

THIAGO LEANDRO GABRIELLI DELMOTTE

**ARQUITETURA DE AUTOMAÇÃO PARA AUXILIAR NO CÁLCULO E
ADMINISTRAÇÃO CORRETOS DE MEDICAMENTOS
EM ENFERMAGEM ATRAVÉS DE UM APLICATIVO PARA
DISPOSITIVOS MÓVEIS**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para conclusão do curso de
MBA em Tecnologia da
Informação

São Paulo
2014

THIAGO LEANDRO GABRIELLI DELMOTTE

**ARQUITETURA DE AUTOMAÇÃO PARA AUXILIAR NO CÁLCULO E
ADMINISTRAÇÃO CORRETOS DE MEDICAMENTOS
EM ENFERMAGEM ATRAVÉS DE UM APLICATIVO PARA
DISPOSITIVOS MÓVEIS**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para conclusão do curso de
MBA em Tecnologia da
Informação

Orientador: Prof. Reginaldo Arakaki
Co-orientador: Prof. Leandro
Rodrigues de Souza

São Paulo
2014

FICHA CATALOGRÁFICA

RA 2014 A5 ✓ *

Delmotte, Thiago Leandro Gabrielli

Arquitetura de automação para auxiliar no cálculo e administração corretos de medicamentos em enfermagem através de um aplicativo para dispositivos móveis / T.L.G. Delmotte. -- São Paulo, 2014.

46 p.

Monografia (MBA em Tecnologia da Informação) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1.Arquitetura de software 2.Dispositivos móveis 3.Medicação I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, e a minha companheira Sarah Vieira Araújo, que me apoiaram, ajudaram e me mantiveram motivados e de cabeça erguida, em todas as dificuldades e momentos felizes, ao longo desses dois anos de curso.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Jorge Risco, Reginaldo Arakaki e Leandro Rodrigues de Souza,
pela orientação e pelo constante estímulo transmitido durante todo o trabalho.

RESUMO

Em virtude de muitos episódios de erros na administração de medicamentos em enfermagem, nesses últimos anos, à crescente necessidade de automatização de processos hospitalares e pela carência de sistemas no mercado de tecnologia da informação que ajudem a evitar esses erros, o objetivo deste trabalho é descrever uma arquitetura de automação, utilizando como base o RM-ODP, com intuito de ajudar a evitar os erros nos processos de cálculo e administração de medicamentos em enfermagem, através de um aplicativo para dispositivo móvel, o qual auxilie o profissional da saúde durante seu período de trabalho. Também será aplicado o método ATAM afim de prever a viabilidade, riscos, não riscos, *trade-offs*, e pontos de atenção para o desenvolvimento e lançamento do sistema. Como resultados obtidos nesse trabalho, foi elaborada uma arquitetura completa de automação de negócios, com base no RM-ODP, que pode ser aplicada a qualquer tecnologia de mercado, sendo assim repetível do ponto de vista de sistema. Essa arquitetura permite que um dispositivo móvel possa gerenciar toda a administração e cálculo de gotejamento de medicamentos, podendo utilizar tecnologia de ponta como: leitura de pulseiras NFC, geolocalização interna do hospital e pontos de acesso roaming, a fim de não perder conexão enquanto o profissional se desloca. A análise do método ATAM mostrou-se satisfatória para implementação desse arquitetura proposta, acentuando alguns riscos não previstos, mas que agregam ainda mais valor ao projeto.

Palavras-chave: RM-ODP, ATAM, Administração, Medicamentos, Gotejamento, Cálculo, Arquitetura, Automação, Erros, Tecnologia, Dispositivo Móvel, NFC, Geolocalização

ABSTRACT

In view of the high frequency of errors in the medication administration process by the nursing staff in the last few years, as well as an increasing need for automation of hospital processes and also because of the lack of systems in Information Technology market to help prevent such errors, the objective of the present work is to describe an automation architecture, using the RM-ODP as a basis, in order to avoid errors on the calculation and medication administration processes by the nursing staff, through an application for mobile devices, that can be used by the healthcare professionals during their working days. The ATAM method will also be applied in order to foresee feasibility, risks, non-risks, trade-offs and points of attention for development and publication of the system. As a result of this work, a complete architecture of automation of business processes was formulated, based on the RM-ODP which can be applied to every market technology, being therefore completely reusable from the system point of view. Such an architecture allows mobile devices to control medication administration and dripping calculation and also allows to use cutting-edge technology such as: scanning NFC wristbands, hospital's internal geolocation, and points of roaming access (roaming), in order not to loose connection while moving from one place to another inside the hospital. The analysis of the ATAM method proved to be satisfactory for implementation of this proposed architecture, accentuating some risks that were not foreseen, but that add even more value to the project.

Keywords: RM-ODP, ATAM, Administration, Medication, Dripping, Calculation, Architecture, Automation, Errors, Technology, Mobile, NFC, Geolocation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – RM-ODP.....	8
Figura 2 - Processo de Negócio Hospitalar de Administração de Medicamentos.....	14
Figura 3 - Diagrama de Classe do Projeto	16
Figura 4 - Diagrama de Caso de Uso : Examinar Paciente.....	19
Figura 5 - Diagrama de Caso de Uso : Verificar Prescrição.....	20
Figura 6 - Diagrama de Caso de Uso : Administrar Medicação	21
Figura 7 - Diagrama de Caso de Uso : <i>Checklist</i> dos 9 Certos da Enfermagem	22
Figura 8 - Diagrama de Sequência : Administração de Medicação	24
Figura 9 - Diagrama de Sequência : Acesso/Controle do Sistema	25
Figura 10 - Diagrama de Infraestrutura	26
Figura 11 - Diagrama de Componentes	28
Figura 12 - Desenvolvimento e Tecnologias	29
Figura 13 - Tela Inicial Figura 14 – Menu Figura 15-Código de Barras	31
Figura 16-Medicamento Figura 17-Gotejamento Figura18- <i>Checklist</i> “certos”.....	32
Figura 19 - Árvore de Atributos de Qualidade	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Motivação	1
1.2 Justificativa	5
1.3 Objetivos	6
1.4 Metodologia	6
1.5 Estrutura do Trabalho	6
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	7
2.1 O RM ODP	7
2.2 O ATAM	9
2.3 Os 9 Certos e a Rotina de Administração de Medicamentos	10
3. PROPOSTA DA ARQUITETURA	12
3.1 RM ODP - <i>Enterprise</i>	12
3.2 RM ODP - <i>Information</i>	15
3.3 RM ODP - <i>Computational</i>	18
3.3.1 Diagrama de Caso de Uso – Examinar Paciente	18
3.3.2 Diagrama de Caso de Uso – Verificar Prescrição	19
3.3.3 Diagrama de Caso de Uso – Administrar Medicação	20
3.3.4 Diagrama de Caso de Uso – Checklist dos 9 Certos da Enfermagem	22
3.3.5 Diagrama de Sequência – Administrar Medicação	23
3.3.6 Diagrama de Sequência – Acesso/Controle do Sistema	25
3.4 RM ODP – <i>Engineering</i>	26
3.4.1 Diagrama de Infraestrutura	26
3.4.2 Diagrama de Componentes	27
3.5 RM ODP – <i>Technology</i>	29
3.5.1 Desenvolvimento e Tecnologia	29
3.5.2 Wireframe	30
4. ATAM	34
4.1 Apresentação do ATAM, da Arquitetura e das Motivações de Negócio	34
4.2 Mecanismos	34
4.3 Geração da Árvore dos Atributos de Qualidade	36
4.4 Análise dos Estilos de Arquitetura	36
4.5 Apresentação de Resultados	40
5. CONCLUSÕES	41
5.1 Objetivo Atingido e Contribuições	41
5.2 Dificuldades Encontradas	41
5.3 Trabalhos Futuros	42
REFERÊNCIAS	43

1. INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

O desenvolvimento da computação móvel, caminhando com a área da comunicação sem fio e também com a grande variedade de *smartphones* e *tablets* comercializados no mercado, tem proporcionado o surgimento de novas tecnologias e aplicações, sendo popularizada em diversas áreas do conhecimento, com destaque para a área do entretenimento, a educação, o comércio e em especial, uma das aplicações possíveis, é o seu uso em ambientes hospitalares (LIMA, 2010 e MURAKAMI et. al, 2004).

Segundo uma pesquisa feita em 2012, pela CETIC, relacionando a proporção de indivíduos que possuem telefone celular em todas as regiões do Brasil, chegou-se a um número de 133,2 milhões de pessoas (80% do total). No mesmo período e regiões, 18,6 milhões de pessoas (55% do total) acessaram a internet diariamente por meio de seus telefones celulares (CETIC, 2012). Já a adoção de *smartphones* por profissionais de saúde foi bastante elevada, variando de 45-85% (GARRITTY et. al, 2006).

Alguns estudos demonstraram que os profissionais que utilizam ferramentas de referência e que mantém acesso à educação continuada, podem prestar uma melhor assistência à saúde. Isso implica diretamente na sociedade, e garante um elevado potencial de uso dos sistemas na área de educação, saúde e cuidado integral (OLIVEIRA et. al, 2012).

Como um dos principais setores beneficiados pelo uso crescente das tecnologias da informação e comunicação, o setor da saúde vem se adequando a uma nova realidade, proporcionada através de grandes avanços tecnológicos, principalmente com relação à criação de novas ferramentas para obtenção e análise de dados dos pacientes, que possibilitam um atendimento mais rápido e eficiente (KAUTZMANN, 2012). A principal aplicação dessas inovações tem sido no auxílio e elaboração de políticas públicas de saúde, com vistas ao combate e controle de uma série de doenças como a obesidade e o tabagismo (BONOME et. al, 2012).

Essas intervenções têm modificado as estratégias de prestação de serviços e de certa maneira possibilitam a promoção não só do desenvolvimento de estratégias para o monitoramento, autocuidado e suporte remoto do paciente, como a redução do tempo de internação hospitalar (GARRITTY et. al, 2006 e KAUTZMANN, 2012).

O impacto da tecnologia da Informação aplicado ao segmento de saúde é bastante conhecido. A aplicação dos atuais conhecimentos em informática médica e telesaúde, através do uso da grande disponibilidade de aparelhos móveis, são ferramentas estratégicas, considerando-se uma vasta gama de aplicações, como a melhoria na tomada de decisões clínicas, educação de profissionais de saúde e pacientes, melhora na gestão dos processos de organizações de saúde, apoio em intervenções, automação de processos usando robótica, dentre outras diversas aplicações (KAMAKURA et. al, 2012).

Existem três conceitos principais que se referem à computação na área da saúde, sendo eles: *Healthcare*: utilização da computação em ambiente hospitalar, nos quesitos financeiros e administrativos (MARAN et al, 2011); *Homecare*: utilização da computação para o cuidado com o paciente, fora do ambiente hospitalar (BARDRAM; CHRISTENSEN, 2007); E *mHealth (mobile health)*: que tem como definição: "práticas médicas e de saúde pública auxiliadas por aparelhos portáteis, como celulares, aparelhos de monitoramento dos pacientes, assistentes pessoais digitais (PDAs) e outros aparelhos sem fio". (WHO, 2011). Os três conceitos abordados foram elaborados em razão do uso crescente da tecnologia da informação na área da saúde, sendo utilizados tanto no ambiente hospitalar quanto fora dele.

Com o intuito de maximizar o potencial das tecnologias móveis emergentes, torna-se importante a promoção de processos de negócio eficientes, cujo objetivo, seja o de desenvolver aplicações móveis que apoiem atividades corporativas de uma forma adequada, rápida, flexível e onipresente. Para tal, é necessário que estes dispositivos tenham capacidade de processar e acessar a informação em qualquer lugar e a qualquer instante, aliando simplicidade e facilidade de utilização pelo usuário, apesar das restrições em relação à entrada de dados e segurança comparativamente a computadores convencionais (KAMAKURA et. al, 2012).

Podemos exemplificar os avanços tecnológicos relacionados à tecnologia móvel, através de uma série de aplicativos que se propõe a auxiliar o paciente no seu dia a dia, assim como o profissional da saúde em sua rotina, como por exemplo o Diabetes Companion e o Glicocare, que ajudam o usuário a controlar, monitorar e tirar dúvidas sobre diabetes (DLIFE, 2012; BAYER, 2013); O Guia em Emergências, que auxilia na condução do atendimento ao paciente em situações de emergência (MEDPHONE, 2013); E a Ferramenta de Cálculo de Gotas, que facilita o cálculo da

medicação a ser administrada (OCA, 2013). Entretanto, não existe no mercado um aplicativo que se posicione claramente às necessidades de segurança do paciente no ambiente hospitalar e em instituições de saúde, pois o que podemos constatar é que são desenvolvidas inúmeras ferramentas para controle dos horários de medicação, controle e informações acerca de índices glicêmicos, cálculo de IMC, dietas e atividades físicas, orientações sobre doenças, em detrimento de ferramentas que sejam direcionadas à segurança.

Diante do exposto, podemos considerar as inovações tecnológicas, como artifícios que proporcionam um novo olhar para os profissionais da área da saúde, em especial à enfermagem, dado que a equipe de enfermagem possui um papel fundamental nos processos que envolvem a atenção ao paciente (ANVISA, 2013).

Como normativas do COREN (Conselho Regional de Enfermagem), REBRAENSP (Rede Brasileira de Enfermagem e Segurança do Paciente) e a Aliança Mundial para a Segurança do Paciente, preconiza-se que sejam elaborados programas e diretrizes que visem sensibilizar e mobilizar profissionais de saúde e a população para a busca de soluções que promovam a segurança do paciente, divulgando conhecimentos e desenvolvendo ferramentas que possibilitem uma mudança no cenário atual (COREN, 2010).

Estas regulamentações são consequência de diversos episódios que vieram à tona nesses últimos anos, referentes principalmente a erros de administração de medicamentos. Como exemplo, segue trecho de matéria publicada em jornal de grande circulação na cidade de São Paulo: "[...], um idoso de 91 anos recebeu alimento na veia e morreu. [...], outra idosa, de 80 anos, teve o mesmo fim após receber café com leite na veia. [...], um menino de dois anos recebeu ácido em vez de sedativo. [...] Em comum, todos esses erros têm o fato de terem sido praticados pelo pessoal da enfermagem, a maioria auxiliares e técnicos [...]" (COLLUCCI, 2012).

Dentre todos os eventos adversos ocorridos na prestação de cuidados aos pacientes, os erros de medicação têm recebido papel de destaque nas pesquisas científicas e têm chamado a atenção do público e dos profissionais de saúde. Segundo relatório publicado pelo Instituto de Medicina (*Institute of Medicine – IOM*), dos Estados Unidos da América, em 1999, cerca de 44.000 a 98.000 americanos morreram todos os anos nos EUA devido aos eventos adversos e que 7.000 mortes estavam relacionadas aos erros de medicação. Erros de medicação são definidos

como falhas no processo do tratamento medicamentoso que podem conduzir, ou que tem o potencial para conduzir, a danos ao paciente (ANVISA, 2013).

Os erros de enfermagem estão muitas vezes relacionados a falhas na leitura da embalagem do fármaco, erros na identificação do paciente, erros quanto à incompatibilidade das drogas administradas, erro na velocidade de infusão estipulada e erros na diluição do medicamento (ANVISA, 2013). Vários fatores podem predispor à ocorrência desses erros, dentre eles destaca-se o excesso de trabalho provocado por rotinas extenuantes no qual o profissional tem de trabalhar muitas vezes em mais de um emprego, a falta de atenção durante os processos de prescrever, dispensar e de administrar os medicamentos, falhas na comunicação entre as equipes e entre setores, a falta de informação sobre o paciente, a dificuldade de acesso às informações sobre os medicamentos, além de fatores ambientais e individuais (ANVISA, 2013).

Segundo uma pesquisa realizada em 2011 cujo objetivo foi, descrever os tipos de erro ocorridos na administração de medicamentos pelos técnicos de enfermagem, que trabalhavam em uma UTI geral, os principais erros estavam relacionados ao preparo das medicações, em 63,6% dos casos, 27,3% relacionados a administração de medicamentos e 9,1% referentes à dispensação das medicações (LOPES, 2012).

Esses eventos assistenciais adversos, apresentam o potencial de causar uma série de danos aos pacientes, como o aumento do tempo de internação, complicações na evolução do quadro de saúde, necessidade de novas intervenções diagnósticas e terapêuticas e até mesmo situações de incapacidades permanentes ou morte, decorrentes de processos ou estruturas da assistência falhos (ANVISA, 2013).

Verifica-se a necessidade de mecanismos de barreira, para que esses erros não impliquem em um mal maior ao cliente. Devido à atuação dos profissionais de enfermagem no preparo e administração de medicamentos, muitos erros cometidos e não detectados no início ou no meio do sistema podem ser atribuídos à equipe de enfermagem, intensificando a responsabilidade da equipe e transformando-a em uma das últimas barreiras de prevenção (ANVISA, 2013).

Algumas estratégias são apontadas com a finalidade de se prevenir os erros relacionados ao preparo e à administração dos medicamentos, podemos citar por exemplo o *checklist* dos 9 certos da administração medicamentosa, que consiste

numa alternativa a ser adotada pela equipe de enfermagem, onde, antes de se administrar a medicação, orienta-se que sejam averiguados e validados alguns itens, como a confirmação do paciente, do medicamento, da compatibilidade e a via de administração correta (OLIVEIRA, 2010). Além disso, pode-se adotar a dupla checagem da prescrição médica, na qual dois profissionais de enfermagem conferem a prescrição antes de administrar o medicamento, certificando-se que trata-se realmente da droga prescrita.

Outras estratégias preconizadas, consistem em orientações de se armazenar adequadamente e identificar de forma completa e clara todos os medicamentos disponíveis e utilizados na instituição; Identificar corretamente os medicamentos preparados (com nome do paciente, número do leito e enfermaria, nome do medicamento, horário e via de administração e iniciais do responsável pelo preparo), e os frascos de medicamentos que serão armazenados (com data e horário da manipulação, concentração do medicamento e iniciais do responsável pelo preparo); E realizar o preparo do medicamento imediatamente antes da administração (ANVISA, 2013).

Investir na mudança de sistema, no aperfeiçoamento da equipe de saúde, na utilização de boas práticas e no aprimoramento das tecnologias e melhoria dos ambientes de trabalho constituem questões primordiais para o alcance dos melhores resultados para os usuários dos serviços de saúde, família e comunidade, oferecendo dessa forma uma atenção efetiva, eficiente, segura, e preocupada com a satisfação do paciente em todo o processo (ANVISA, 2013).

1.2 Justificativa

Este trabalho se justifica então, pelos erros na área da enfermagem e pela carência de sistemas no mercado de tecnologia da informação que ajudem a evitar esses erros. Para garantir a elaboração de uma arquitetura que atenda as necessidades de mercado como interoperabilidade, flexibilidade, segurança e transparência, optou-se por utilizar o método RM-ODP para que a arquitetura possa ser completa abrangendo os 5 pontos de vistas propostos. Como método de avaliação dessa arquitetura, foi utilizado o método ATAM, que auxilia no tratamento de todos os *tradeoffs* e também a verificar possíveis falhas, pontos de atenção e riscos na arquitetura antes de sua implementação.

1.3 Objetivos

O objetivo desta monografia é descrever uma arquitetura de automação, utilizando como referência as visões do RM-ODP (*Reference Model for Open Distributed Processing*), com intuito de identificar e minimizar riscos e vulnerabilidades que podem produzir erros nos processos de cálculo e administração de medicamentos em enfermagem. A descrição é focada em um sistema distribuído conectado a um aplicativo para dispositivo móvel utilizado por profissionais da saúde.

1.4 Metodologia

Para se atingir os objetivos deste trabalho, foi aplicada a seguinte metodologia:

- Pesquisa Bibliográfica: referencial teórico sobre os conceitos e técnicas utilizadas ao longo do trabalho;
- Descrição da proposta com a aplicação do modelo ODP: explicação ilustrada do projeto proposto com base no referencial teórico;
- Resultados da análise da proposta arquitetural utilizando o método ATAM: um modo de destacar os pontos fortes e fracos e riscos da arquitetura proposta.

1.5 Estrutura do Trabalho

O trabalho foi estruturado da seguinte maneira:

- 1º Capítulo: Introdução do trabalho com contextualização geral, motivação, objetivos, metodologia e estrutura do trabalho;
- 2º Capítulo: Exposição da base teórica em relação a dados gerais, a área da saúde e conceitos técnicos sobre o tema;
- 3º Capítulo: Proposta da arquitetura contendo a ilustração da automação do aplicativo proposto utilizando RM-ODP;
- 4º Capítulo: Análise da Proposta com o intuito de mostrar os pontos positivos e negativos da arquitetura utilizando o ATAM;
- 5º Capítulo: Conclusões.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 O RM ODP

O modelo de referência para processamento distribuído e aberto (em inglês: *Reference Model: Open Distributed Processing*, sigla RM-ODP) é definido como um padrão desenvolvido pela ISO e ITU-T, que define uma estrutura arquitetural e provê o suporte para a integração da distribuição, interoperabilidade e portabilidade (ISO/IEC 10746-1, 1998).

O objetivo do padrão ODP é o desenvolvimento de padrões que permitam que os benefícios da distribuição de serviços de processamento de informações possam ser realizados em um ambiente de recursos de TI heterogêneos e em vários domínios organizacionais (ISO/IEC 10746-1, 1998).

Segundo EGYHAZ (2004), o padrão ODP foi elaborado dessa forma a fim de suportar a criação de sistemas de informações distribuídos e abertos, com o intuito de focar o problema de interoperabilidade entre os sistemas especificados.

BECERRA (1998) afirma que a Norma ISO/IEC 10746-3 contém as informações com as características que qualificam o sistema distribuído como aberto, a saber: a definição das especificações dos cinco pontos de vista, as transparências a implementar e as funções do modelo ODP.

Conforme o padrão ISO/IEC 10746-1 (1998), um ponto de vista dentro de um sistema é uma abstração que produz uma especificação de todo o sistema relacionado com um determinado conjunto de interesses. Cinco pontos de vista foram escolhidos para serem, ao mesmo tempo, simples e completos, abrangendo todos os domínios do projeto arquitetural. Estes cinco pontos de vista, que podem ser observados na Figura 1, são:

- **Empresa (*Enterprise*):** o ponto de vista da empresa, que se interessa pela finalidade, o escopo e as políticas que regem as atividades do sistema especificado dentro da organização da qual faz parte. Nesse item entram os requisitos de negócio e a modelagem dos processos de negócio do sistema;

- **Informação (*Information*):** o ponto de vista da informação, que está interessado nos tipos de informações tratadas pelo sistema e restrições sobre o uso e interpretação dessas informações. Neste item entra o diagrama de classe do sistema;

- **Computacional (Computational)**: o ponto de vista computacional, que está interessado na decomposição funcional do sistema em um conjunto de objetos que interagem em interfaces - permitindo a distribuição do sistema. Neste item entram os diagramas de caso de uso e de sequência;
- **Engenharia (Engineering)**: o ponto de vista de engenharia, que está interessado na infraestrutura necessária para suportar a distribuição do sistema. Neste item entra o diagrama de infraestrutura do sistema especificado;
- **Tecnologia (Technology)**: o ponto de vista da tecnologia, que está interessado na escolha da tecnologia para apoiar a distribuição do sistema. Neste item entram as possibilidades de linguagens de programação, tecnologias e base de dados em que o sistema pode ser desenvolvido.

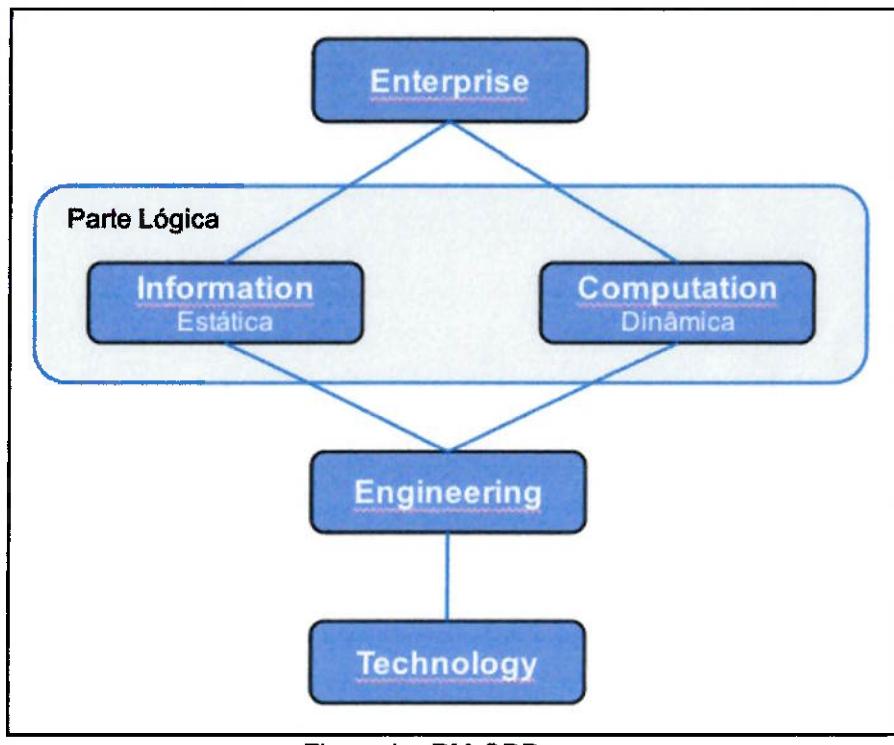


Figura 1 – RM-ODP

Os diagramas propostos no capítulo 3 foram elaborados como uma visão de representação do sistema, mas o RM-ODP não se limita a nenhum diagrama específico, ou seja, abre inúmeras possibilidades para implementação da arquitetura proposta.

2.2 O ATAM

A avaliação arquitetural consiste em caracterizar e avaliar os documentos arquiteturais através de métodos ou procedimentos sistemáticos (BAHSOON e EMMERICH 2003 *apud* PONTES 2012)

O ATAM (*Architecture Tradeoff Analysis Method* – Método de Análise de Compromissos de Arquitetura) é um método de avaliação de arquiteturas utilizando cenários de atributos de qualidade (KAZMAN et al., 2000 *apud* NETO 2009). A característica mais relevante do ATAM é a análise de *trade-off* dos atributos de qualidade (OLUMOFIN et al., 2005).

Os pontos de *trade-off* são propriedades de uma decisão de arquitetura que afetam mais de um atributo de qualidade e são importantes para a análise, pois devem ser verificados os efeitos de uma determinada decisão em mais de um atributo de qualidade (NETO, 2009).

Existe um ótimo histórico de aplicações, bem sucedidas na prática, utilizando o método ATAM (BARBACCI et al., 2003).

Segundo este método, o resultado da análise de decisões de arquitetura em relação aos requisitos não-funcionais abrange: riscos, não-riscos, pontos de sensibilidade e pontos de *trade-off* (NETO, 2009).

Para AVELINO (2005), a utilização do método ATAM proporciona entender os resultados das decisões arquiteturais com um processo de análise de riscos.

O método ATAM, segundo KAZMAN et al. (2000) é representado pelos seguintes passos:

Passo 1 – Apresentação do ATAM: apresentação da metodologia para todos os envolvidos no projeto (*stakeholders*).

Passo 2 – Apresentação das Motivações de Negócio: apresentação dos requisitos de negócio que motivaram o desenvolvimento do sistema.

Passo 3 – Apresentação da Arquitetura: é apresentada toda a arquitetura proposta, relacionando-a com os atributos de qualidade e com o nível de detalhe necessário para entendimento de todos os envolvidos.

Passo 4 – Identificação dos Estilos de Arquitetura: catalogação dos estilos e padrões de arquitetura pelo grupo, porém não são analisados.

Passo 5 – Geração da Árvore dos Atributos de Qualidade: o grupo prioriza os atributos de qualidade em forma de árvore para elaborar os cenários.

Passo 6 – Análise dos Estilos de Arquitetura: os riscos, pontos de sensibilidade e *trade-offs* são analisados utilizando a árvore dos atributos de qualidade criada no Passo 5.

Passo 7 – Priorização de Cenários (*brainstorming*): o grupo completo de interessados no projeto definem os cenários que atendem às necessidades relatadas. Os cenários são priorizados através de votação.

Passo 8 - Análise dos Estilos de Arquitetura: este passo é uma análise, similar à do Passo 6, porém agora utiliza-se os cenários priorizados no Passo 7. Caso se encontrem novos pontos de risco, sensibilidade e outros, deve-se voltar e complementar os passos anteriores.

Passo 9 – Apresentação de Resultados: Utilizando-se todo o estudo feito nos passos anteriores, é elaborado um relatório completo com as arquiteturas adotadas.

2.3 Os 9 Certos e a Rotina de Administração de Medicamentos

O sistema de medicação é complexo, visto que para sua realização se faz necessário o cumprimento correto de várias etapas, como as de prescrição do regime terapêutico, de dispensação e de preparo e administração do medicamento. Esses aspectos tornam os erros frequentes nos serviços de saúde e com sérias consequências para pacientes, organizações hospitalares e para a sociedade. Além disso, sabe-se que estes erros podem ocorrer em qualquer etapa, sendo classificados em: erros de prescrição, erros de dispensação, erros de administração e erros de monitoração das reações (ANVISA, 2013).

Para se evitar que os erros de preparo e de administração de medicamentos ocorram, é imprescindível que haja uma visão ampliada do sistema de medicação e de cada um dos seus processos, por parte dos profissionais da equipe de enfermagem, contribuindo para que a terapêutica medicamentosa seja cumprida de maneira efetiva, responsável e segura (ANVISA, 2013).

Para tanto, para se verificar as informações referentes ao procedimento, deve-se utilizar o *checklist* dos 9 certos da administração de medicamentos, antes de ofertá-los ao paciente (COREN, 2011).

Os 9 certos consistem em passos a serem seguidos de maneira sequencial, ou seja, para validar o próximo passo, é necessário preferencialmente checar o passo anterior. Caracteriza-se por 9 itens a serem confirmados pelo profissional

responsável pelo cuidado do paciente, sendo eles: paciente certo (utilizar dois identificadores para cada paciente, como a pulseira de identificação e o nome do paciente acima do leito); medicamento certo (confirmar o medicamento com a prescrição e conferir o rótulo); dose certa; via de administração correta; hora certa; resposta certa; forma correta; ação certa e anotação adequada. Deve-se certificar que todas essas informações estejam documentadas corretamente, sendo que informações incompletas devem ser esclarecidas e justificadas antes da administração do medicamento (COREN, 2011; ANVISA, 2013).

Os mecanismos manuais, tornam muitas vezes o processo não confiável, pois predispõe a erros gerais, que vão desde a administração do medicamento em via diferente da prescrita (medicamento intramuscular administrado por via intravenosa, por exemplo) até a administração do medicamento ao paciente errado, dado que nem todos os pacientes estão em condições de se manifestar frente a possíveis erros, pois encontram-se em unidades críticas, muitas vezes sob sedação e incapacitados de manterem um controle do que recebem ou não (COREN, 2011).

O desenvolvimento de um aplicativo voltado ao cálculo e administração de medicamentos permitirá através da sua mobilidade, que a equipe de enfermagem possa realizar a validação da medicação que será utilizada, via câmera do celular, através da leitura do código de barras. Possibilitará ainda o cálculo do gotejamento para medicamentos específicos, assim como o *checklist* dos "certos" da enfermagem, para garantir que o procedimento seja realizado corretamente.

3. PROPOSTA DA ARQUITETURA

Este capítulo descreve a arquitetura de automação de negócios do aplicativo para dispositivos móveis, elaborado para auxiliar na resolução da problemática: erros na administração de medicamentos em enfermagem.

3.1 RM ODP - *Enterprise*

Para que seja desenhada a arquitetura do projeto, é de suma importância o entendimento do processo de negócio hospitalar, mais precisamente o procedimento de administração de medicamentos.

Diante disso, foi utilizado o conceito de BPMN para elaboração do processo de negócio do aplicativo. Podemos ver, na Figura 2, o diagrama contendo as seguintes raias: Paciente, Médico e Enfermeiro/Técnico/Auxiliar.

Os três principais *Business Drivers*, ou seja, requisitos de negócio, estudados para este projeto são:

a. Contribuir para a diminuição dos erros de administração de medicamentos pela equipe de enfermagem:

Este é o principal requisito de negócio do projeto, objetivo deste trabalho. Este item se encontra no processo de negócio (Figura 2), mais especificamente na raia do Enfermeiro/Técnico/Auxiliar. O processo atual não contempla determinados itens como a validação da pulseira do paciente, o código de barras do medicamento prescrito e o cálculo do gotejamento para determinadas drogas. O novo processo configura-se de forma mais completa, envolvendo os itens anteriormente citados e ajudando a evitar erros no processo.

b. Garantir o perfeito funcionamento do sistema 24h por dia:

Como atributo de disponibilidade e desempenho, este requisito tem uma importância crítica no momento da administração do medicamento aos pacientes, sendo primordial que o sistema esteja disponível durante a execução dos procedimentos de saúde, os quais têm horários exatos para administração. Este item encontra-se no processo de negócio (Figura 2) na raia do Enfermeiro/Técnico/Auxiliar, no item “Verificar a Prescrição”. No cenário atual, como

não há dependência do sistema, não existem problemas neste ponto, porém podem ocorrer erros manuais. Portanto, garantindo essa premissa de funcionamento, o sistema irá ajudar em todos os Business Drivers.

c. Somente enfermeiras, técnicos em enfermagem e médicos podem ter acesso ao sistema com suas devidas permissões de acesso:

Assim como em um hospital há diversas regras de segurança a serem seguidas, no sistema proposto não pode ser diferente. O sistema deve apenas conceder acesso a usuários cadastrados no sistema que possuem suas devidas permissões de segurança. Dessa forma, evita-se consulta e modificação de dados confidenciais à pessoas não autorizadas. Este item aparece no processo como um todo (Figura 2) sendo necessário para acessar e utilizar o sistema. Como no processo atual não existe sistema, muitas vezes a segurança pode ser burlada, o que pode ser minimizado com o controle de acesso ao aplicativo.

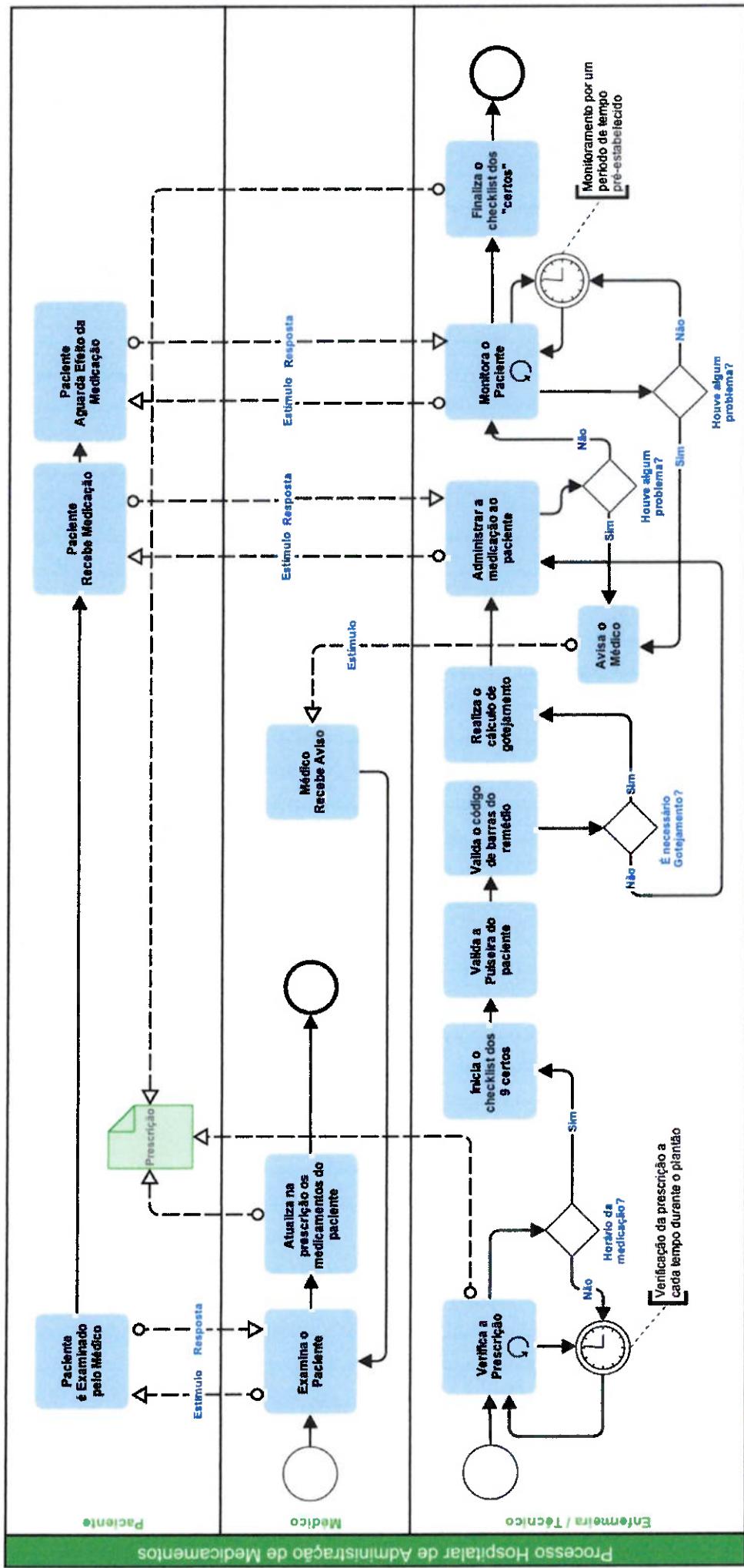


Figura 2 - Processo de Negócio Hospitalar de Administração de Medicamentos

Raia do Paciente

O paciente atua como ser passivo nesse processo, apenas sendo avaliado e medicado pelos profissionais da saúde.

Raia do Médico

O médico examina o paciente e atualiza a sua prescrição, se necessário.

Raia do Enfermeiro/Técnico

O enfermeiro assume o plantão e verifica todas as prescrições médicas. Caso não condiz com o horário da medicação, o enfermeiro aguarda a próxima verificação para visualizar se houve alguma atualização.

Entretanto, se estiver na hora de alguma medicação, inicia-se o processo de administração com a abertura do *checklist* dos nove certos da enfermagem. Em seguida é verificado se corresponde realmente ao paciente. Depois é feita a validação do medicamento a ser utilizado. Nesse ponto, este medicamento deve estar presente na prescrição do paciente validado e também verifica-se o horário da administração devendo estar correto, com margem de erro de 15 minutos, para mais ou para menos. Caso haja a necessidade de gotejamento da medicação, é feito o cálculo, caso contrário, o medicamento é administrado diretamente.

A seguir, se ocorrer algum problema nesse ponto, o médico é comunicado e, por sua vez, examina o paciente reiniciando o ciclo médico. Se estiver tudo em ordem, o enfermeiro entra no período de monitoramento do paciente por um tempo pré-estipulado. Passado esse tempo, é finalizado o *checklist* dos “certos” e finaliza-se o fluxo. Caso o paciente evolua com alguma complicaçāo durante a monitoração, o médico é avisado e o *checklist* atual concluído com comentários.

3.2 RM ODP - *Information*

O modelo estático da arquitetura é demonstrado através do Diagrama de Classes da UML, ilustrado pela Figura 3.

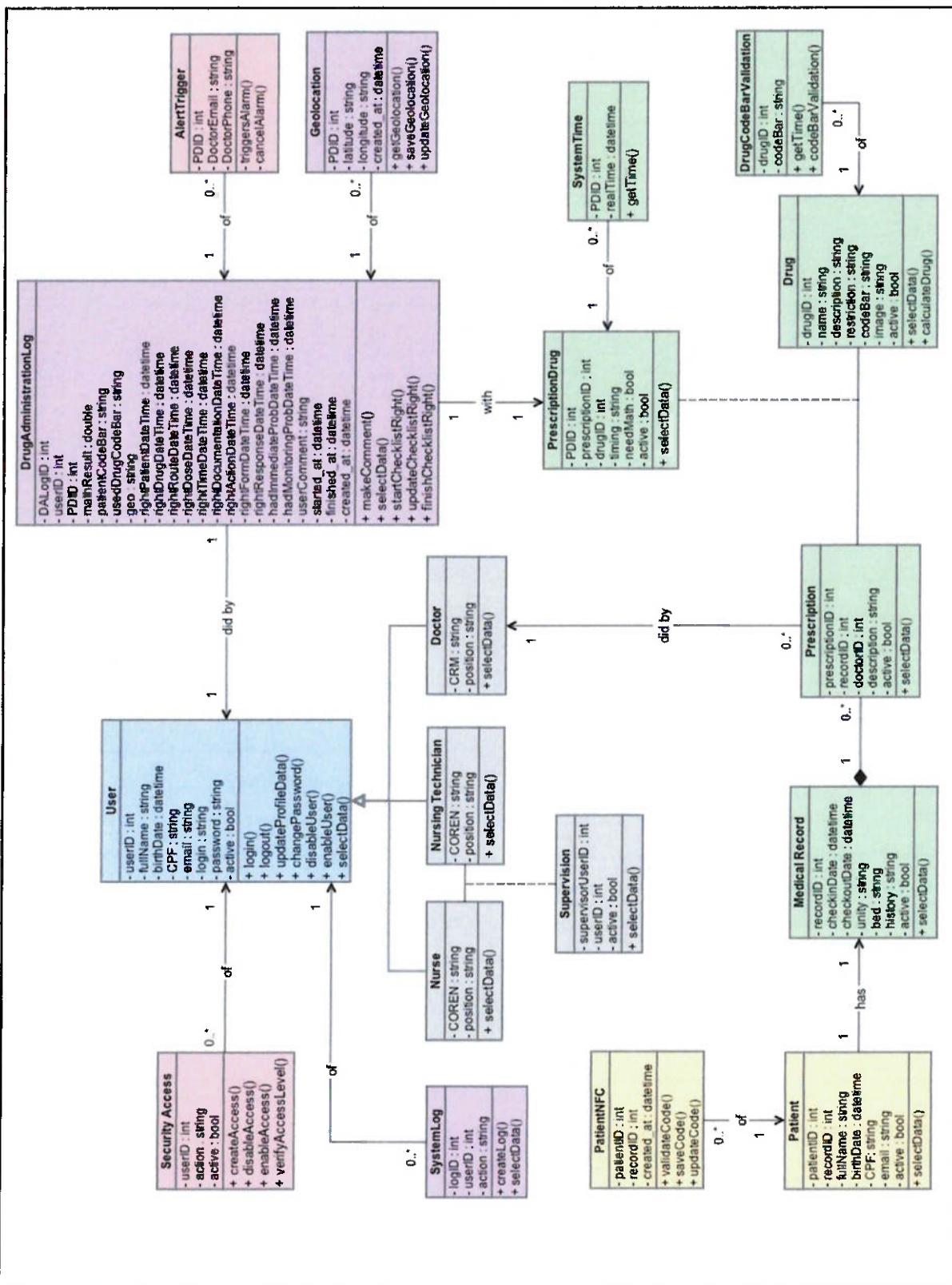


Figura 3 - Diagrama de Classe do Projeto

A principal classe do diagrama é a *DrugAdministrationLog*. Essa classe tem por objetivo, demonstrar o registro do *checklist* dos nove certos, do cálculo de gotejamento, da identificação do paciente, da medicação que foi administrada, dos comentários pontuais e determinar o horário de cada ação.

Atrelada a essa classe, há a *AlertTrigger*, que serve para demonstrar os alertas enviados à equipe médica quando ocorrem problemas na administração de medicamento ao paciente.

A classe *User*, corresponde ao cadastro dos usuários que terão acesso ao sistema, mais precisamente os profissionais de saúde autorizados pelo hospital. Herdam essa classe, as seguintes classes: *Nurse*, *Nursing Technician* e *Doctor*, ou seja, utilizam os mesmos métodos e atributos além de seus respectivos atributos e métodos próprios. No caso de Enfermeiro ou Técnico, existe o atributo COREN que é o Conselho Regional de Enfermagem e no caso de Médico, existe o atributo CRM que é o Conselho Regional de Medicina. Cada classe citada anteriormente tem o atributo *position*, que é o cargo dentro da organização empresarial. Através de uma relação de muitos para muitos, existe a classe *Supervision*, para registrar quais técnicos cada enfermeira coordena.

Atrelado a classe *User*, temos a classe *Security Access*, que é responsável por conceder acesso às diferentes funções do sistema.

A classe *SystemLog*, por sua vez, registra todas as ações feitas em qualquer parte do sistema, mantendo assim um histórico que pode vir a ser consultado posteriormente.

Existem algumas classes que representam os dados hospitalares e as informações dos pacientes, que serão capturadas à partir dos sistemas legados do hospital, são elas: *Patient*, *Medical Record*, *Prescription*, *Drug* e *PrescriptionDrug*. A classe *Patient* corresponde aos dados do paciente internado. A classe *Medical Record* contém os dados do prontuário do paciente, e engloba todo o histórico médico naquele hospital. A classe *Prescription* tem os dados referentes às prescrições diárias de cada paciente. A classe *PrescriptionDrug* define os medicamentos utilizados em cada prescrição. E a classe *Drug* mantém um banco de informações atualizadas de remédios que existem na farmácia do hospital.

Existem mais quatro classes a serem destacadas, a saber: *Geolocation*, com o intuito inovador de guardar as informações referentes ao posicionamento geográfico interno do hospital em que o usuário está. *PatientNFC*, que é responsável pela

captura via NFC da pulseira que identifica o paciente. *DrugCodeBarValidation*, que possibilita a leitura do código de barras do remédio para validação. E a classe *SystemTime*, que garante que o horário que o sistema utiliza para validação da prescrição é um horário fiel, e não pode ser alterado a qualquer momento, comprometendo assim, a administração correta dos medicamentos.

3.3 RM ODP - Computational

O modelo dinâmico do projeto é demonstrado pelos Diagramas de Caso de Uso e Sequência. O intuito dessas ilustrações, é o de facilitar a visualização da ação dos atores envolvidos em cada processo com o sistema proposto.

3.3.1 Diagrama de Caso de Uso – Examinar Paciente

O diagrama de caso de uso Examinar Paciente, ilustrado pela Figura 4, exibe o ator *Doctor* (Médico) com quatro possibilidades de ação, sendo elas:

- **Logar no sistema:** Acessar o sistema. Este item está associado ao Business Driver de segurança.
- **Atualizar Prescrição:** Fazer alterações da prescrição do paciente no sistema legado do hospital. Não necessariamente irá ocorrer essa atualização, apenas se necessário, por isso demonstrado como *<<extend>>*.
- **Examinar Paciente:** O ato médico de examinar.
- **Atender Alerta:** Recebe o alerta de algum problema com determinado paciente e obrigatoriamente deve examinar o paciente, demonstrado por *<<include>>*.

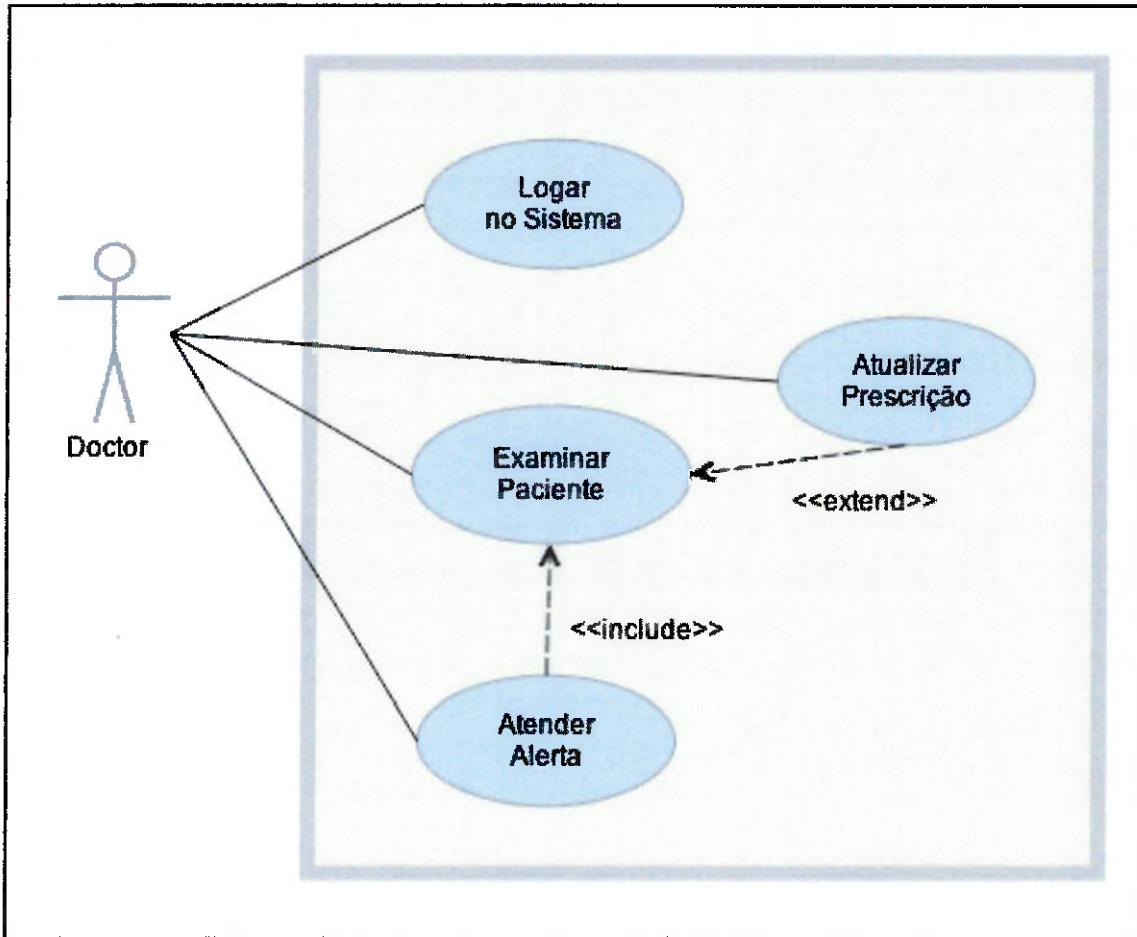


Figura 4 - Diagrama de Caso de Uso : Examinar Paciente

3.3.2 Diagrama de Caso de Uso – Verificar Prescrição

O diagrama de caso de uso Verificar Prescrição, ilustrado pela Figura 5, exibe o ator *User* (Usuário), que pode ser uma *Nurse* (Enfermeira), um *Nurse Technician* (Técnico em Enfermagem) ou um *Doctor* (Médico). Sendo assim, o usuário poderá logar no sistema, verificar a prescrição do paciente e/ou administrar a medicação. Entretanto, nem todas as vezes que for verificada a prescrição, haverá administração, sendo assim representado por <<extend>> no diagrama.

Esse diagrama tem por objetivo mostrar a visão macro da verificação da prescrição e mostrar em que momento aparece a administração da medicação, que será expandida no próximo diagrama.

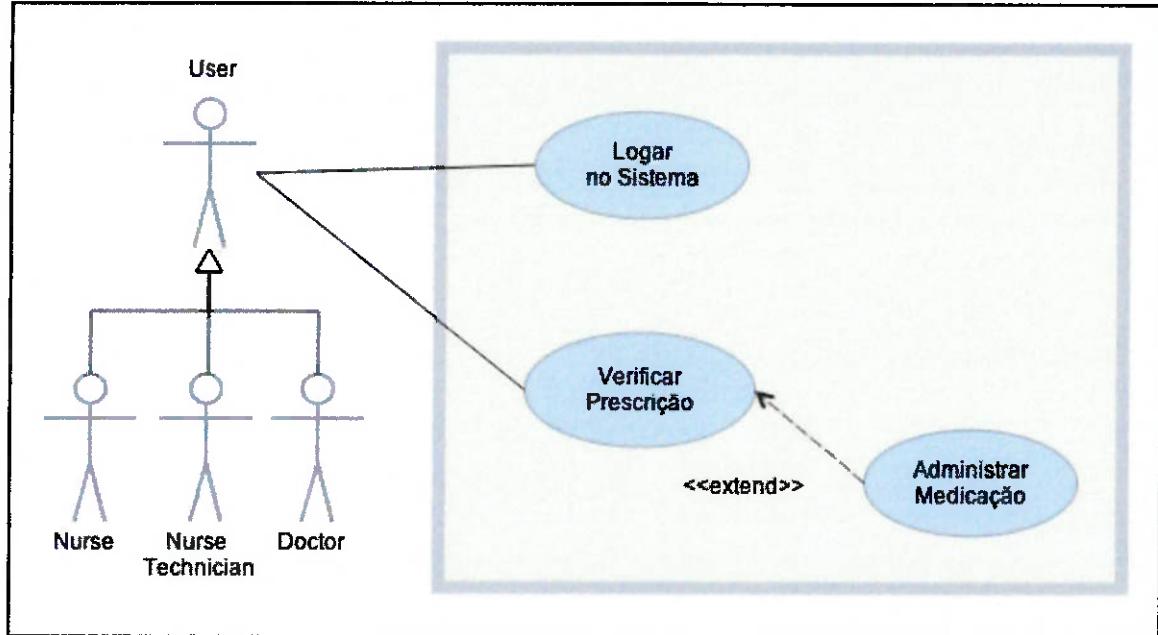


Figura 5 - Diagrama de Caso de Uso : Verificar Prescrição

3.3.3 Diagrama de Caso de Uso – Administrar Medicação

O diagrama de caso de uso Administrar Medicação, ilustrado pela Figura 6, é o principal diagrama de caso de uso do projeto. Neste diagrama podemos visualizar todo o fluxo do processo e suas ações. Este item está associado ao Business Driver de auxílio na diminuição de erros na administração.

- **Passo 1 - Iniciar o Checklist dos 9 Certos:** Nesse ponto é iniciado o processo de administração do medicamento, pelo usuário, através do sistema.
 - **Passo 2 – Validar Pulseira do Paciente:** Ocorre a verificação do paciente pelo sistema, através da validação da pulseira de identificação do paciente.
 - **Passo 3 – Validar Código de Barras do Remédio:** O usuário valida o remédio a ser administrado pelo seu código de barras. Nesse momento, será associado ao paciente validado no passo 2, a sua prescrição, para verificar se existe o remédio receitado e se o horário está correto.
 - **Passo 4 – Realizar o Cálculo de Gotejamento:** Esse passo nem sempre será necessário, por isso representado por <<extend>> no diagrama. Caso seja prescrito um remédio em forma de solução, que exige cálculo, essa tela será apresentada ao usuário.

- **Passo 5 – Administrar o Medicamento:** A equipe de enfermagem irá realizar o procedimento técnico de saúde.
- **Passo 6 – Monitorar Paciente:** O profissional da saúde irá monitorar os sinais vitais do paciente.
- **Passo 7 – Avisar o Médico:** Caso ocorra alguma complicaçāo na evolução do paciente, o usuário poderá alertar o médico.
- **Passo 8 – Finalizar o Checklist dos Certos:** Encerra o fluxo de atendimento e conclui-se os outros “certos” que não podem ser validados pelo sistema e sim, por um profissional da saúde presente.
- **Passo 9 – Atualizar Prescrição:** O usuário deverá atualizar a prescrição no sistema legado do hospital com suas devidas evidências em papel com assinatura e carimbo do profissional.
- **Passo 10 – Atualizar Log:** O sistema atualiza todas os dados gerados durante o processo, no histórico de administração do respectivo medicamento e as ações computadas no histórico geral do sistema.

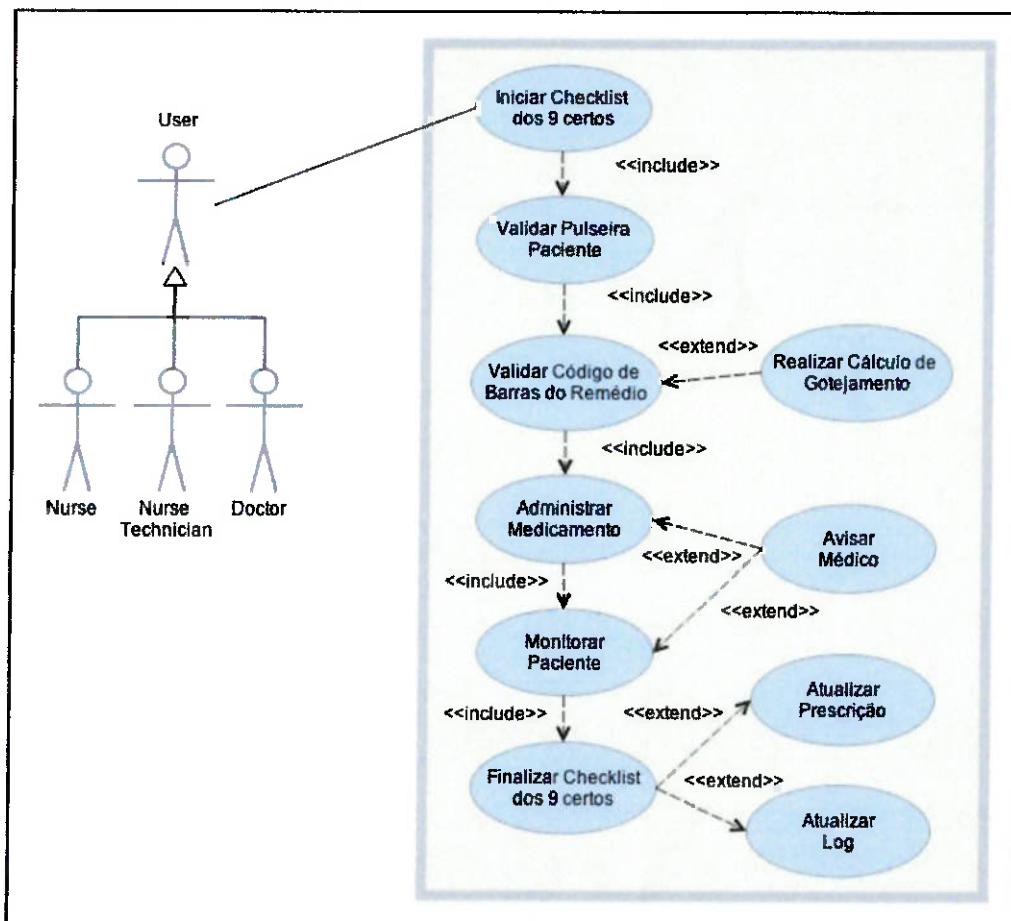


Figura 6 - Diagrama de Caso de Uso : Administrar Medicação

3.3.4 Diagrama de Caso de Uso – Checklist dos 9 Certos da Enfermagem

O diagrama de caso de uso *Checklist* dos 9 certos da Enfermagem, ilustrado pela Figura 7, tem por objetivo esclarecer quais são os “certos” da enfermagem executados no procedimento de administração dos medicamentos. São eles: Paciente Certo, Drogas Certa, Via Certa, Dose Certa, Horário Certo, Documentação Certa, Ação da Drogas Certa, Forma Certa e Resposta Certa.

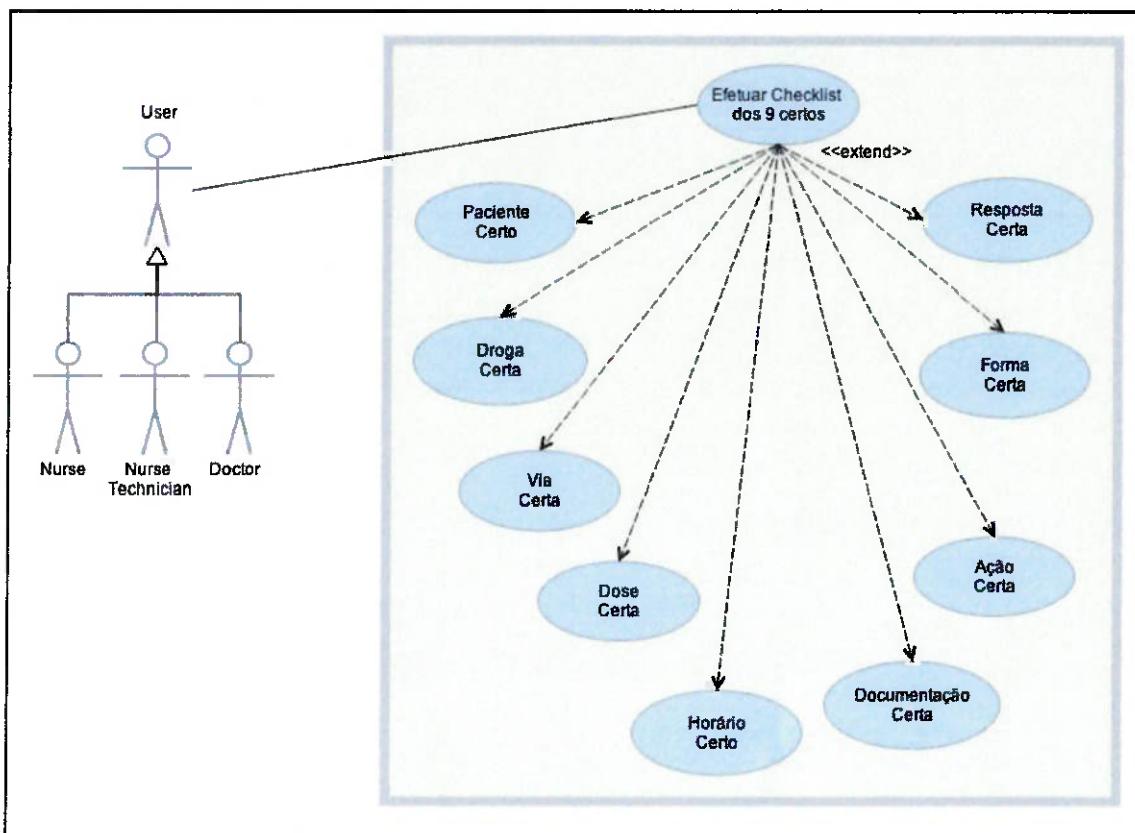


Figura 7 - Diagrama de Caso de Uso : *Checklist* dos 9 Certos da Enfermagem

O sistema ajudará a validar quase todos os itens de forma automática e/ou com a interação do usuário, com exceção dos itens: Via, Documentação, Ação e Resposta. A Via deve ser verificada pelo profissional e escolhida conforme conceitos de saúde. A Documentação garante como evidência o procedimento executado e deve ser em papel com assinatura e carimbo do profissional. A Ação é analisada pelo profissional de maneira a avaliar se a prescrição é condizente com o estado em que o paciente se encontra e a Resposta só pode ser verificada através de monitoração presencial.

3.3.5 Diagrama de Sequência – Administrar Medicação

O diagrama de sequência Administração de Medicação, ilustrado na Figura 8, tem por objetivo demonstrar de forma gráfica as trocas de mensagens do sistema entre suas classes.

O usuário inicia o *checklist*. A data e hora oficial é requerida pelo sistema sempre que necessário para guardar algum dado. Ao iniciar a validação da pulseira do paciente, caso encontre algum problema no cadastro, já informa ao usuário o erro e paralisa o fluxo. Caso contrário atualiza as informações e solicita a validação do remédio pelo código de barras. Da mesma forma, caso esse medicamento não esteja cadastrado, ou não esteja presente na prescrição, ou não seja o horário correto com a margem de erro aplicada, retorna o erro ao usuário e paralisa o procedimento. Caso esteja tudo dentro do esperado, verifica se é necessário o cálculo de gotejamento para o remédio informado e apresenta ou não a tela para o profissional realizar o cálculo. O próximo passo é finalizar os *checklist* dos “certos”.

O sistema captura o posicionamento geográfico do usuário antes da administração do medicamento e salva essa informação.

A qualquer momento o sistema poderá disparar um alerta ao médico por interação do usuário e o usuário também poderá acrescentar um comentário pontual para registro do processo que está sendo realizado.

Tudo que é feito pelo usuário ou pelo sistema é registrado no histórico geral de ações.

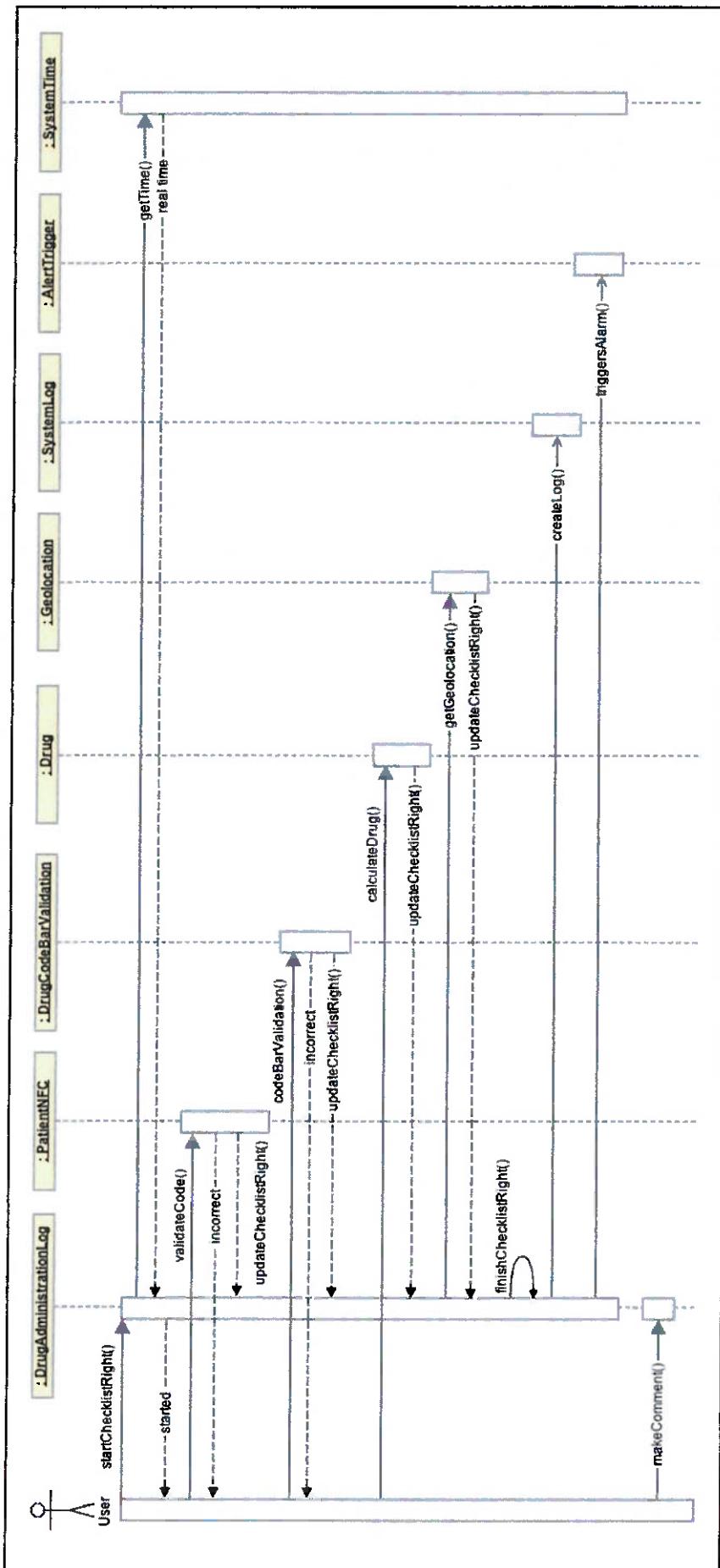


Figura 8 - Diagrama de Sequência : Administração de Medicação

3.3.6 Diagrama de Sequência – Acesso/Controle do Sistema

O diagrama de sequência Acesso/Controle do Sistema, ilustrado na Figura 9, tem por objetivo demonstrar de forma gráfica as trocas de mensagens do sistema entre suas classes, focado na segurança.

O usuário poderá fazer o *login* a qualquer momento desde que possua seus dados de acesso ou se o sistema estiver equipado com biometria. Dessa forma, somente poderá acessar os itens concedidos pela diretiva de segurança do sistema. Poderá ainda, atualizar seus dados de cadastro, alterar sua senha e sair do sistema. Caso seu nível de permissão seja de administrador, poderá criar, habilitar e desabilitar regras de segurança e atribui-las a outros usuários. Poderá também habilitar e desabilitar usuários do sistema.

Todas as ações feitas pelos usuários e pelo sistema serão salvas no histórico geral.

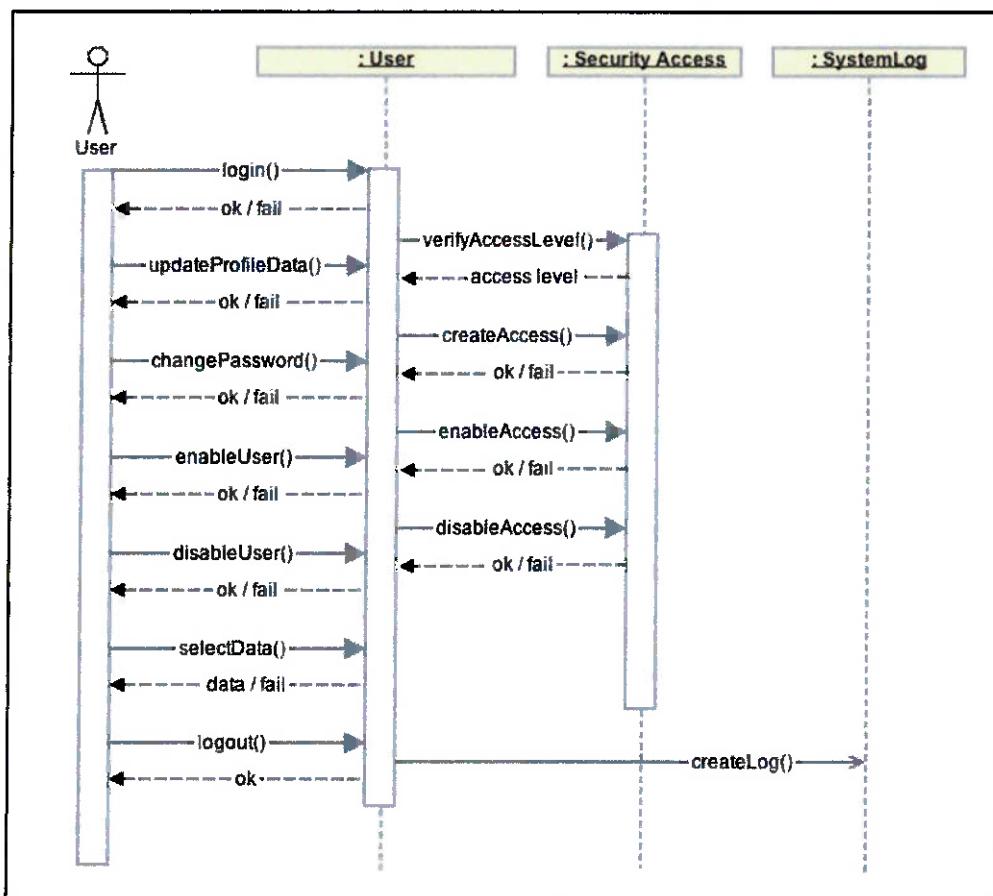


Figura 9 - Diagrama de Sequência : Acesso/Controle do Sistema

3.4 RM ODP – *Engineering*

3.4.1 Diagrama de Infraestrutura

Como tática de engenharia, foi desenhado o diagrama de infraestrutura do projeto, conforme ilustrado na Figura 10.

O intuito desse diagrama é garantir que os requisitos de negócio possam ser atendidos, em termos de disponibilidade, desempenho e segurança.

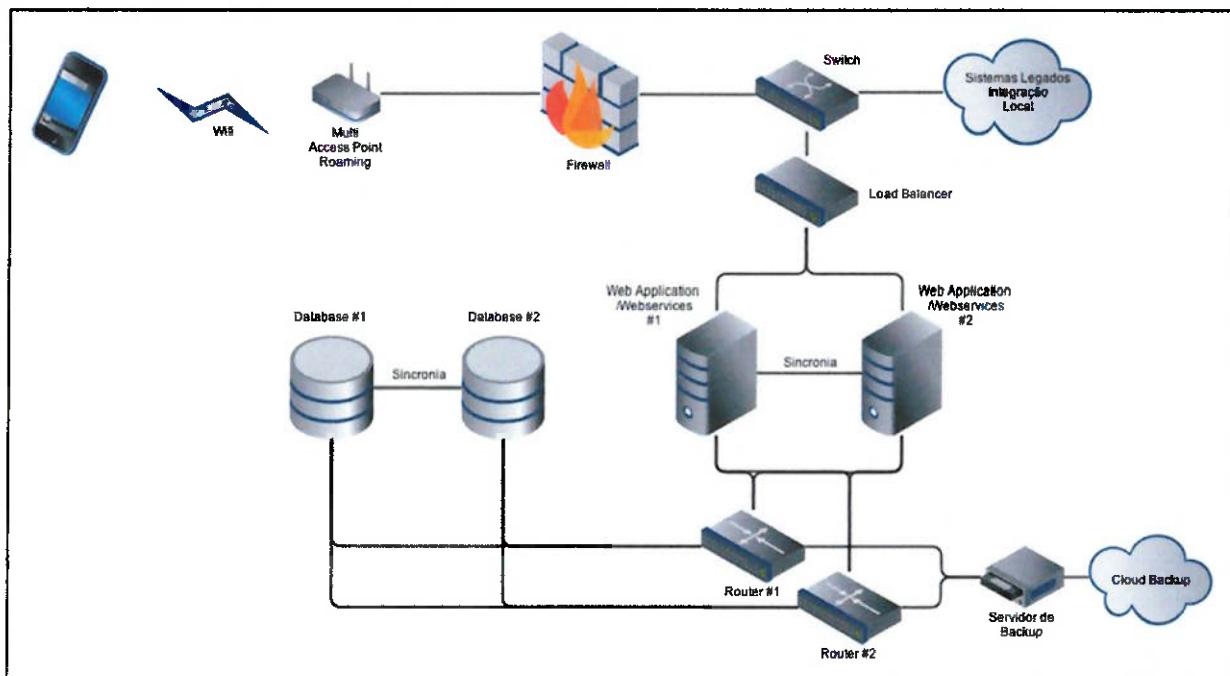


Figura 10 - Diagrama de Infraestrutura

O sistema poderá ser acessado através de dispositivos móveis via rede local e por motivos de segurança e acessibilidade, não poderá ser acessado via internet.

Os Access Points ficarão em *Roaming*, ou seja, disponíveis através do alcance medido pelo raio de cada aparelho. Serão colocados estrategicamente pelo estabelecimento a fim de manter o usuário sempre conectado, sem perder a conexão durante o deslocamento.

Haverá uma *Firewall* garantindo a segurança contra ataques e um *Switch*, responsável pela interligação do sistema proposto com os sistemas legados do hospital.

O *Load Balancer* é responsável por manter a disponibilidade dos servidores de aplicação/serviços. Caso um servidor caia, automaticamente o outro assume. Ambos estarão sempre em perfeita sincronia.

Em relação aos Roteadores, serão 2 aparelhos a fim de garantir a disponibilidade das bases de dados. Caso um roteador caia o outro continua com a função de direcionar as bases.

As Bases de Dados serão 2 em perfeita sincronia. Caso uma caia, a outra poderá assumir sem interferências.

Haverá também um servidor de *backup* com redundância em *cloud*.

Optou-se por uma arquitetura orientada a serviços, de forma que o aplicativo desenvolvido possa acessar uma camada de serviços com as regras de negócios implantadas no servidor.

Alguns mecanismos foram concebidos para garantir a segurança dos dados:

- Comunicação utilizando criptografia SSL através do protocolo HTTPS;
- Autenticação dos serviços a serem consumidos. Com este intuito foi elaborado um serviço de autenticação que, ao receber um *login* e senha válidos, retorna um *token* de autenticação com validade de 6 horas, renovadas a cada utilização, e que deve ser passado na chamada dos serviços restritos.

3.4.2 Diagrama de Componentes

O diagrama de componentes (Figura 11), exibe uma tática arquitetural para que o sistema possa funcionar em diversas possibilidades dentro da infraestrutura de rede de servidores, como por exemplo, em sistemas distribuídos.

O componente 1 agrupa as classes de usuário e as respectivas classes que são herdadas, além da supervisão e segurança de acesso.

O componente 2 une as principais classes do sistema, que são os registros de log do sistema, os registros de log da administração de cada medicamento, geolocalização e alertas ao médico.

O componente 3 relaciona o sistema legado do hospital com Paciente, Prontuário, Prescrição, Itens da Prescrição e Remédio às classes de controle

da pulseira do paciente por NFC, data e hora fiel do sistema e validação do código de barras dos remédios.

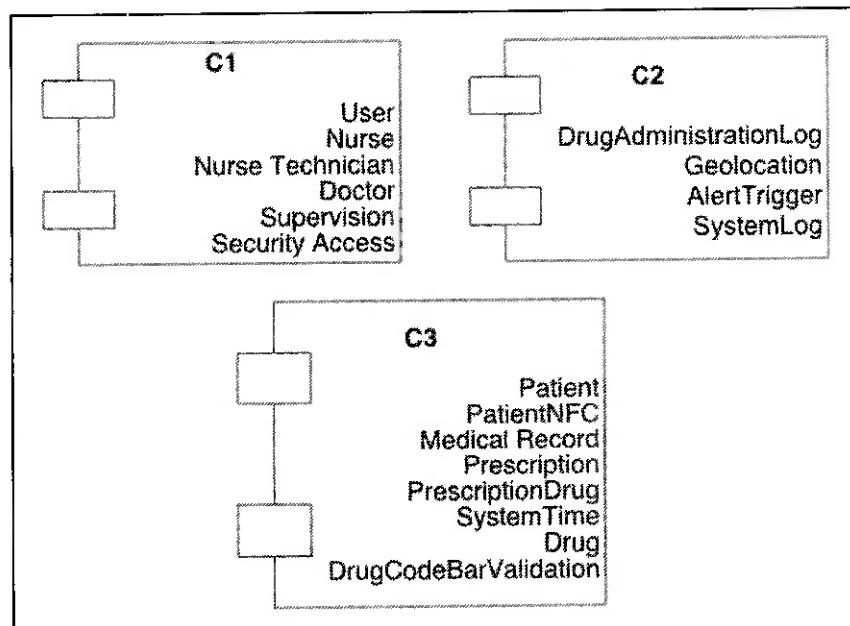


Figura 11 - Diagrama de Componentes

3.5 RM ODP – Technology

3.5.1 Desenvolvimento e Tecnologia

Existem diversas linguagens de programação, bancos de dados e tecnologias que podem ser utilizadas para a execução deste projeto. Na Figura 12, podemos observar algumas delas.

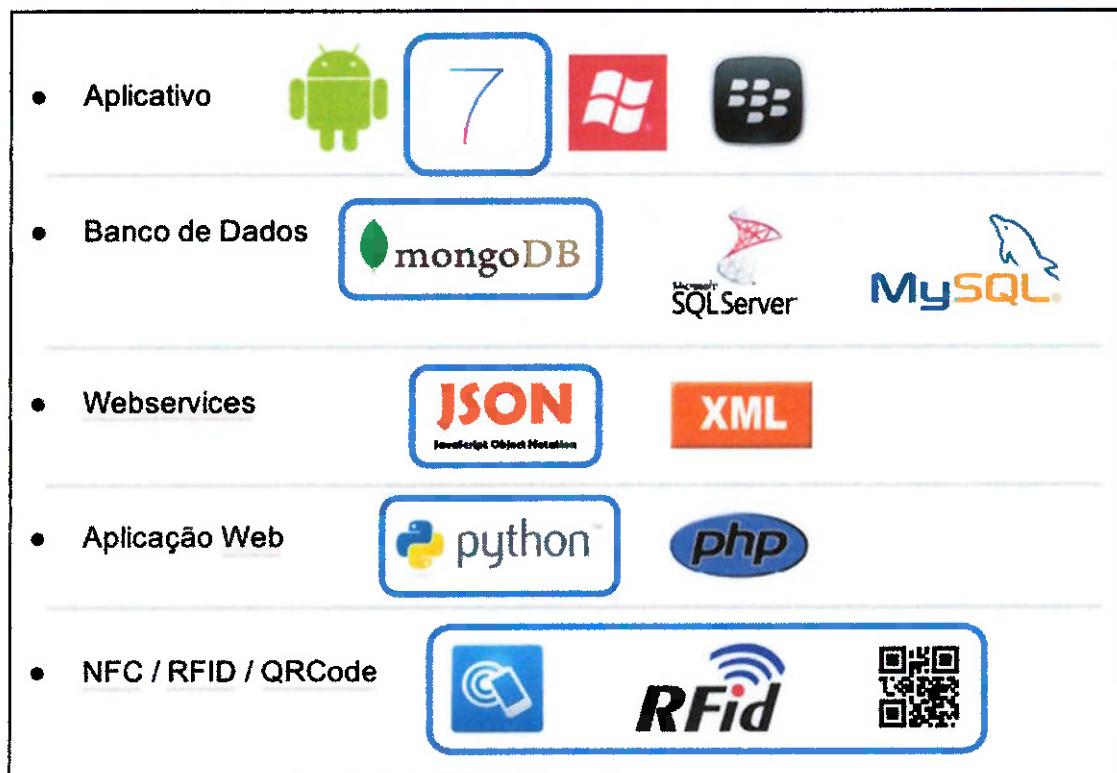


Figura 12 - Desenvolvimento e Tecnologias

Para desenvolvimento do aplicativo temos: Android, iOS, WindowsPhone e BlackBerry. Em Banco de Dados: MongoDB, SQLServer e MySQL. Na elaboração dos serviços, pode ser usado JSON ou XML. No desenvolvimento da aplicação web, podem ser utilizadas as linguagens de programação Python e PHP. E como tecnologias possíveis para as demais funcionalidades, temos o NFC, RFID e o QRCode.

Mesmo listando uma série delas, a tecnologia de informação é muito vasta e existem diversas outras que podem ser adaptadas para execução deste projeto.

Tomando como base esse universo, os itens circulados na Figura 12 indicam uma melhor combinação para esta arquitetura proposta.

A plataforma iOS com a linguagem Objective-c, se justifica pela estabilidade do sistema operacional e pela pouca fragmentação dos tipos de dispositivos (iPhone 4/5 e iPad 2/3) em comparação aos demais. Como ponto negativo, temos o alto nível de segurança da Apple, que não permite que determinados projetos sejam publicados em virtude de sua rigorosa política.

O MongoDB é melhor aplicado em função de não ser relacional (NoSQL), garantindo um melhor processamento e por ter funcionalidades específicas para a geolocalização. Ele trabalha com coleções JSON. Um ponto negativo é a necessidade de um servidor próprio para a execução e configuração desse banco.

O serviço em JSON caracteriza-se por ser mais usual e pela integração rápida com o banco de dados MongoDB.

Já a aplicação com o Python, contém camadas elaboradas especificamente para acelerar o seu processamento. A estrutura de engenharia deve estar de acordo com as configurações necessárias para que o Python tenha o melhor desempenho, conforme mostrado no item 3.4.

As tecnologias devem ser escolhidas observando o índice de assertividade necessária e o custo a ser empregado no projeto. O indicado em vista da inovação é o NFC. Um ponto negativo é que alguns aparelhos móveis não estão equipados com essa tecnologia e necessitam utilizar hardwares externos.

3.5.2 Wireframe

Para ter uma visualização inicial, foi feito um esboço de algumas telas do aplicativo.

A tela inicial do aplicativo é composta pelos campos de *login*, que consiste no número do COREN do enfermeiro, técnico e auxiliar de enfermagem ou o CRM do médico e sua respectiva senha, conforme pode ser visto na Figura 13.

Após clicar no botão entrar (Figura 13), é feita a autenticação e o menu do aplicativo é carregado (Figura 14). Nessa tela podem ser realizadas cinco ações: 1 – Iniciar a administração do medicamento de forma sequencial, ou seja, seguir automaticamente os passos seguintes de 2 até 4; 2 – Validar o código de barras do medicamento; 3 – Fazer o cálculo de gotejamento; 4 – Realizar o *checklist* de “certos”; 5 – Sair do sistema.

Na Figura 15, temos a tela onde é possível ler o código de barras do medicamento através da câmera. Assim que o aplicativo conseguir detectar o código de barras, passa automaticamente à tela ilustrada pela Figura 16.



Figura 13 - Tela Inicial

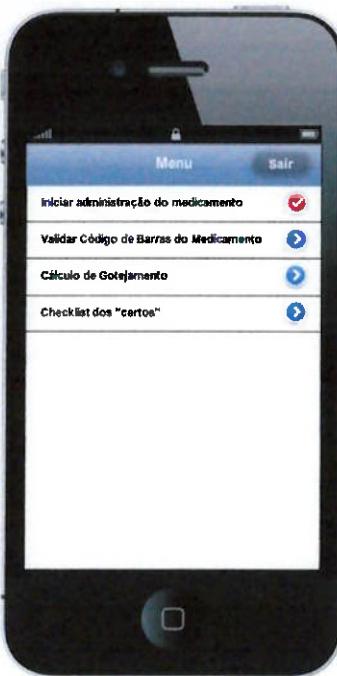


Figura 14 -- Menu

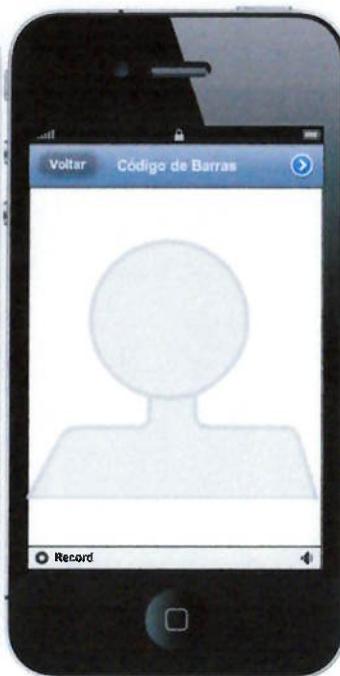


Figura 15-Código de Barras



Figura 16-Medicamento

Figura 17-Gotejamento

Figura18-Checklist "certos"

Na Figura 16, podemos ver a imagem do medicamento reconhecido pelo sistema e seu nome com informações pertinentes. Quando a equipe de enfermagem verificar que o remédio está correto, poderá à seguir tocar na seta azul que se encontra no canto superior direito do aplicativo e ir para tela de cálculo de gotejamento, caso o sistema verifique a necessidade de cálculo para este medicamento (Figura 17).

Para o cálculo do gotejamento existem duas possibilidades: o cálculo em microgotas onde o volume total da solução, é dividido pelo tempo e o cálculo em macrogotas no qual o volume total é dividido pelo tempo multiplicado por três. Para isso, basta informar o volume na unidade de medida mililitros e o tempo em horas em que deve ser aplicado. Ao tocar em calcular, o resultado é exibido. Para prosseguir, basta tocar na seta azul que se encontra na mesma localização da tela anterior (Figura 17).

Esta é a última e mais importante etapa do aplicativo. Na Figura 18, existem 9 itens, chamados de “certos” da enfermagem, em que o enfermeiro poderá marcar todos os itens, de forma a validar todas as informações para a administração do medicamento. Ao validar todos os itens e tocar na seta azul, encerra-se o fluxo do aplicativo. Note que, na Figura 18, os itens “Droga” e “Dose” já vem marcados, indicando assim que essas verificações já

foram feitas nos passos anteriores. Caso o enfermeiro precise de apenas um dos itens, é possível ir direto à funcionalidade retornando ao menu pelo botão voltar que aparece no canto superior esquerdo da tela.

O usuário não poderá pular passos na administração de medicamentos caso o sistema não os valide. O acesso ao menu serve exclusivamente para consultas cotidianas.

Com esta apresentação conclui-se a solução proposta para o projeto de arquitetura de automação de negócios, cujo objetivo é o de auxiliar na administração e cálculo correto de medicamentos em enfermagem, através de um aplicativo para dispositivos móveis.

No próximo capítulo iremos tratar do método de avaliação ATAM, com o intuito de testar a arquitetura proposta neste capítulo e apontar possíveis falhas, pontos de atenção, riscos, *tradeoffs* e a viabilidade da implementação e lançamento do projeto.

4. ATAM

Neste capítulo será apresentada a metodologia de avaliação de arquitetura de software (ATAM) aplicada à proposta descrita no Capítulo 3.

O objetivo desta avaliação é gerar indícios para o desenvolvimento e lançamento do sistema proposto. Os indícios que serão analisados contemplam, entre eles, a identificação de riscos e não riscos, pontos de atenção ao desenvolvimento e possíveis medições que devem ser realizadas durante os testes.

4.1 Apresentação do ATAM, da Arquitetura e das Motivações de Negócio

A apresentação da metodologia ATAM foi apresentada no Capítulo 2, no item 2.2 e é de suma importância seu conhecimento para entendimento deste capítulo.

A arquitetura proposta foi apresentada no capítulo anterior (Capítulo 3) e será aplicada ao ATAM para obtenção dos resultados.

Conforme os *Business Drivers* listados no Capítulo 3, no item 3.1, são três principais requisitos de negócio que motivam o desenvolvimento do sistema:

- a) diminuição dos erros de administração de medicamentos pela equipe de enfermagem;
- b) garantir a disponibilidade do sistema 24 horas por dia;
- c) somente enfermeiras, técnicos, auxiliares de enfermagem e médicos podem ter acesso ao sistema com suas devidas permissões de acesso.

4.2 Mecanismos

São apresentados os estilos arquiteturais e seus mecanismos previstos na solução proposta do sistema, no Capítulo 3, item 3.4.3:

- **Requisito:** O sistema não deve perder informações preenchidas pelo usuário, durante o uso, caso o aplicativo perca a conexão com o servidor.

- **Mecanismos:** Salvar todas as informações de forma off-line no aplicativo para posterior envio ao servidor.
- **Requisito:** O sistema deve ter um tempo de resposta de 3 segundos 99% das vezes.
 - **Mecanismos:**
 - ✓ A conexão deve ser local (mais rápida) e deve haver redundância de servidor de aplicação/serviços, base de dados e roteadores.
 - ✓ Monitorar as transações e hardware afim de acionar a manutenção preventiva para troca de peças e largura de banda, quando necessário.
- **Requisito:** O sistema deve autorizar o acesso e níveis de permissões dos usuários.
 - **Mecanismos:** Utilizar biometria (impressão digital) ou *login* e senha (como segunda opção) e habilitar permissões de acesso individuais previamente cadastradas.
- **Requisito:** O sistema não deve permitir que o usuário utilize o aplicativo por mais de 20 minutos.
 - **Mecanismos:** Encerrar a sessão de acesso após cada ciclo de administração de medicamento ou após 20 minutos do *login* (o que vier primeiro).
- **Requisito:** O sistema não pode perder nunca nenhuma informação cadastrada no servidor.
 - **Mecanismo:** Utilizar servidor de *backup* e redundância em *cloud*.

4.3 Geração da Árvore dos Atributos de Qualidade

São apresentados os atributos de qualidade do sistema com os possíveis cenários levantados:

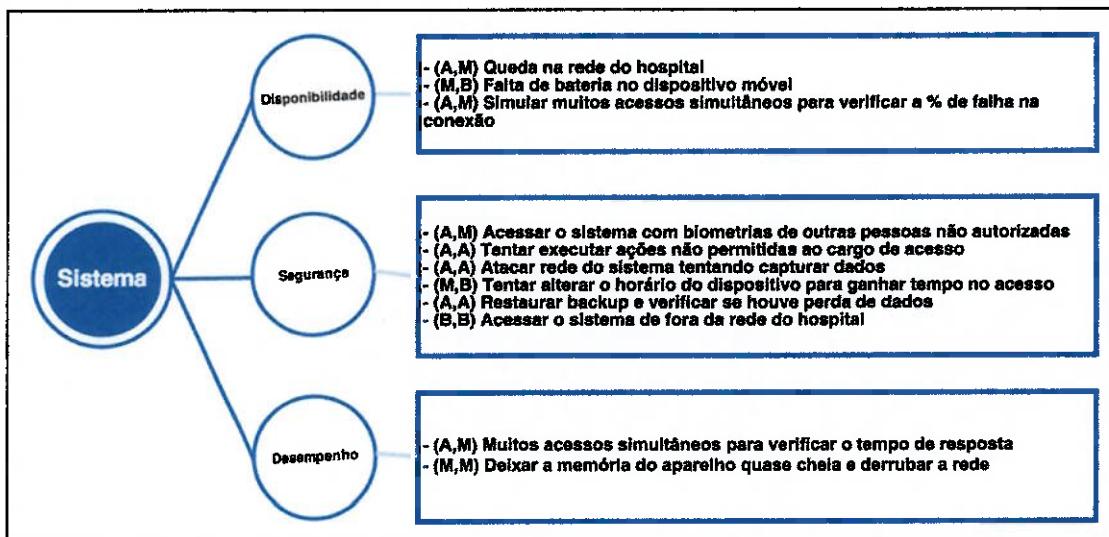


Figura 19 - Árvore de Atributos de Qualidade

Na Figura 19, temos o sistema sendo analisado por três principais atributos de qualidade que atendem ao negócio: Disponibilidade, Segurança e Desempenho. Para cada atributo podemos notar os cenários levantados, com duas letras separadas por vírgula e entre parênteses. Essas letras informam a priorização com o grau de importância do ponto de vista de negócio e técnico. Nesta figura, a primeira letra condiz a prioridade de negócio e a segunda a prioridade técnica. A letra "A" significa Alto, a letra "B", significa Baixo e a letra "M", significa Médio.

4.4 Análise dos Estilos de Arquitetura

A análise arquitetural é feita para identificar os riscos, não riscos e *trade-offs*:

- **Cenários de Disponibilidade**
 - **Cenário 1 – Queda na rede do hospital**
 - **Cenário 2 – Falta de bateria do dispositivo móvel**
 - ✓ Risco: Espaço de armazenamento do dispositivo móvel.

- ✓ Não Risco: Salvar todas as informações de forma off-line no aplicativo para posterior envio ao servidor.
- ✓ *Trade-offs*: Ganho de disponibilidade e perda de desempenho.
- ✓ Análise: Os aparelhos móveis deveriam ter uma memória de armazenamento de, no mínimo, 32GB para aguentar a indisponibilidade do servidor por tempo elevado, mesmo que não necessite. Também deveriam ocorrer alertas para substituir ou enviar o equipamento ao departamento de TI caso o limite de espaço se encontre menor do que 1GB.
- **Cenário 3 – Simular muitos acessos simultâneos para verificar a % de falha na conexão**
 - ✓ Não Risco: O sistema deve ter um tempo de resposta de 3 segundos 99% das vezes.
 - ✓ Análise: Caso o hospital esteja lotado de pacientes, as requisições ao sistema serão proporcionalmente maiores e, dessa forma, pode ocorrer indisponibilidade do sistema. Como solução de engenharia, há redundância de servidores, banco de dados, roteadores e *load balancer* com chaveamento imediato. Considerando uma média geral de 1 enfermeira com 3 técnicos, 1 médico, 1 residente, os acessos tem um número de 6 simultâneos por setor. Como há uma variação grande de quantidade de funcionários/setores por plantão, os hospitais devem analisar antecipadamente a estrutura e seus departamentos para melhor adequação da infraestrutura.
- **Cenários de Segurança**
 - **Cenário 4 – Acessar o sistema com biometrias não autorizadas**

- **Cenário 5 – Tentar executar ações não permitidas ao cargo de acesso**
 - ✓ Risco: Utilização de dedos com molde de silicone.
 - ✓ Não Risco: O sistema deve autorizar o acesso e níveis de permissões dos usuários.
 - ✓ *Trade-offs:* Troca de biometria por senha.
 - ✓ Análise: No caso dos usuários permitirem que suas senhas sejam utilizadas por outros usuários, mesmo que haja um histórico de ações do sistema, trata-se de uma violação de segurança e pode gerar efeitos deletérios aos pacientes. Dessa forma, a troca de senha em um período mensal faz com que essa segurança seja aumentada. No caso de se utilizar a biometria a segurança passa a um nível mais alto que podemos adequar atualmente a este projeto. Ainda assim, pode-se utilizar combinação de biometria e senha para se aumentar o nível de segurança ou então apenas como suporte, caso a biometria falhe.
- **Cenário 6 – Atacar a rede do sistema tentando capturar dados**
 - ✓ Risco: Roubo de informações como dados de pacientes e prontuários.
 - ✓ Análise: Uma maneira de impedir esse tipo de ataque seria criptografia dos dados do sistema.
- **Cenário 7 – Tentar alterar o horário do dispositivo para ganhar tempo no acesso**
 - ✓ Não Risco: O sistema não deve permitir que o usuário utilize o aplicativo por mais de 20 minutos.
 - ✓ Análise: O intuito desse requisito é que ninguém possa utilizar o aparelho indevidamente. Dessa forma, caso o usuário esteja no meio de um procedimento longo, deverá aparecer um alerta para que ele mantenha a sessão por mais 20 minutos, somente podendo renovar a sessão uma única vez.

Existem poucos procedimentos que durem mais de 40 minutos. Caso ocorra algum procedimento com tempo superior, o usuário deverá se logar a fim de manter a segurança do sistema. Conforme o primeiro requisito apresentado, todas as informações serão sempre salvas, garantindo que o usuário não perca nada que já foi realizado. Há um controle com horário real do sistema via banco de dados e servidor, de forma que o horário do aparelho não afete os procedimentos.

- **Cenário 8 – Restaurar backup e verificar se houve perda de dados**
 - ✓ Não Risco: O sistema não perder nenhuma informação cadastrada no servidor.
 - ✓ Análise: Na pior das hipóteses, em caso de falha em todas as redundâncias de engenharia ou falha de várias peças de hardware ao mesmo tempo, há o backup com redundância em *cloud* que garante que os dados não serão perdidos, visto que todos os dados são salvos a cada minuto.
 - **Cenário 9 – Acessar o sistema de fora da rede do hospital**
 - ✓ Não Risco: Somente pode ser acessado pelos pontos de acesso nos corredores do hospital.
-
- **Cenários de Desempenho**
 - **Cenário 10 – Muitos acessos simultâneos para verificar o tempo de resposta**
 - **Cenário 11 – Deixar a memória do aparelho quase cheia e derrubar a rede**
 - ✓ Não Risco: O sistema deve ter um tempo de resposta de 3 segundos 99% das vezes

4.5 Apresentação de Resultados

O processo de avaliação desse projeto gerou os seguintes artefatos:

- Lista dos Business Drivers
- Lista de Requisitos não Funcionais
- Árvore de Atributos de Qualidade
- Lista de Cenários
- Análise dos Cenários
- Lista de Riscos, Não Riscos e *Trade-offs*

Durante a análise dos cenários apareceram três riscos (Cenários 1, 2, 5 e 6) que afetam a utilização do sistema durante a avaliação do método. Felizmente, para todos foram encontradas soluções técnicas que devem ser observadas em sua implementação. Ficou nítido que a parte relativa à engenharia é de fator predominante para o sucesso da utilização do sistema.

Do ponto de vista de negócios, os cenários e requisitos colocados, são aceitáveis para que o projeto seja desenvolvido, porém deve-se tomar cuidado com a parte de criptografia dos dados. Fator que deve ser implantado o quanto antes para que sua publicação seja segura.

Como melhorias e trabalhos futuros pode-se pensar em uma estrutura mais robusta, de modo que o sistema fique disponível 99,9% das vezes e com mais de 30 acessos simultâneos por setor. Também seria interessante ter uma inteligência artificial fidedigna que possa marcar intervalos recorrentes de tempo, nos momentos em que o hospital/setor apresenta maiores picos.

Como pontos positivos da arquitetura estudada temos os conceitos de inovação e segurança: pulseiras com NFC, leitor de código de barras para validação de medicamentos e access points em *roaming*, para que não haja problemas de queda de conexão no deslocamento interno do hospital.

Os resultados encontrados com a aplicação do ATAM neste trabalho mostram-se, portanto, satisfatórios para o desenvolvimento e posterior lançamento de uma primeira versão do sistema.

5. CONCLUSÕES

5.1 Objetivo Atingido e Contribuições

Com base na proposta apresentada e nas considerações finais, conclui-se que existe uma necessidade muito grande na área da saúde, mais especificamente na enfermagem, em relação à tecnologia da informação e a como os processos de negócio podem ser automatizados, a fim de agilizar e também ajudar na prevenção de erros variados com o paciente.

O RM-ODP, base da aplicação proposta, é de suma importância para automatização do processo hospitalar e para tornar o projeto repetível, ou seja, para que possa ser feito em diversas tecnologias e maneiras usando a automatização elaborada. Dessa forma, a arquitetura proposta pode ser desenvolvida para qualquer sistema operacional de aparelhos móveis do mercado. Além disso mostrou que os 5 pontos de vistas estudados garantem uma arquitetura completa e que não seria possível se não houvesse uma grande sinergia entre todos eles.

O ATAM atribuiu valor a proposta, de forma que todos os cenários fossem analisados, contemplando os riscos e pontos de atenção, para que se verificasse a viabilidade do projeto antes de sua implementação. Com essa análise verificou-se um desdobramento de cenários importantes para o desenvolvimento, que não haviam sido pensados antes, e que irão ajudar o projeto para que tenha sucesso em sua implementação. O ATAM mostrou portanto, que o projeto tem grande viabilidade de publicação e utilização dentro do aceitável para os padrões de negócio, mostrando que os profissionais de saúde podem utilizar o sistema em seu período de trabalho, substituindo os processos manuais.

5.2 Dificuldades Encontradas

Houve um estudo relativamente grande em relação a área da enfermagem, aos 9 certos e ao processo hospitalar para que fosse possível

entender todas as regras de negócio, suas exceções, e fazer com que a arquitetura proposta contemplasse todas as medidas necessárias para substituir o processo manual.

5.3 Trabalhos Futuros

Para a continuação e o aprimoramento deste trabalho, sugiro como proposta futura o estudo de outras tecnologias que ajudem ainda mais a evitar os erros na administração de medicamentos. Como exemplo, podemos citar a administração de drogas que necessitam de gotejamento. Sugerimos que exista uma tela que simule o cair das gotas em velocidade real, obtido através do cálculo já existente, a fim de, comparar o gotejamento virtual da medicação ao gotejamento real. Dessa forma, colocando-se lado a lado o dispositivo móvel ao equipo de infusão, poderemos ajustar a velocidade de acordo com o desejado. Essa é uma dificuldade bem comum, que pode ser resolvida apenas observando-se o cair das gotas, ao invés de se observar simultaneamente o relógio.

Em contato com os profissionais da saúde, podemos observar que existem muitas outras áreas que podem ser beneficiadas com a tecnologia voltada a aplicativos e, como sugestão para trabalhos relacionados, sugiro o desenvolvimento de uma proposta para Triagem Hospitalar. Atualmente a demora na triagem e na comunicação com o médico, muitas vezes por motivos de longos procedimentos burocráticos (papel), faz com que muitos pacientes tenham seus quadros comprometidos pela demora no atendimento.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Segurança do Paciente e Qualidade em Serviços de Saúde: uma Reflexão Teórica Aplicada à Prática. 2013. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/cartilha1.pdf>>. Acesso em 08/12/2013.

ABELINO, V. F. MERUSA: Metodologia de Especificação de Requisitos de Usabilidade e Segurança Orientada para Arquitetura. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, 2005.

BARBACCI, M. et al. Quality attribute workshops (QAWs). 3th ed. Pittsburgh: Software Engineering Institute, Aug. 2003. (Technical Report CMU/SEI-2003-TR-016).

BARDRAM, J. E.; CHRISTENSEN, H. B. Pervasive Computing Support for Hospitals: An overview of the Activity-Based Computing Project. Em: IEEE Pervasive Computing, vol. 6, issue 1, p. 44-51, 2007.

BAYER S. A.. Glicocare. 2013. Disponível em: <<https://itunes.apple.com/br/app/glicocare/id477974723>>. Acesso em 08/12/2013.

BECERRA, J. L. R. Aplicabilidade do padrão de processamento distribuído e aberto nos projetos de sistemas de automação. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

BONOME K. S.; SANTO C. C. D.; PRADO C. S.; SOUSA F. S.; PISA I. T. Disseminação do Uso de Aplicativos Móveis na Atenção À Saúde. In: XIII Congresso Brasileiro em Informática em Saúde, CBIS, 2012

CETIC. Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação: TIC Domicílios e Usuários 2012. Disponível em: <<http://www.cetic.br/usuarios/tic/2012/index.htm>>. Acesso em: 20 junho 2013.

COLLUCCI, C. Os erros em enfermagem. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/columnas/claudiacollucci/1188482-os-erros-de-enfermagem.shtml>>. Acesso em: 20 junho 2013.

COREN. 10 Passos para a Segurança do Paciente. COREN-SP, 2010. Disponível em: <http://www.corensp.org.br/sites/default/files/10_passos_seguranca_paciente_0.pdf>. Acesso em 20/10/2013.

COREN. Erros de Medicação. COREN-SP, 2011. Disponível em: <http://inter.coren-sp.gov.br/sites/default/files/erros_de_medicacao-definicoes_e_estrategias_de_prevencao.pdf>. Acesso em 08/12/2013.

DLIFE. Diabetes Companion. 2012. Disponível em: <<https://itunes.apple.com/us/app/diabetes-companion/id360403719>>. Acesso em 08/12/2013.

EGYHAZ, C. MUKHERJI, R. Interoperability Architecture Using RM-ODP, Communications of The ACM, feb. 2004, Vol.47 no2, p 93-97

GARRITTY C., El Eman K. Whoís using PDAs? Estimates of PDA use by health care providers: a systematic review of surveys. J Med Internet Res. 2006; 8(2):e7

ISO/IEC 10746-1. Information technology — Open Distributed Processing — Reference model: Overview. 1998.

J2EE REST. Disponível em: <<http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>> Acesso em: 19 junho 2013.

KAMAKURA D.; PIROLA V. **Programa e-Mobile na AMIL**. São Paulo, 2012.
KAUTZMANN, T. **Uma Aplicação Móvel de Acesso ao Prontuário Médico**. Universidade Regional do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2012.

LIMA, M. N. **Saúde Móvel - Conceitos, Iniciativas e Aplicações**. Clube de Autores, 2010.

LOPES B.C.; VARGAS M. A. D. O.; AZEREDO N. S. G; BEHENCK A. **Erros de Medicina Realizados pelo Técnico de Enfermagem na UTI: Contextualização da Problemática**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.revista.portalcofen.gov.br/index.php/enfermagem/article/download/214/135+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em 20/10/2013.

MARAN, V. **Um Serviço de Persistência de Contexto e Seleção Contextualizada de Documentos para a Arquitetura ClinicSpace**. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria – RS – Brasil, 2011.

MEDPHONE. **Guia em Emergências**. 2013. Disponível em: <<https://itunes.apple.com/br/app/guia-em-emergencias/id646029340?mt=8>>. Acesso em 08/12/2013.

MURAKAMI, A.; KOBAYASHI, L. O.; TACHINARDI, Umberto; GUTIERREZ, Marco Antonio; FURUIE, Sérgio Shiguime; PIRES, F. A. . **Acesso a Informações Médicas através do Uso de Sistemas de Computação Móvel**. In: IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2004, Ribeirão Preto. Anais do IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2004. v. 2004. p. 39-44.

NETO, O. C. V. **Análise de Disponibilidade em Sistemas de Software na Web**. Tese (Mestrado), Universidade de São Paulo, 2009.

OCA. **Ferramenta de Cálculo de Gotas**. 2013. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.oca.gotejamento&hl=pt_BR>. Acesso em 08/12/2013.

OLIVEIRA E.S. **Erros na Administração de Medicamentos**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/inca/curso_eros_na_administracao_elson.pdf>. Acesso em 20/10/2013.

OLIVEIRA, Thiago, Costa, Francielly, **Desenvolvimento de Aplicativo Móvel de Referência Sobre Vacinação no Brasil**, J. of Health Inform. 2012; 4(1):23-7

OLUMOFIN F, MISIC V. **Extending the ATAM architecture evaluation to product line architectures**. Proceedings 5th IEEE/IFIP Working Conference on Software Architecture (WICSA). IEEE Computer Society Press: Los Alamitos CA, 2005; 45–56

PONTES, D. P. N. **Evolução de Software Baseada em Avaliação de Arquiteturas**. Tese (Mestrado), Universidade de São Paulo, 2012.

WHO. **World Health Organization, Global Observatory for eHealth. mHealth, New Horizons for Health through Mobile Technologies**. Geneva (Switzerland), 2011.