente de Gerência
Controle de Infecção Hospitalar - HNSC

Dr. Diego Rodrigues Falci
Médico Infectologista
Controle de Infecção Hospitalar - HNSC

ANEXO B – Protocolo B

PROGRAMA DE CONTROLE DE INFECÇÃO HOSPITALAR HNSC NORMAS E ROTINAS TÉCNICO-OPERACIONAIS CIH/HNSC/GHC

NRTO 01/2004 - CIH/HNSC

Atualizada em outubro/2014

Antibioticoterapia em Pneumonia Hospitalar (PH) na UTI ou nas enfermarias clínicas do HNSC

Controle de Infecção Hospitalar (CIH) Hospital Nossa Senhora da Conceição (HNSC)

I – Introdução

II – Definições utilizadas

III – Dados do CIH que embasam as recomendações locais

IV – Antibioticoterapia empírica inicial guiada pela vigilância epidemiológica das infecções hospitalares

V – Antibioticoterapia específica

VI – Tempo de antibioticoterapia

VII - Referências bibliográficas

Diego Rodrigues Falci

Patrícia Reis Pereira

Renato Cassol Ferreira da Silva



I – INTRODUÇÃO

A característica dinâmica das infecções bacterianas e seus mecanismos de resistência aos antibióticos, assim como as mudanças originadas nas próprias unidades de atendimento e perfil dos pacientes, tornam obrigatória a revisão constante dos protocolos de tratamento com antimicrobianos. A pneumonia hospitalar, especialmente a pneumonia associada a ventilação, é uma condição de elevada mortalidade e o tratamento adequado administrado o mais brevemente possível é fator crucial para a sua redução.

II – DEFINIÇÕES UTILIZADAS

Consideramos como UTI as quatro unidades de tratamento intensivo combinadas (UTI1, UTI2, UTI3 e UTI4). Embora existam diferenças em relação ao perfil de pacientes assistidos pelas diferentes unidades, a análise microbiológica demonstra um perfil semelhante. Definimos como “Clínica Médica” o conjunto das unidades: Medicina Interna, Infectologia e Hemato/Oncologia, podendo-se extrapolar essa definição para os outros serviços de especialidades clínicas. As áreas cirúrgicas e de gineco-obstetrícia apresentam realidades distintas e portanto, não devem basear suas estratégias de tratamento antimicrobiano nesse protocolo.

Abaixo seguem as definições de pneumonia categorizadas pelo enfoque clínico. Além disso, o CIH utiliza a definição epidemiológica de pneumonia – disponível em “TRATO RESPIRATÓRIO: Critérios Nacionais de Infecções relacionadas à Assistência à Saúde”, da ANVISA (2009). Ambas são utilizadas no momento da avaliação da solicitação de uso de antibióticos; a segunda, é utilizada na Vigilância Epidemiológica das Infecções Hospitalares (IHs).

QUADRO I – DEFINIÇÕES DE PNEUMONIA (P)

- ✓ **P:** febre, tosse e escarro em combinação com evidência radiológica de infiltrado pulmonar novo ou progressivo, leucocitose, coloração de Gram sugestiva, cultura positiva de escarro, aspirado traqueal, líquido pleural ou sangue (*Guideline for Prevention of Healthcare-Associated Pneumonia*, 2002. CDC.)
 - ✓ **PH:** presença de infiltrado pulmonar ao Rx de tórax novo, persistente, não explicado por outro motivo; com pelo menos 2 dos seguintes critérios: temperatura > 38°C, leucocitose > 10.000 cé/l/mm³ e secreção respiratória purulenta. Estes critérios iniciais, do momento do diagnóstico, são validados pela evolução clínica, radiológica e laboratorial ou a hipótese é excluída
 - ✓ **PH de início precoce*:** desenvolvida em < 5 dias após a hospitalização
 - ✓ **PH de início tardio*:** desenvolvida em ≥ 5 dias após a hospitalização
 - ✓ **P Grave:** P associada a um dos seguintes: necessidade de UTI, insuficiência respiratória (necessidade de VM ou de fração de oxigênio inspirado de > 35% para manter saturação de oxigênio >90%), progressão radiológica ou comprometimento multilobar ou com cavidade, ou, evidência de sepse grave ou choque séptico
 - ✓ **PAV:** P que ocorreu após a entubação e início da VM, não estando em incubação antes da colocação do tubo
 - ✓ **PAV refratária:** PAV que não responde a 3 dias de antibioticoterapia adequada
 - ✓ **PAV de início precoce**:** desenvolvida em até 96 horas após a entubação e início da VM
 - ✓ **PAV de início tardio**:** desenvolvida após 96 horas após a entubação e início da VM
- (PAV é infecção hospitalar por definição, independentemente se de início precoce ou tardio, mas na PAV de início precoce os patógenos costumam ser de origem comunitária, quando se desenvolve nos primeiros 4 dias de hospitalização)
- * Lynch III JP. *Hospital-Acquired Pneumonia Risk Factors, Microbiology, and Treatment*. CHEST 2001; 119:373S–384S. ** Chastre J & Fagon JY. *State of the Art. Ventilator-associated Pneumonia*. Am J Respir Crit Care Med Vol 165. 2002; 867–903.

II – DADOS DO CIH QUE EMBASAM AS RECOMENDAÇÕES LOCAIS

Os dados descritos a seguir foram obtidos através da Vigilância epidemiológica das Infecções Hospitalares tabuladas no Sistema Automatizado de Controle de Infecção Hospitalar (SACIH), do Relatório de Resistência aos Antimicrobianos e do Programa de Antibióticos do HNSC.

Os microrganismos mais prevalentes em secreção respiratória de pacientes hospitalizados no HNSC, no período de junho de 2012 a junho de 2014 (UTI e Clínica Médica), associados às pneumonias hospitalares, são:

✓ **UTI** (n=504)

Acinetobacter baumannii (38,3%)

Pseudomonas aeruginosa (22,5%)

Klebsiella pneumoniae (9,5%)
Staphylococcus aureus (8,1%)
Enterobacter sp. (5,4%)

✓ **Clínica Médica** (n=186)

Acinetobacter baumannii (29%)
Pseudomonas aeruginosa (21,5%)
Staphylococcus aureus (13,4%)
Klebsiella pneumoniae (7,5%)

SUSCEPTIBILIDADE DOS PATÓGENOS AOS ANTIMICROBIANOS

As tabelas abaixo, apresentam as escolhas apropriadas (> 80% de sensibilidade aos antimicrobianos) segundo o patógeno e a unidade de internação. Observar que alguns antibióticos não estão aprovados para o uso em PH e/ou devem ser utilizados exclusivamente em associação com outras drogas antimicrobianas.

Patógeno	UTI	Clínica Médica
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Polimixina B Tigeciclina*	Polimixina B Tigeciclina*
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Imipenem+(gentamicina/amicacina) Meropenem+(gentamicina/amicacina) Ceftazidima+(gentamicina/amicacina) Cefepima+(gentamicina/amicacina) Piperacilina+tazobactam +(gentamicina/amicacina) Polimixina B	Imipenem Meropenem Ceftazidima Cefepima Piperacilina+tazobactam Ciprofloxacina Polimixina B
<i>Staphylococcus aureus</i>	Vancomicina Linezolida	Vancomicina Linezolida
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Imipenem+amicacina Meropenem+amicacina Meropenem+tigeciclina Ertapenem+amicacina Polimixina B	Imipenem Meropenem Ertapenem Piperacilina+tazobactam+(gentamicina/amicacina) Ciprofloxacina Polimixina B

III – ANTIBIOTICOTERAPIA EMPÍRICA INICIAL A PARTIR DOS DADOS DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA DAS INFECÇÕES HOSPITALARES

A seguir, são apresentados os esquemas empíricos para tratamento de pneumonias hospitalares. As escolhas estão relacionadas ao padrão de resistência encontrado nas unidades de Clínica Médica e UTI. Foram criadas duas categorias: categoria de paciente em alto risco para infecção por organismos MDR, na qual os esquemas terapêuticos empíricos têm que incluir, necessariamente, a Polimixina B. Já as situações de baixo risco correspondem a categoria com risco menor para infecção por *Acinetobacter* e outros MDR.

O bacterioscópico (Gram) é um exame importante especialmente quando de boa qualidade (sem células epiteliais, com grande número de leucócitos). Entretanto, seu valor é limitado para diagnóstico etiológico. A correlação entre bacterioscópico e cultura se mostrou mais consistente em gram-positivos, razão da valorização maior do mesmo nessas situações.

O uso de vancomicina está reservado aos pacientes com PH com alto risco para infecção por gram-positivo (notadamente MRSA): pacientes com SIDA e pacientes fazendo uso de terapia de substituição renal. Esse uso será necessariamente atrelado a realização de bacterioscópico (coloração de Gram) de espécime respiratório (escarro, aspirado traqueal, lavado broncoalveolar) ou da positividade e bacterioscópico da hemocultura. O espécime respiratório deverá ser de boa qualidade: se escarro ou aspirado traqueal, conter quantidade significativa de leucócitos (vários ou muitos), e não conter células epiteliais. Se hemocultura, apresentar positividade em duas amostras.

Os esquemas propostos foram elaborados com base nos dados de sensibilidade dos germes mais prevalentes nas unidades de clínica médica e UTI, realizando a análise da atividade de diferentes drogas para o grupo de patógenos, assim como de suas combinações (utilizando-se a sensibilidade combinada). Foram considerados os mecanismos de resistência prevalentes, e características específicas dos antimicrobianos.

Dentro do racional para o uso de terapia de combinação, inclui-se a estratégia de ampliar o espectro de ação quando há risco para patógenos multi-resistentes (ou seja, se o patógeno é resistente a um agente pode ser suscetível ao outro). Outros motivos para o uso de terapia combinada incluem o potencial para efeito sinérgico, como também a possibilidade de reduzir a emergência de resistência.

Alto risco para infecção por germe com RESISTÊNCIA A MÚLTIPLAS DROGAS (MDR) – UTI

PACIENTES COM PNEUMONIA ORIGINADA NA UTI QUE PREENCHAM QUALQUER UMA DAS SEGUINTESS CONDIÇÕES:

SEPSE GRAVE OU CHOQUE SÉPTICO

MAIS DE 7 DIAS DE VENTILAÇÃO MECÂNICA

EXPOSIÇÃO PRÉVIA A CARBAPENÊMICOS NESTA INTERNAÇÃO OU PACIENTE COLONIZADO POR GERME CARBAPENÊMICO-RESISTENTE

- ✓ UTILIZAR POLIMIXINA B, ASSOCIADA A MEROPENEM OU IMIPENEM
- ✓ A vancomicina deve ser adicionada em pacientes com imunossupressão grave (incluindo-se neutropenia e SIDA), em terapia renal substitutiva (diálise), atrelada necessariamente ao bacterioscópico do espécime respiratório e/ou das hemoculturas.

Baixo risco para infecção por germe com RESISTÊNCIA A MÚLTIPLAS DROGAS (MDR) – UTI

PACIENTES COM PNEUMONIA ORIGINADA NA UTI QUE NÃO PREENCHAM OS CRITÉRIOS PARA ALTO RISCO (ACIMA):

- ✓ Utilizar um dos seguintes medicamentos, preferencialmente associados a AMICACINA

PIPERACILINA+TAZOBACTAM

CEFEPIMA

MEROPENEM

IMIPENEM

Se houver exposição prévia a cefepima, ceftazidima ou piperacilina+tazobactam, deve-se utilizar um dos carbapenêmicos.

Se houver contra-indicação a amicacina (basicamente na presença de disfunção renal ou risco elevado desta), deve-se utilizar algum antimicrobiano dos listados acima em monoterapia.

A vancomicina deve ser adicionada ao esquema em pacientes com imunossupressão grave (incluindo-se neutropenia e SIDA), em terapia renal substitutiva (diálise), atrelada necessariamente ao bacterioscópico do espécime respiratório e/ou das hemoculturas.

Alto risco para infecção por germe com RESISTÊNCIA A MÚLTIPLAS DROGAS (MDR) – Clínica Médica

PACIENTES COM PNEUMONIAS ORIGINADAS NA CLÍNICA MÉDICA QUE PREENCHAM DUAS OU MAIS DAS SEGUINTE CONDICÇÕES:

- MAIS DE 15 DIAS DE HOSPITALIZAÇÃO
 - MAIS DE 7 DIAS DE VENTILAÇÃO MECANICA NESTA INTERNACAO
 - USO PREVIO DE CARBAPENÊMICOS NESTA INTERNACAO OU COLONIZACAO POR GERME CARBAPENEMICO-RESISTENTE
 - USO DE CORTICOIDE EM DOSE IMUNOSSUPRESSORA POR 7 DIAS OU MAIS
- ✓ UTILIZAR POLIMIXINA B + CARBAPENÊMICO (IMIPENEM, MEROPENEM OU ERTAPENEM)
 - ✓ A VANCOMICINA DEVE SER ADICIONADA EM PACIENTES COM IMUNOSSUPRESSÃO GRAVE (INCLUINDO-SE NEUTROPENIA E SIDA), EM TERAPIA RENAL SUBSTITUTIVA (DIÁLISE), NA PH ORIGINADA NAS UNIDADES DE CLÍNICA MÉDICA, ATRELADA NECESSARIAMENTE AO BACTERIOSCÓPICO DO ESPÉCIME RESPIRATÓRIO E/OU DAS HEMOCULTURAS.

Baixo risco para infecção por germe com RESISTÊNCIA A MÚLTIPLAS DROGAS (MDR) – Clínica Médica

PACIENTES COM PNEUMONIAS ORIGINADAS NA CLÍNICA MÉDICA QUE NÃO PREENCHAM OS CRITÉRIOS PARA ALTO RISCO (ACIMA):

Utilizar um dos seguintes tratamentos:

PIPERACILINA+TAZOBACTAM
 CEFEPIMA
 ERTAPENEM

- ✓ Se houver alteração estrutural importante (risco para infecção por *Pseudomonas aeruginosa*) não utilizar ertapenem;
- ✓ A vancomicina deve ser adicionada ao esquema inicial EM PACIENTES COM IMUNOSSUPRESSÃO GRAVE (INCLUINDO-SE NEUTROPENIA E SIDA), EM TERAPIA RENAL SUBSTITUTIVA (DIÁLISE), atrelada necessariamente ao bacterioscópico do espécime respiratório e/ou das hemoculturas.

PNEUMONIA HOSPITALAR ORIGINADA EM OUTRO HOSPITAL

Contatar o Hospital de procedência do paciente buscando informações sobre os patógenos relacionados à pneumonia daquela instituição e sua susceptibilidade aos antibióticos. Após isso, contatar também o CIH/HNSC, para repassar esta informação e justificar a solicitação de uso de antibiótico.

IV – ANTIBIOTICOTERAPIA ESPECÍFICA

A definição de descalonamento passa pelo mecanismo em que um tratamento empírico inicial efetivo é alcançado, pelo uso de antibióticos de largo espectro, especialmente em quadros de sepse grave, e ao mesmo tempo evita a exposição desnecessária ao antibiótico o que poderia implicar no desenvolvimento de resistência. Envolve duas estratégias: a primeira, é o estreitamento do espectro antimicrobiano da terapia baseado nos resultados de culturas e suscetibilidade dos germes, EM UM PACIENTE COM MELHORA CLÍNICA. A segunda, é a conduta de interromper a terapia antimicrobiana se o diagnóstico de infecção mostra-se improvável ou negativo. A figura 1 demonstra o algoritmo recomendado para a estratégia de descalonamento.

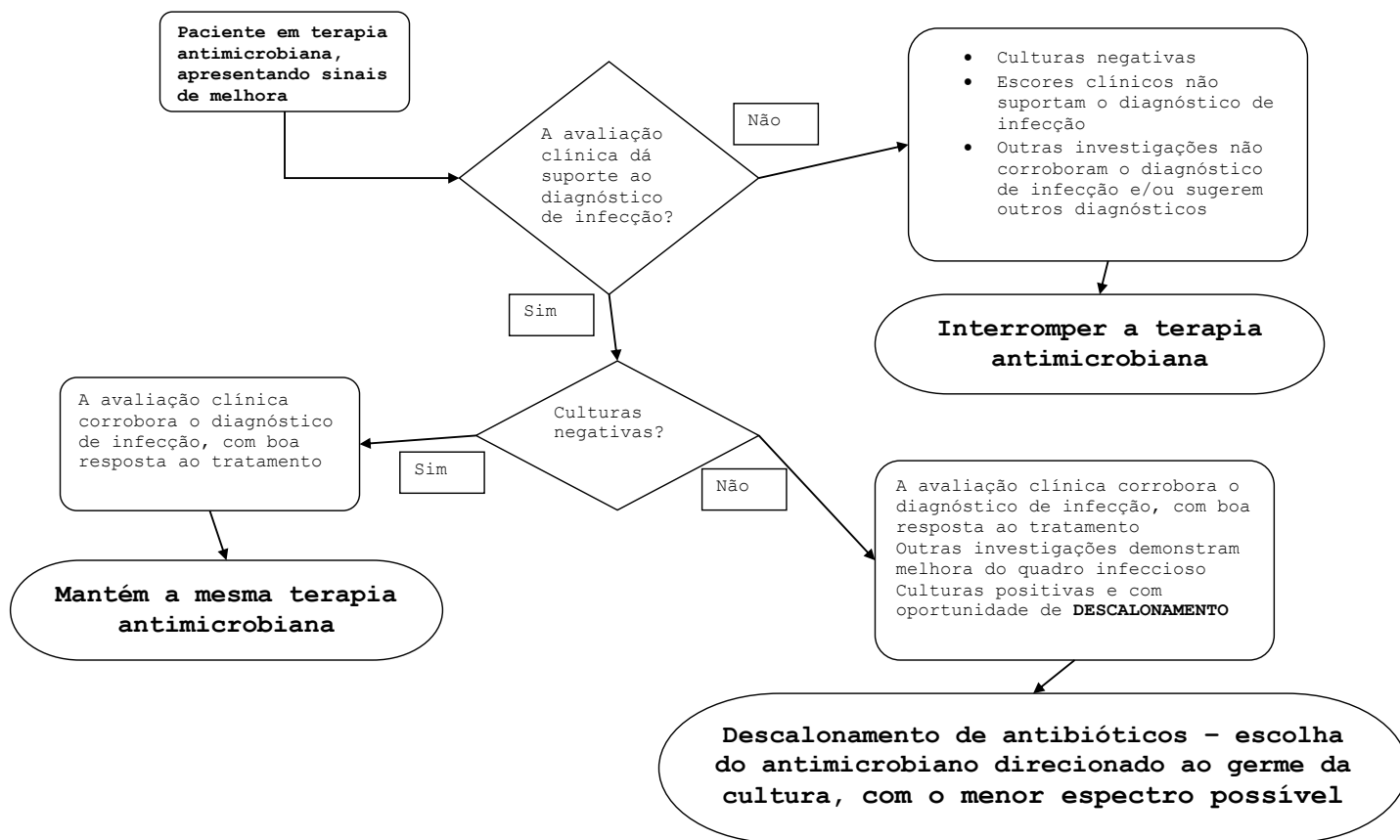


Figura 1. Algoritmo para descalonamento no dia 3 de terapia antimicrobiana, no contexto de melhora clínica.

Situações especiais

Acinetobacter carba-r

Para o tratamento de pneumonias por *Acinetobacter* carbapenêmico-resistente, está recomendada a terapia de combinação (polimixina B mais outro antimicrobiano). Observando o antibiograma, deve-se escolher entre os antimicrobianos com resultado “Sensível” o medicamento para combinação. Em ordem de preferência, deve-se combinar a polimixina B com: ampicilina+sulbactam, ceftazidima, tigeciclina ou amicacina. Se o isolado for resistente a todos estes antimicrobianos, utilizar monoterapia, se possível com dose de ataque.

Polimixina B

Está demonstrada a importância de dose adequada (15.000 a 30.000 UI/kg/dia, IV, dividido em 2 doses diárias) de polimixina B, e doses inferiores foram associadas a desfechos clínicos insatisfatórios. Para pneumonias hospitalares, recomenda-se o uso da dose máxima (30.000 UI/kg/dia). Recentes publicações no campo reforçam a recomendação de **não corrigir a dose de polimixina B**, mesmo em situações de insuficiência renal. Existe evidência preliminar de que o uso de dose de ataque (25.000 UI/kg, IV na primeira dose) pode facilitar o alcance mais rápido do estado de equilíbrio farmacodinâmico do medicamento, e sugere-se sua utilização em pacientes mais graves ou que iniciem polimixina B em monoterapia.

Tigeciclina

A tigeciclina é um medicamento com volume de distribuição bastante elevado e baixas concentrações séricas. Nas doses usuais, não obteve desempenho satisfatório em ensaios clínicos com pneumonia hospitalar. Devido a escassez de opções terapêuticas (principalmente para infecções por *Acinetobacter* e organismos produtores de carbapenemases) pode ser utilizado *off label* para esta indicação, entretanto, recomenda-se o uso de doses mais elevadas para sobrepujar suas características farmacológicas desfavoráveis. A dose preconizada para pneumonia é de 200 mg IV de dose de ataque e posteriormente 100 mg IV 12/12h.

Pseudomonas carba-r

Para tratamento de pneumonias por *Pseudomonas* carbapenêmico-resistente, também deve-se dar preferência por terapia de combinação. Utilizar em conjunto com a polimixina B qualquer dos antimicrobianos com resultado “sensível” no antibiograma, dando-se preferência as combinações com menor potencial para efeitos adversos (evitar combinar polimixina B com aminoglicosídeos). Se houver resistência isolada aos carbapenêmicos, utilizar outro beta-lactâmico (cefepima, ceftazidima ou piperacilina+tazobactam) em combinação com algum dos aminoglicosídeos (gentamicina ou amicacina).

KPC e outras carbapenemases

Para tratamento de pneumonias por organismos produtores de carbapenemases (notadamente *Klebsiella pneumoniae* resistente a carbapenêmicos), utilizar obrigatoriamente terapêutica de combinação. Deve-se observar o MIC (Concentração inibitória mínima) para o meropenem. Se for de 8 ou menos, e assegurando-se a sensibilidade do isolado a polimixina B, a combinação preferencial é polimixina B mais meropenem, utilizando-se a dose máxima deste último (2g IV de 8/8h), em infusão estendida de 3 horas. Nesses casos está formalmente indicada a consulta ao CIH para auxílio na prescrição do tratamento.

MRSA com MIC elevado para vancomicina

Observa-se em todos os grandes hospitais atualmente um aumento do MIC para vancomicina em *Staphylococcus aureus*, incluindo-se o MRSA. Isso pode implicar em falhas clínicas, especialmente em tratamento de pneumonias, considerando-se a penetração problemática da vancomicina na linha epitelial pulmonar. Dessa forma, o CIH-HNSC recomenda o uso da linezolida (600 mg IV ou VO 12/12h) no tratamento de pneumonias hospitalares nos isolados de MRSA com MIC da vancomicina maior ou igual a 1,5 mg/mL.

O uso de vancomicina deve seguir norma técnica específica sobre o tema (NRTO 02/2012, disponível na Intranet do GHC). Salienta-se a necessidade de posologia adequada (dose por kg de peso corporal) e dosagem de nível sérico da vancomicina, quando do tratamento de infecções graves como pneumonia hospitalar.

V – TEMPO DE ANTIBIOTICOTERAPIA

Fica preconizado o tempo total de **7 dias** de antibioticoterapia para pneumonias bacterianas agudas tratadas no HNSC, adquiridas no hospital, associadas ou não à ventilação. Para **pneumonia associada a ventilação (PAV)** por *Pseudomonas aeruginosa*, e pneumonias por MRSA (*Staphylococcus aureus* resistente a meticilina/oxacilina), recomendam-se cursos mais prolongados de terapia antimicrobiana.

Constituem-se possíveis exceções ao prazo de 7 dias, os pacientes imunocomprometidos: neutropenia < 1.000 neutrófilos/ml, SIDA (com doença oportunista e/ou CD4 < 350 céls/ml), corticoterapia \geq 0,5 mg/Kg por dia por mais do que 1 mês.

Resumo do Tempo de Antibioticoterapia

Agente etiológico	Exemplo	Tempo de tratamento
coco gram-positivo	MSSA	7 dias
Coco gram-positivo resistente a meticilina	MRSA	7 a 21 dias, dependendo da gravidade e curso clínico da infecção
bacilo gram-negativo	Enterobactérias	7 dias
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (somente PAV)	<i>P. aeruginosa</i>	14 dias
etiologia não determinada por estudo microbiológico		7 dias e monitorar possibilidade de recidiva

REFERÊNCIAS

1. Webb M, Riley LW, Roberts RB. Cost of Hospitalization for and Risk Factors Associated with Vancomycin-Resistant *Enterococcus faecium* Infection and Colonization. *Clinical Infectious Diseases* 2001;33:445 -52.
2. Hayden MK. Insights into the epidemiology and control of infection with vancomycin-resistant enterococci. *Clin Infect Dis* 2000; 31:1058-65.
3. Lautenbach E, Patel JB, Bilker WB, et al. Extended-Spectrum β -Lactamase Producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae*: Risk Factors for Infection and Impact of Resistance on Outcomes. *Clinical Infectious Diseases* 2001; 32: 1162-71.
4. CDC definitions for nosocomial infections. *AM J Infect Control*, 16: 128-140, 1988.
5. XXXX
6. Gleason PP, Meehan TP, Fine JM, et al. Associations between initial antimicrobial regimens and medical outcomes for elderly patients with pneumonia. *Arch Intern Med* 1999; 159:2562–72.
7. Donowitz G. Acute Pneumonia. In: Mandell, Douglas and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases. Churchill Livingstone. 2010: 891-924.
8. Meehan TP, Fine MJ, Krumholz HM, et al. Quality of care, process and outcomes in elderly patients with pneumonia. *JAMA* 1997; 278:2080–4.
9. Marik PE. Primary Care: Aspiration Pneumonitis and Aspiration Pneumonia. *N Engl J Med* 2001; 344: 665-71.
10. Pallares R, Gudiol F, Linares J, et al. Risk factors and response to antibiotic therapy in adults with bacteremic pneumonia caused by penicillin-resistant pneumococci. *N Engl J Med* 1987; 317: 18-22.
11. Chastre J, Wolff M, Fagon JY, Chevret S et al. Comparison of 8 versus 15 days of antibiotic therapy for ventilator-associated pneumonia in adults: a randomized trial. *JAMA*. 2003 Nov 19; 290(19): 2588-98.
12. Choi EY, Huh JW, Lim CM et al. Relationship between the MIC of vancomycin and clinical outcome in patients with MRSA nosocomial pneumonia. *Intensive Care Med*. 2011 Apr;37(4):639-47. Epub 2011 Jan 21.
13. Rubinstein E, Kollef MH, Nathwani D. Pneumonia caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clin Infect Dis*. 2008 Jun 1;46 Suppl 5:S378-85.
14. Davis KA, Eckert MJ, Reed RL et al. Ventilator-associated pneumonia in injured patients: do you trust your Gram's stain? *J Trauma*. 2005 Mar;58(3):462-6; discussion 466-7.
15. Tetenta S, Metersky ML. Tracheal aspirate Gram stain has limited sensitivity and specificity for detecting *Staphylococcus aureus*. *Respirology*. 2011 Jan;16(1):86-9. doi: 10.1111/j.1440-1843.2010.01855.x.
16. Raghavendran K, Wang J, Belber C et al. Predictive value of sputum gram stain for the determination of appropriate antibiotic therapy in ventilator-associated pneumonia. *J Trauma*. 2007 Jun;62(6):1377-82; discussion 1382-3.
17. Masterton RG. Antibiotic de-escalation. *Crit Care Clin*. 2011 Jan;27(1):149-62.
18. Paul M, Bishara J, Levkovich A, et al. Effectiveness and safety of colistin: prospective comparative cohort study. *J Antimicrob Chemother*. 2010 May;65(5):1019-27. Epub 2010 Mar 18.
19. Liu C, Bayer A, Cosgrove SE, et al. Clinical practice guidelines by the infectious diseases society of america for the treatment of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in adults and children. *Clin Infect Dis* 2011; 52:e18.
20. American Thoracic Society, Infectious Diseases Society of America. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 2005; 171:388.
21. Zilberberg MD, Shorr AF, Micek ST, et al. Antimicrobial therapy escalation and hospital mortality among patients with health-care-associated pneumonia: a single-center experience. *Chest* 2008; 134:963
22. Sandri AM, Landersdorfer CB, Jacob J, Boniatti MM, Dalarosa MG, Falci DR, Behle TF, Saitovitch D, Wang J, Forrest A, Nation RL, Zavascki AP, Li J. Pharmacokinetics of polymyxin B in patients on continuous venovenous haemodialysis. *J Antimicrob Chemother*. 2013 Mar;68(3):674-7. doi: 10.1093/jac/dks437. Epub 2012 Nov 23.
23. Kvitko CH, Rigatto MH, Moro AL, Zavascki AP. Polymyxin B versus other antimicrobials for the treatment of pseudomonas aeruginosa bacteraemia. *J Antimicrob Chemother*. 2011 Jan;66(1):175-9. doi: 10.1093/jac/dkq390. Epub 2010 Oct 20.
24. Rigatto MH, Ribeiro VB, Konzen D, Zavascki AP. Comparison of polymyxin B with other antimicrobials in the treatment of ventilator-associated pneumonia and tracheobronchitis caused by *Pseudomonas aeruginosa* or *Acinetobacter baumannii*. *Infection*. 2012 Nov 4. [Epub ahead of print]
25. Elias LS, Konzen D, Krebs JM, Zavascki AP. The impact of polymyxin B dosage on in-hospital mortality of patients treated with this antibiotic. *J Antimicrob Chemother*. 2010 Oct;65(10):2231-7. doi: 10.1093/jac/dkq285. Epub 2010 Aug 4.
26. Zavascki AP. Dose adjustment of polymyxins for renal insufficiency. *Antimicrob Agents Chemother*. 2011 Oct;55(10):4940. doi: 10.1128/AAC.05080-11.
27. T. J. L. G Freitas, L. S. Pacheco, A. L. M. da Silva, R. C. F. da Silva, D. R. Falci. Correlation between Gram stain and culture of tracheal aspirate isolates in ventilator-associated pneumonia. Abstracts of the 23th ECCMID (European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases). Berlin, Germany. Apr 27-30, 2013.

Dr. Renato Cassol Ferreira da Silva
Assistente de Gerência
Controle de Infecção Hospitalar - HNSC

Dr. Diego Rodrigues Falci
Médico Infectologista
Controle de Infecção Hospitalar - HNSC