

Mestrado em Engenharia Informática
Dissertação/Estágio
Relatório Final

Criação de uma Product Line – Aluno B

Miguel Coimbra Fernandes

coimbra@student.dei.uc.pt

Orientador:

Prof. Dr. Bruno Cabral

Orientador Empresa:

Eng. António Damasceno

Data: 12 de Julho de 2012



FCTUC DEPARTAMENTO
DE ENGENHARIA INFORMÁTICA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Resumo

A empresa ISA (*Intelligent Sensing Anywhere*), tem o seu foco de actuação em aplicações e soluções de telemetria, pretende aplicar a técnica de construção de uma *product line* aos produtos da área da saúde. Este estágio teve como objectivo definir a arquitectura para uma *product line*, aplicando a metodologia ACDM. A elaboração da arquitectura envolveu numa primeira fase a análise dos requisitos dos produtos envolvidos, seguindo-se a construção do design da arquitectura. No decorrer do processo de construção da arquitectura, foi necessário efectuar tomadas de decisão e experimentações com o objectivo de refinar o design da arquitectura. O uso da metodologia ACDM facilitou a tarefa de incluir numa só aplicação os vários produtos da área da saúde. Este relatório pretende demonstrar a importância dos processos na engenharia de software. O conjunto de passos e linhas de orientação em cada uma das fases de requisitos, design da arquitectura e experimentações definidas no ACDM, facilitaram a construção do design da arquitectura de software.

Palavras-Chave

“ACDM”, “arquitectura de software”, “ATAM”, “atributos de qualidade”, “cenários”, “product line”, “requisitos”, “stakeholders”.

Índice

Capítulo 1 Introdução	1
1.1 Objectivos do Estágio	1
1.2 Enquadramento	1
1.2.1 Product line	1
1.2.2 Benefícios do Uso das <i>Product Line</i>	2
1.2.3 Problemas do uso das <i>Product Line</i>	2
1.3 Métodos de Avaliação de Architecturas de Software	3
1.3.1 Architecturas de software	3
1.3.2 ATAM e avaliações ACDM	3
1.4 Motivação	5
1.5 Entidade acolhedora	5
1.6 Equipa	5
1.7 Divisão do documento	6
Capítulo 2 Método de Abordagem	7
Capítulo 3 Plano de Trabalho e Implicações	15
3.1 Organização do estágio	15
3.2 Divisão de tarefas	16
Capítulo 4 Resultados Obtidos	20
4.1 Preparação ATAM	20
4.2 Reflexão da 1ª Avaliação ATAM	21
4.3 Estudo ACDM e Product Line	22
4.4 Ligação Product Line e ACDM	23
4.5 Requisitos	24
4.6 Arquitectura	27
4.7 Reflexões ciclos ACDM	35
4.8 Trabalho Futuro	35
Capítulo 5 Conclusões	37
Referências	39

Lista de Tabelas

Tabela 1: Distribuição dos papéis ACDM.	10
Tabela 2: Documento de deposição de problemas.	33
Tabela 3: Plano de experimentação do problema nº 11.	34

Lista de Figuras

Figura 1: Etapas do ATAM com modificações.....	7
Figura 2: Fases da metodologia ACDM.	9
Figura 3: Organização inicial do trabalho.....	15
Figura 4: Organização do estágio.	16
Figura 5: Divisão de tarefas 1º semestre.....	17
Figura 6: Divisão e duração das tarefas 2º semestre.	17
Figura 7: Modelo de variabilidade ortogonal da aplicação.....	26
Figura 8: Diagrama de Componentes e conectores 1º nível.....	28
Figura 9: Mapeamento do caso de uso Efectuar Autenticação.....	29
Figura 10: Mapeamento dos equipamentos de firmware.	29

Lista de Abreviaturas

ASAAM - Aspectual Software Architecture Analysis Method

SAAM - Software Architecture Analysis Method

ATAM - Architecture Tradeoff Analysis Method

ARID - Active Review for Intermediate Designs

ADR - Active Design Review

IDE - Integrated Development Environment

UML - Unified Modeling Language

ISA - Intelligent Sensing Anywhere

ACDM - Architecture Centric Design Method

HL7 – Health Level Seven

ARS – Administração Regional de Saúde

USB – Universal Serial Bus

API – Application Programming Interface

GPRS – General Packet Radio Service

PC – Personal Computer

SMTP – Simple Mail Transfer Protocol

SMS – Short Message Service

Capítulo 1

Introdução

1.1 Objectivos do Estágio

A ISA (*Intelligent Sensing Anywhere*) tem como foco de actuação de mercado três áreas, são elas a Energia, Combustíveis e Saúde. As equipas de desenvolvimento ao longo do tempo foram seguindo diferentes processos e metodologias de implementação, produzindo soluções distintas. Devido a ter inúmeras soluções distintas, mas possuindo algumas semelhanças, a ISA pretende aplicar o conceito de *product line* aos seus produtos. Uma *product line* pode ser definida como um conjunto de produtos que têm como objectivo satisfazer as necessidades específicas de um determinado segmento de mercado ou missão [1]. A criação de uma *product line* é muito importante para a ISA porque assim consegue ter uma solução base comum a todos seus os produtos, para a recolha de dados.

As aplicações a incluir na *product line*, pertencem todas à área da saúde, sendo o objectivo integrar futuramente produtos de outras áreas, começando pelos produtos da área da energia. Estas aplicações, permitem a monitorização de vários parâmetros dos utentes como glicose, tensão arterial, etc. Os dados são recolhidos pelos sensores presentes nos equipamentos de medição, sendo posteriormente enviados para um servidor. Estes dados são visualizados e tratados por um responsável de saúde, através do portal da aplicação.

O estágio teve como objectivos:

- Análise dos produtos da linha OneCare
- Elaboração de documentação dos produtos
- Construção de uma arquitectura para a *product line*

Este estágio foi muito importante para o estagiário pois possibilitou a aprendizagem e a aplicação de processos, que são essenciais para o desenvolvimento do design da arquitectura de sistemas e aplicações no âmbito da engenharia de software. No âmbito da empresa, o trabalho elaborado ao longo do estágio permitiu o estudo do ACDM, o desenvolvimento de uma arquitectura para a *product line* e a documentação de todos os produtos envolvidos.

1.2 Enquadramento

Nesta secção são apresentados alguns tópicos como *product line* e arquitecturas de software de modo a enquadrar o leitor com os conceitos do estágio.

1.2.1 Product line

Ao longo dos anos o reaproveitamento de software foi seguindo diversas abordagens, este era focado em usar pequenos fragmentos de código que já existiam de outros sistemas para a construção de um novo software, contudo os resultados que se obtinham não estavam de acordo com os objectivos de negócio. Inicialmente na década de 60 eram apenas reaproveitados as subrotinas, nos anos 70 os módulos, nos anos 80 os objectos, nos anos 90 os componentes, em 2000 orientado aos serviços e agora mais recente a introdução das *software product line*.

O conceito não é novo uma vez que é usado há imenso tempo por exemplo na indústria dos automóveis, contudo a *software product lines* é um conceito muito importante no desenvolvimento de software. No mercado do software é essencial que os produtos sejam ágeis e flexíveis, assim quanto mais o novo produto responder a vários pontos em comum, mais vantagens as empresas conseguem explorar e tirar partido. Na construção de uma *product line* pretende-se aproveitar todas as semelhanças que existem nos componentes das arquitecturas, abordagens e processos seguidos num determinado conjunto de produtos, para depois construir uma solução única.

Um exemplo de sucesso da construção de uma *product line* é caso da Nokia. Com esta implementação conseguiu lançar para o mercado entre 25 e 30 novos produtos anualmente, em contraste com os cinco produtos antes da implementação da *product line*. A *product line* criada pela Nokia permitiu reduzir o *time-to-market*, isto porque a nova solução permitia configurar muitas características, tais como tamanho, múltiplos protocolos entre outras características.

1.2.2 Benefícios do Uso das *Product Line*

O uso das *product lines* traz a uma organização, um variado conjunto de benefícios desde um melhoramento da produtividade, um aumento da qualidade até 10 vezes, uma redução do número médio de defeitos por produto, uma diminuição dos custos em 60%. A diminuição substancial das necessidades de trabalho em cerca de 87%, uma diminuição do *time to market* até 98% e a capacidade de a organização entrar em novos mercados em meses, em vez de anos [2]. Os valores obtidos com o uso das *product lines* explicam-se pelo facto ser possível efectuar configurações de acordo com as necessidades de um determinado produto, mantendo sempre uma base em comum, isto é não é necessário despende um esforço extra na sua implementação ou desenvolve-lo na sua totalidade.

Podemos afirmar assim que a implementação de *product line* numa empresa constitui uma enorme vantagem perante os seus potenciais concorrentes, porque como já foi referido anteriormente para além da redução dos custos permite também a entrada em novas áreas de negócio num reduzido período temporal.

1.2.3 Problemas do uso das *Product Line*

A implementação das *product lines* tem também associado uma série de riscos para a empresa. Isto porque a sua aplicação requer uma gestão rigorosa ao longo de todo o processo. O modo como a arquitectura vai sendo estruturada é muito mais produtiva, em pequenas empresas dado que a troca de informação entre os colaboradores é mais eficiente. A dificuldade em ter processos bem definidos, técnicas e ferramentas de validação da arquitectura, pode significar um investimento avultado para a empresa que está a implementar a *product line*. A sua implementação pode não ser rentável a médio curto prazo causando a falência da empresa [3].

1.3 Métodos de Avaliação de Architecturas de Software

Nesta secção são apresentadas várias definições do que é uma arquitectura de software, o que são metodologias de avaliação de arquitecturas e o modo como as avaliações ATAM se relacionam com as avaliações relacionadas na metodologia ACDM.

1.3.1 Architecturas de software

Antes de avançar é importante definir o que é uma arquitectura de software, isto porque o principal foco antes de partir para a construção de uma *product line* consiste na avaliação das arquitecturas de software. Existe um elevado número de definições na literatura, no caso do IEEE, a Arquitectura é a organização fundamental de um sistema incorporando os seus componentes, as relações com outros componentes, o meio ambiente e os princípios de orientação da sua concepção e evolução [4]. Os autores da metodologia *Architecture Tradeoff Analysis Method* (ATAM) definem uma arquitectura de software da seguinte maneira, “A arquitectura de software de um programa ou sistema de computação é a estrutura ou estruturas do sistema, que compreendem elementos de software, as propriedades visíveis externamente desses elementos, e as relações entre eles. A arquitectura preocupa-se com o lado público das interfaces; detalhes em particular dos elementos - detalhes que têm a ver unicamente com a implementação interna--não são arquitectónicos.” [5].

As metodologias de avaliação de arquitecturas de software têm como objectivo a descoberta de erros e problemas nas arquitecturas. As avaliações são benéficas porque permitem à empresa, identificar problemas relacionados com os produtos e propor possíveis soluções para a sua resolução. Como resultado desta avaliação pretende-se a resolução de todos os problemas associados ao produto, assim quando eles forem incluídos na *product line*, tenham os seus problemas todos resolvidos, o que vai permitir reduzir o tempo gasto a corrigir eventuais problemas. Contudo a resolução dos problemas individuais pode não cobrir todos os problemas relativos à inclusão do produto na *product line*.

Os métodos de avaliação de arquitecturas de software surgiram com o intuito de resolver problemas relacionados com as arquitecturas. Estas avaliações demoravam demasiado tempo, eram confusas e não tinham um processo bem definido e documentado, tal como definição dos papéis dos intervenientes para a realização das tarefas e as fases que constituíam o processo. Ao longo do tempo as decisões de arquitectura começaram a ter um grande impacto na qualidade dos sistemas de software, passou a ser necessário alinhar os atributos de qualidade com os objectivos do negócio. As avaliações das arquitecturas trazem enormes benefícios, primeiro em termos financeiros as empresas começaram a verificar que estas avaliações permitiam reduzir os custos do projecto. O segundo benefício passa por uma melhor compreensão do sistema bem como a sua documentação, isto porque em muitos sistemas não existe uma arquitectura de alto nível documentada o que impossibilita a sua compreensão por parte dos colaboradores do projecto. O terceiro benefício passa por identificar numa fase inicial, os problemas relacionados com a arquitectura como por exemplo a nível de performance, o quarto passa pela clarificação e priorização dos requisitos de qualidade da arquitectura.

1.3.2 ATAM e avaliações ACDM

A metodologia de avaliação ATAM tem algumas semelhanças com a avaliação da arquitectura feita na fase 4 do ACDM.

A metodologia de avaliação ATAM, pressupõe também uma apresentação da arquitectura do sistema. Ambas as metodologias de avaliação têm como objectivo numa primeira fase a descoberta de problemas, e posteriormente a sua resolução.

O ponto essencial em que diferem as duas metodologias, é na elaboração dos cenários de atributo de qualidade, um cenário de atributo de qualidade tem como objectivo quantificar a resposta de um sistema a um determinado estímulo. Um cenário de atributo de qualidade é composto por seis partes que são:

- **Fonte do estímulo:** corresponde a uma entidade, que pode ser um humano, um computador, ou qualquer tipo de actor responsável por gerar o estímulo.
- **Estímulo:** Corresponde ao evento que chega ao sistema.
- **Ambiente:** Quando o estímulo ocorre o sistema encontra-se num determinado estado que é preciso ter em conta, como por exemplo o sistema estar sobrecarregado. Estado em que o sistema se encontra no momento em que recebe o estímulo.
- **Artefacto:** Corresponde à parte do sistema que é estimulada, se todo o sistema ou apenas alguns componentes.
- **Resposta:** É a actividade que é desencadeada no sistema depois de chegar o estímulo.
- **Resposta mensurada:** Depois de se obter uma resposta ao estímulo, é necessário quantificar o valor do atributo de qualidade que foi afectado.

Os cenários de atributo de qualidade são elaborados durante a fase de avaliação na metodologia de avaliação ATAM, servindo de base para a construção da árvore de cenários de atributos de qualidade. Em contraste a metodologia ACDM, os cenários de atributos de qualidade são avaliados durante a avaliação, isto porque já foram previamente elaborados na fase 2 ACDM, juntamente com a descrição dos casos de uso, restrições técnicas, negócio e legais.

A avaliação realizada na metodologia ACDM é composta por duas fases, uma em que é apenas dedicada a avaliação da arquitectura, quer em termos funcionais e estruturais com o objectivo de descobrir problemas relacionados com a arquitectura. A fase posterior consiste na atribuição de uma acção de resolução, a cada um dos problemas encontrados na fase anterior.

A avaliação ATAM tem como output, uma lista de riscos, não riscos, pontos sensíveis, *tradeoff points*, por seu lado a metodologia ACDM como foi referido anteriormente é uma lista de problemas com a respectiva acção de resolução.

O método de avaliação usado no ACDM, é muito mais orientado para o design da arquitectura, isto porque parte do trabalho que é realizado durante uma avaliação ATAM na elaboração dos cenários, já foi realizada nas fases 1 e 2 na descoberta e documentação dos drivers da arquitectura.

Para concluir a aplicação da metodologia ATAM é mais adequada, para projectos já concluídos ou em fase de conclusão com o objectivo de analisar se os atributos de qualidade pretendidos foram cumpridos. A avaliação usada no ACDM tem como objectivo melhorar consecutivamente o design da arquitectura, dado que é muito difícil ter um design da arquitectura sem problemas, logo na primeira iteração.

O estudo e posterior aplicação da metodologia ATAM a um produto permitiu ver a importância do processo ATAM na avaliação das arquitecturas de software, a dificuldade em conseguir reunir todos os intervenientes necessários para a avaliação.

1.4 Motivação

Actualmente a ISA não dispõe de uma solução comum para a recolha e tratamento dos dados provenientes dos sensores dos seus equipamentos. A informação recolhida é tratada posteriormente através de um sistema que envia alertas via sms ou email consoante os valores definidos na configuração. Este estágio passa assim por desenvolver uma arquitectura comum para todos os produtos da área da saúde, sendo depois o objectivo no futuro incluir os produtos das restantes áreas de actuação na plataforma já desenvolvida, a começar pela integração dos produtos da área da energia.

Esta nova solução base de recolha e processamento de sinais é muito importante para a ISA, porque consegue assim ter um produto capaz de responder as necessidades e ter uma solução comum em que todas as equipas possam optar por seguir.

Os produtos que vão ser analisados para a construção da *product line*, como já foi referido anteriormente pertencem todos à área da saúde mais propriamente a linha OneCare. Os produtos a analisar desta linha são o OneCare Home, OneCare Clinic, OneTherapy e OneSound, estes produtos vão ser descritos mais à frente no capítulo 2.

O objectivo da empresa em implementar o conceito de uma *product line*, é perante um conjunto de produtos de diferentes áreas, construir uma solução global para estes. O facto de poder estar envolvido na avaliação e análise das arquitecturas dos produtos é vantajoso, pois permite ao estagiário estar em contacto e aprender uma estrutura tão importante e crítica para o negócio como são as arquitecturas de software. A par disso a aprendizagem e aplicação de uma metodologia para o desenvolvimento de uma nova arquitectura de software. É extremamente importante pois permitiu enquadrar-me no processo de desenvolvimento usado no ACDM, para desempenhar a tarefa de construção de uma arquitectura, envolvendo um sistema tão complexo algo que não seria possível seguindo uma abordagem ad-hoc. Foi também importante na medida em que participei directamente nas soluções de design da arquitectura, tomada de decisão e experimentação da arquitectura.

1.5 Entidade acolhedora

Este estágio foi desenvolvido na Intelligent Sensing Anywhere (ISA). A ISA foi uma empresa fundada em 1990 por um grupo de jovens recém-licenciados do Departamento de Engenharia Física da Universidade de Coimbra.

Inicialmente o seu foco de actuação passava pelo desenvolvimento de soluções de comunicação remota. Com o passar dos anos expandiram a sua área de actuação de mercado, sendo que actualmente encontra-se estruturada em três áreas de negócio, são elas a área de combustíveis, energia e saúde, procura assim construir soluções que se adequem e satisfaçam as necessidades de todos os seus clientes.

1.6 Equipa

No início do estágio havia um foco de produtos, contudo no decorrer do primeiro semestre a empresa sofreu uma reestruturação interna, nas diversas áreas e os projectos foram entregues a equipas diferentes. A equipa com que inicialmente nos encontrávamos constituída pelos elementos Ana Guimarães, Pedro Marques e Soraia Rocha ficou entregue aos projectos da área de inovação. Estas alterações ditaram uma alteração global sobre os produtos inicialmente propostos, estes como tinham prazos de entrega relativamente apertados deixou de ser possível trabalhar com as equipas devido a sua indisponibilidade

para participar nas avaliações. Neste sentido foi decidido com o orientador do DEI, alterar o âmbito do trabalho relativamente aos produtos passando a incidir nos produtos da área da inovação. Esta alteração nos produtos, apenas alterou o foco de trabalho, os objectivos pedagógicos do estágio mantiveram-se.

O trabalho do projecto de estágio realizado ao longo do ano foi na maior parte do tempo feito em equipa, com o estagiário Bruno Fernandes. Referir que o estágio teve como orientador da empresa (ISA), Eng. António Damasceno e como orientador do DEI o Prof. Dr. Bruno Cabral.

1.7 Divisão do documento

Com o objectivo de facilitar a leitura do documento, este foi dividido por capítulos.

No capítulo 1 é feita uma breve descrição do projecto de estágio, é apresentado qual o objectivo, é explicado o que é uma *product line*, o que são arquitecturas de modo a enquadrar o leitor nos conteúdos que vão ser abordados ao longo do relatório.

No capítulo 2 é apresentado o método de abordagem seguido ao longo do estágio.

No capítulo 3 é apresentado o planeamento que foi realizado ao longo do estágio, como foi organizado, as tarefas realizadas e o modo como elas foram divididas.

No capítulo 4 é apresentado o trabalho que foi produzido ao longo do estágio, no primeiro semestre relacionado com a avaliação ATAM de uma arquitectura de software e no segundo semestre a aplicação da metodologia ACDM, para a construção da arquitectura para a *product line*.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões do estágio, quais foram os pontos mais importantes que resultaram deste estágio para o estagiário e para a empresa.

Capítulo 2

Método de Abordagem

Neste capítulo vai ser apresentado a metodologia de trabalho usada ao longo do estágio.

Na primeira metade do estágio, foram pesquisadas um conjunto de metodologias de avaliação de arquitecturas de software. Para cada uma das metodologias foi elaborado um estudo mais detalhado, em que foram produzidos vários documentos, um para cada uma das metodologias. O estudo realizado permitiu comprovar que a metodologia *Architecture Tradeoff Analysis Method* (ATAM) era a mais indicada. Esta metodologia foi utilizada posteriormente para avaliar uma arquitectura de software.

Como é possível observar na figura 1, a metodologia de avaliação ATAM é composta por cerca de 8 etapas, são elas preparação da reunião ATAM, apresentação do ATAM, apresentação dos *business drivers*, apresentação da arquitectura, identificação das abordagens da arquitectura, geração da árvore de atributos de qualidade, análise das abordagens da arquitectura e apresentação dos resultados.

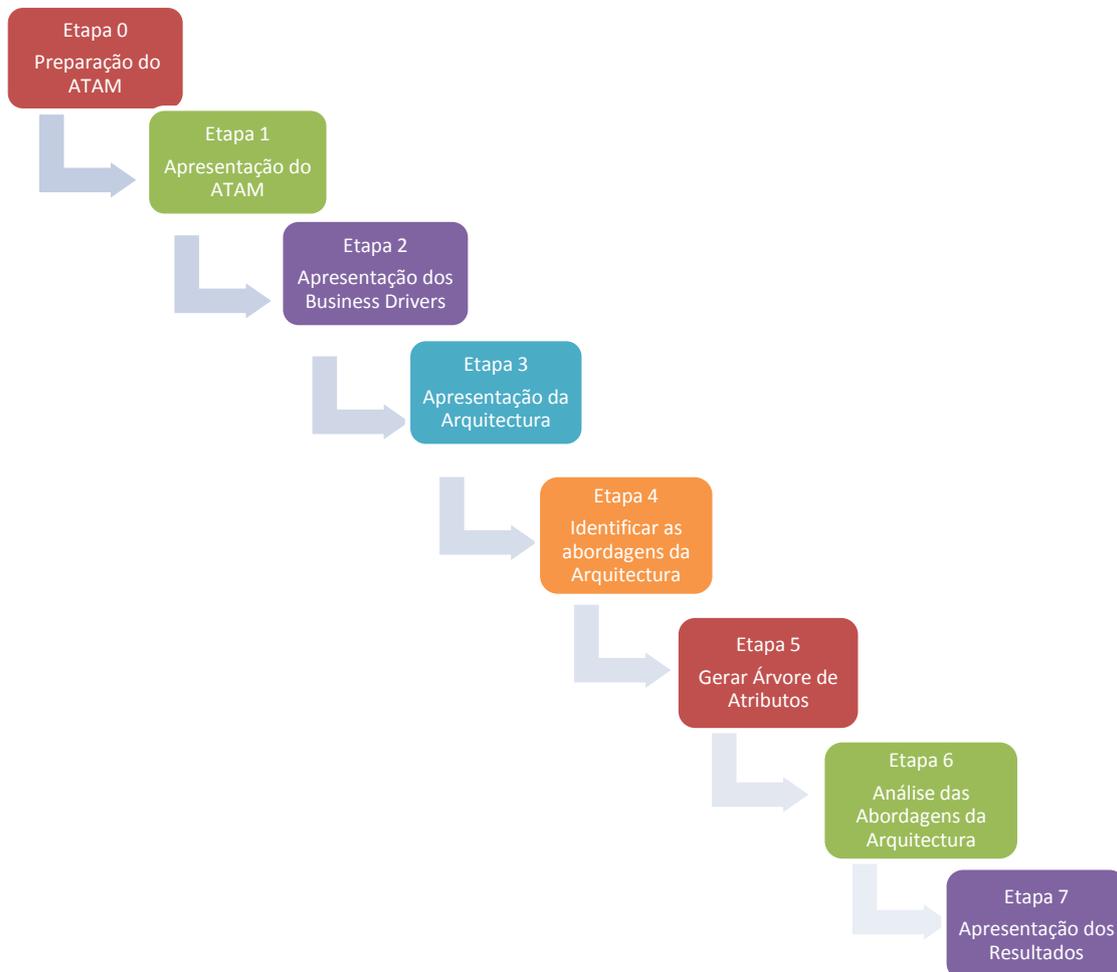


Figura 1: Etapas do ATAM com modificações.

Em relação à metodologia escolhida para a avaliação de arquitecturas de software, apontar o facto de esta não se ter aplicado à risca, isto em relação ao número de etapas que formam todo o processo. Esta alteração incide na segunda etapa de *brainstorm and prioritize scenarios*

(etapa 7 do ATAM), que é realizada em conjunto com a etapa de construção da árvore de atributos de qualidade. Tomou-se esta decisão pelo facto de que em muitas avaliações ATAM, depois de criados os cenários e propostas de resoluções, procede-se a um novo *brainstorming* e priorização de cenários. É neste momento que o arquitecto do produto em causa, na maioria das ocasiões recusa-se a aceitar as alterações propostas. Torna-se por isso mais vantajoso numa segunda fase após a proposta de alterações, tentar voltar a propor as alterações, isto porque com o passar do tempo e depois de reflectir melhor, o arquitecto ou a pessoa responsável pode revelar abertura para efectuar alterações ao sistema. Contudo pode também significar o adiar de um problema a não-aceitação das alterações por parte do arquitecto do produto em causa.

A equipa de avaliação foi constituída por um Líder da Avaliação, um *timeKeeper*, representante do negócio, representante da equipa de desenvolvimento, 4 *stakeholders*, representante da equipa de testes, a presença de um *Proceeding Scribe*. Este último responsável por registar em formato electrónico os procedimentos, os cenários que vão sendo elaborados e a lista final de cenários por ordem prioritária. A presença de um Observador do Processo responsável por registar a forma como decorreu todo o processo de avaliação, sugerindo depois eventuais melhoramentos ao Líder da Avaliação, estes últimos dois cargos foram acumulados por uma pessoa. O documento produzido pelo Observador do Processo pode ser consultado no Anexo D.

Ao longo de todo o estágio foram elaborados relatórios quinzenais de tarefas, estes tiveram como objectivo acompanhar o trabalho que foi produzido. Era indicado as tarefas que foram elaboradas, quais as dificuldades encontradas, alterações relacionadas com as tarefas e o conjunto de tarefas que se encontrava planeado para os próximos 15 dias.

No segundo semestre, seguiu-se a metodologia *Architecture Centric Design Method* (ACDM) para a construção da nova arquitectura. A metodologia ACDM é formada por oito fases, destas apenas foram aplicadas as seis primeiras isto porque as fases 7 e 8 pertencem as fases de produção e no âmbito deste estágio apenas era pretendido usar até à fase 6. Como é possível observar na figura 2, as fases 1 e 2 estão relacionadas com os requisitos da aplicação, as fases 3 e 4 com o design e refinação da arquitectura e as fases 5 e 6 com a experimentação da arquitectura.

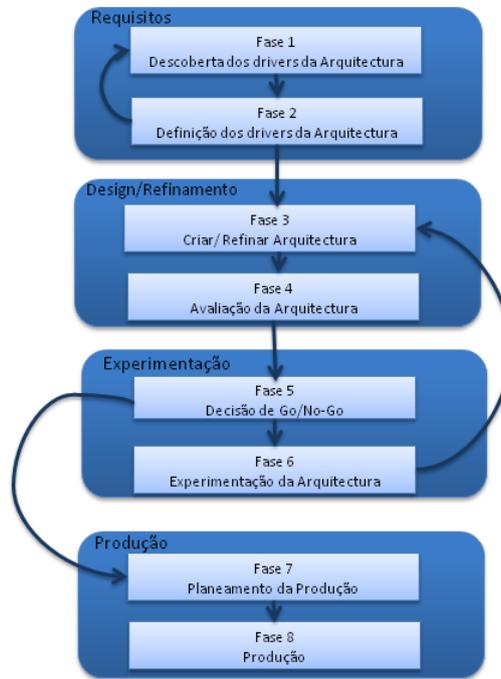


Figura 2: Fases da metodologia ACDM.

O trabalho elaborado ao longo do semestre foi dividido em *sprints* de 3 semanas. Importa assim referir em termos gerais os passos que foram seguidos em cada uma das etapas e iterações da metodologia ACDM.

Na fase 1 do ACDM efectuou-se a descoberta dos drivers da arquitectura, que incluem a identificação dos requisitos funcionais, atributos de qualidade mais importantes, restrições técnicas, negócio e legais. Esta informação foi recolhida através de reuniões com o gestor de produto.

A metodologia ACDM faz uma clara divisão de tarefas ao longo das várias fases que constituem o processo, contudo importa referir os papéis gerais, quais as responsabilidades atribuídas a cada papel, bem como qual a pessoa responsável por as executar.

A tabela 5 mostra a distribuição dos papéis ao longo deste projecto.

Papel	Responsabilidades	Responsável
Engenheiro da Gestão	Coordenação geral do projecto	António Damasceno
Engenheiro de Suporte	Cria e mantém a infra-estrutura para o projecto	António Damasceno
Arquitecto Chefe	Supervisiona o design para o projecto	Pedro Marques
Engenheiro de Requisitos	Coordenação da recolha e definição dos requisitos	Ana Guimarães
Cientista Chefe	Planeamento e supervisão das experiências	António Damasceno
Engenheiro da Qualidade	Garante que os processos e os objectivos da qualidade são cumpridos	Ana Guimarães; Pedro Marques
Engenheiros da Produção	Detail Design e produção do projecto	Miguel Fernandes; Bruno Fernandes

Tabela 1: Distribuição dos papéis ACDM.

Antes de dar início aos workshops de recolha de requisitos, foi efectuada a divisão dos produtos da linha OneCare pertencentes à área da saúde, de acordo com a carga de esforço necessária para cada um deles. Estes produtos foram-nos apresentados anteriormente com o intuito de fazer um breve enquadramento sobre o conjunto de produtos que se iria trabalhar ao longo do semestre. Os produtos vão ser apresentados com mais detalhe no capítulo 3.

Nesta fase foi necessário proceder a marcação de reuniões, reservar salas, ver a disponibilidade das pessoas, tratar de toda a logística necessária para que fosse possível realizar os workshops de recolha de requisitos. Inicialmente foram marcadas duas reuniões de workshop de recolha de requisitos com o gestor do produto.

Estas reuniões de workshop de requisitos seguiram o modelo definido no ACDM, em que o gestor do produto primeiro faz uma apresentação geral do produto. O primeiro ponto a ser abordado são os requisitos funcionais, que corresponde à maior quantidade de informação a ser recolhida, depois a identificação atributos de qualidade mais importantes para o sistema e por fim as restrições técnicas, negócio e legais. Este formato de reunião é o mais indicado, isto porque a informação mais importante, relacionada com as funcionalidades da aplicação é aquela que demora mais tempo, deve ser analisada numa primeira fase porque é aquela que é mais difícil de assimilar e gera uma quantidade enorme de questões. A restante análise dos atributos de qualidade e restrições tende a ser uma tarefa mais fácil de assimilar e menos demorada, daí a sua análise ficar para último.

A informação recolhida no workshop encontrava-se em estado bruto, neste sentido foi necessário dissecá-la, para proceder à consolidação dos requisitos. Deste processo resultou um documento para cada um dos produtos analisados, OneCare Home e OneCare Clinic.

Durante o processo de consolidação dos requisitos foi necessário esclarecer algumas dúvidas com o gestor de produto, estas foram esclarecidas de forma informal.

Na fase 2 do ACDM já com a informação dos drivers da arquitectura consolidados, elaboraram-se os requisitos funcionais com alto nível de abstracção recorrendo aos casos de uso, foram elaborados os cenários de atributo de qualidade, restrições técnicas, negócio e legais.

Na elaboração de cada um dos casos de uso foi necessário identificar e descrever os fluxos básicos e fluxos alternativos, basicamente um fluxo básico corresponde a um página ou ecrã, onde o utilizador pode aceder a um determinado conjunto de acções. É o exemplo prático da listagem de utentes, em que o utilizador a partir da listagem pode aceder a opções como editar, apagar, consultar dados. Os fluxos alternativos correspondem a operações do tipo editar, apagar e consultar dados, através da descrição deste tipo de fluxos pretende-se demonstrar o modo como o utilizador interage com o sistema e o fluxo ilustrativo da operação em causa. Para além da descrição dos fluxos foi necessário também identificar e descrever todas as “*constraints*” associadas ao caso de uso, “*constraints*” tais como permissões de acesso, ordem de execução de determinados casos de uso. Todo este processo de identificação e descrição dos fluxos básicos e alternativos foi demorado, mas essencial para descrever o modo como todas as operações devem ser executadas.

Por fim foram identificadas e descritas as restrições técnicas, negócio e legais, algumas tinham já sido identificadas nos drivers da arquitectura das aplicações OneCare Home e OneCare Clinic tendo sido reaproveitadas.

No fim da descrição dos drivers da arquitectura, o documento de requisitos foi entregue à equipa de requisitos e arquitectura. A equipa fez uma revisão ao documento, surgindo depois alterações. Com essa revisão procedeu-se à correcção do documento, estas alterações prenderam-se essencialmente com o reescrever de algumas *constraints* associadas aos casos de uso e com a descrição de alguns dos fluxos básicos e alternativos. Finalizadas as devidas correcções ao documento entregou-se novamente o documento dos requisitos à equipa de arquitectura, a qual não sugeriu qualquer alteração ao documento. Finalizado o documento marcou-se uma reunião com o gestor de produto para rever o documento, este não suscitou nenhum tipo de dúvida e foi aprovado. Por fim foi colocado no repositório como documento final, informando depois toda a equipa.

Concluída a fase 2 do ACDM onde é feita a especificação dos drivers da arquitectura avançou-se para a fase 3 onde é elaborada a arquitectura do sistema, tendo em conta a perspectiva estática, física e dinâmica. Para cada uma destas vistas foi feito depois o mapeamento com os casos de uso e cenários de atributo de qualidade, este mapeamento é chamado de matriz de rastreabilidade.

Finalizada a primeira versão, foi necessário avaliar o design da arquitectura (4ª fase ACDM). Esta avaliação tem como objectivo a descoberta de problemas relacionados com o design da arquitectura e não procurar a sua resolução. A avaliação do design é feita a nível funcional, em que se procura analisar como é que o design consegue satisfazer o que é pedido em termos funcionais e a nível estrutural como é que o design consegue satisfazer os requisitos de atributo de qualidade. Os problemas descobertos através desta análise servem de input depois para a fase 5. De todas as etapas que compõem o workshop de avaliação do design da arquitectura, algumas não foram seguidas durante a reunião, por exemplo não foi efectuada a etapa da revisão das restrições de negócio e técnicas.

No entanto foi feita uma revisão das restrições legais, devido a exigências que se levantaram por parte da Comissão Nacional de Protecção de Dados, relativamente ao armazenamento e tratamento dos dados dos utentes. As novas condições motivaram logo à partida alterações ao diagrama físico da arquitectura da aplicação, isto porque é obrigatório que os dados se encontrem guardados nos servidores da Administração Regional de Saúde.

Foi feita uma apresentação a explicar as perspectivas da arquitectura que iriam ser abordadas, que foram a perspectiva física e dinâmica. A apresentação incidiu numa primeira fase na vista principal do diagrama de componentes e conectores, neste diagrama como já foi referido na secção anterior são representadas as entidades lógicas, tais como aplicações, ambientes de execução e outro tipo de elementos de software que compõem todo sistema e a forma como eles comunicam, quais os protocolos usados. Neste diagrama foram explicadas as responsabilidades atribuídas a cada um dos elementos que constituíam o sistema no seu geral. Posteriormente para cada um dos sub-sistemas de recolha de dados, alertas e OneCare foi explicado e demonstrado com maior grau de detalhe a responsabilidade de cada um dos componentes e os protocolos de comunicação usados entre eles.

No final da apresentação de cada um dos diagramas que formavam a vista dinâmica foi feita uma análise mais detalhada, identificadas as responsabilidades de cada componente, os protocolos de comunicação, o modo como os componentes comunicavam. O registo da lista de problemas que foram identificados durante a avaliação foi da responsabilidade do *Scriber*.

Em determinadas situações, a equipa no momento da identificação do problema, procurou logo propor com uma solução, o que de facto não é o objectivo desta fase. Nesta fase de avaliação a equipa deve preocupar-se única e exclusivamente na identificação dos problemas relacionados com o design da arquitectura, sendo que a acção de resolução para cada um dos problemas identificados é feita na fase 5.

Destacar que nesta avaliação não foi feita a análise funcional seguindo à risca a metodologia ACDM, em que é discutido em voz alta um dos requisitos funcionais, sendo que depois cada um dos participantes faz a sua revisão individual. No fim desta revisão os participantes são questionados relativamente a dúvidas relacionadas com os casos de uso. A análise funcional deve incluir também o modo como o sistema deve garantir a execução de um determinado caso de uso. Para isso deve ter sido feito o mapeamento dos requisitos, para cada uma das vistas da arquitectura, vista estática, física e dinâmica. Isto inclui identificar os fluxos de dados e eventos do sistema, como é que os elementos interagem para satisfazer um determinado caso de uso.

A análise funcional seguida, nada teve a ver com a descrita acima, após a apresentação da arquitectura, e seguindo a lógica com que foram apresentados os diagramas foi efectuada a análise funcional. Essa análise funcional incidiu de forma geral em todos os diagramas mas foi mais detalhada no diagrama do sistema OneCare de 2º nível. Foi analisado o modo como o sistema deveria receber os diferentes tipos de dados das medições, o modo o sistema deveria comunicar com a interface web e a aplicação tablet. Foram também abordadas outras questões como a adição de um componente para o processamento dos dados obtidos das medições, bem como a inclusão de alguns conectores para demonstrar o fluxo dos dados. Por fim discutiu-se com a equipa de arquitectura a questão da comunicação dos dados das medições através do protocolo HL7, se esta passava apenas pela comunicação entre o componente tablet e o componente OneCare, ou se havia a necessidade de ter um broker em HL7 capaz de comunicar com outras máquinas externas.

Nesta primeira avaliação não foi efectuada a avaliação tendo em conta a análise estrutural. A análise estrutural tem como objectivo avaliar os elementos da estrutura do design da maneira como eles conseguem satisfazer os requisitos de atributos de qualidade. O arquitecto deve usar os artefactos do design para demonstrar como é que o sistema responde a um determinado estímulo. Na maioria das vezes é difícil mostrar como é que o sistema vai responder a um determinado estímulo quando comparado com o modo como o design da

arquitectura deve satisfazer um determinado requisito funcional. A dificuldade deve-se ao facto de estarem envolvidos muitos factores, tais como fonte de estímulo, estímulo, ambiente, artefacto, resposta e resposta mensurável, tornando-se difícil identificar e explicar com exactidão os componentes do design que são afectados pelo cenário e o modo como eles vão responder.

O estudo da metodologia ATAM realizado no 1º semestre foi de certo modo vantajoso, dado que permitiu esclarecer de forma clara as diferenças entre as avaliações ATAM e as avaliações realizadas na fase 4 da metodologia ACDM. A metodologia ATAM tem como base da sua avaliação a descoberta de problemas e a elaboração de cenários de atributo de qualidade, que no final são documentados e entregues às equipas mas sem um guia específico do modo como aquela informação deve ser usada. Enquanto que o método de avaliação usado na metodologia ACDM está mais fortemente ligado ao design, isto acontece porque a maioria do trabalho que é elaborado durante uma avaliação ATAM, já se encontra produzido na metodologia ACDM, antes de chegar a fase de avaliação. Esta avaliação fornece assim um guia com informações específicas do modo como a informação deve ser aplicada para refinar o design da arquitectura. O estudo e aplicação da metodologia ATAM foi relevante porque permitiu saber identificar problemas relacionados com a arquitectura, aprender a conhecer as boas e más soluções da arquitectura.

A fase seguinte, chamada de *The Go/No-Go Decision* (5ª fase ACDM), em que através da lista de problemas que foram encontrados durante a avaliação, procede-se à atribuição de uma acção para resolver o problema em questão. No final a lista de problemas é analisada de acordo com a acção de resolução atribuída, dessa análise resulta a tomada de decisão, avançar para a produção ou de voltar a refinar a arquitectura (ver figura 2). Essa decisão é feita com base no número e tipo de problemas encontrados, se existirem muitos problemas que requerem experimentação ou caso seja necessário mais informação sobre os drivers da arquitectura é conveniente avançar para a refinação da arquitectura. Caso os problemas encontrados estejam relacionados com pequenas clarificações da documentação da arquitectura a equipa pode avançar com o design da arquitectura para a produção.

Para cada um dos problemas identificados na fase 4, e após uma análise cuidada, a equipa em conjunto atribuiu uma acção de resolução para o problema em causa, bem como uma pessoa responsável pela sua resolução. A atribuição da resolução do problema a uma pessoa teve como critério qual o diagrama da arquitectura que aquele problema estava associado, assim os problemas relacionados com o diagrama da perspectiva dinâmica ficaram da minha responsabilidade. O mesmo se aplicou em relação aos problemas relacionados com a perspectiva física.

A fase 6 do ACDM é a chamada fase de experimentação, nesta fase através do documento que resultou da fase 5 com a lista de problemas e a respectiva acção de resolução, são criados planos de experimentação para a resolução do problema, tendo como objectivo refinar o design da arquitectura. Estes planos de experimentação permitem planear cada acção, executa-la e controla-a até ser resolvida. Esta informação em alguns casos é usada para refinar a arquitectura de forma paralela à medida que se vão elaborando as experiências.

No início desta fase começou-se por planear as tarefas de acordo com os planos de experimentação que são desenvolvidos pelos engenheiros responsáveis. Este plano de experimentação é preenchido em duas fases, uma de planeamento que é a fase pré-experimentação e depois a fase de pós experimentação em que se actualiza os campos que foram inicialmente previstos. O plano de experimentação foi preenchido com os campos, identificação do problema, o engenheiro responsável, a acção a executar, os artefactos criados, os recursos necessários para executar a tarefa, o tempo previsto para a execução da

tarefa. No fim da experimentação os campos actualizados foram o tempo gasto na experimentação, os artefactos que foram produzidos, as conclusões a que se chegaram através da experimentação e algumas recomendações.

Algumas das experiências foram executadas quase de forma paralela com o refinamento da arquitectura, isto porque alguns dos problemas que foram encontrados precisavam apenas de pequenas clarificações nos diagramas da arquitectura, como por exemplo a remoção de um componente ou ligação que estavam a mais no diagrama de componentes e conectores. No entanto existiram problemas identificados que foi necessário pesquisar mais informação técnica.

No início de cada ciclo ACDM é feito um planeamento detalhado de todas as tarefas, para tal vai ser usado o modelo ETVX (*Entry Task Validation Exit*) para assegurar a qualidade do processo, é um método que é usado para descrever um conjunto de actividades que constituem as tarefas. A qualidade das tarefas é assegurada em quatro situações distintas, no *Entry Criteria*, antes de se iniciar uma tarefa é necessário definir quais são os critérios que devem ser satisfeitos antes de a tarefa se iniciar, em *Task Definitions* são especificadas quais as acções a executar dentro do processo, *Validation Definitions* é definido um conjunto de pontos dentro do processo que precisam de ser testados, para averiguar se estão de acordo com os critérios definidos, por fim no *Exit Criteria* é onde são definidas as condições de qualidade necessárias para que uma tarefa possa ser considerada de completa.

Capítulo 3

Plano de Trabalho e Implicações

Neste capítulo vai ser apresentado o planeamento em forma de diagrama de *Gantt* que foi realizado ao longo do estágio, o planeamento previsto e aquele que foi cumprido. O modo como foi organizado e estruturado o trabalho, a divisão das tarefas e sua respectiva duração.

3.1 Organização do estágio

Na figura 3, é apresentado um planeamento global para este estágio. Como é possível observar, inicialmente o estágio tinha como objectivo aprender o que são arquitecturas de software, estudar várias metodologias de avaliação de arquitecturas, avaliar diferentes arquitecturas de software, reconhecer boas e más decisões arquitecturais, criar e representar uma arquitectura de software.

Na fase inicial do estágio efectuou-se um estudo de várias metodologias de avaliação de arquitecturas de software. O objectivo desse estudo, era comprovar que a metodologia de avaliação de arquitectura de software *Architecture Tradeoff Analysis Method* (ATAM) era realmente aquela que oferecia melhores garantias e proceder à sua aplicação. Apenas foi possível fazer uma avaliação a uma arquitectura, as restantes três avaliações foram adiadas para o início do segundo semestre (ver figura 3). Estas avaliações tinham como propósito avaliar os produtos para descobrir problemas e ficar a conhecer com mais detalhe o seu funcionamento, o modo como estão estruturados. A fase seguinte consistia na análise dos requisitos dos 4 produtos, tendo como output um documento de requisitos para cada um dos produtos a incluir na *product line*. O documento de requisitos deveria ser usado depois como input para a construção da arquitectura usando a metodologia *Architecture Centric Design Method* (ACDM).

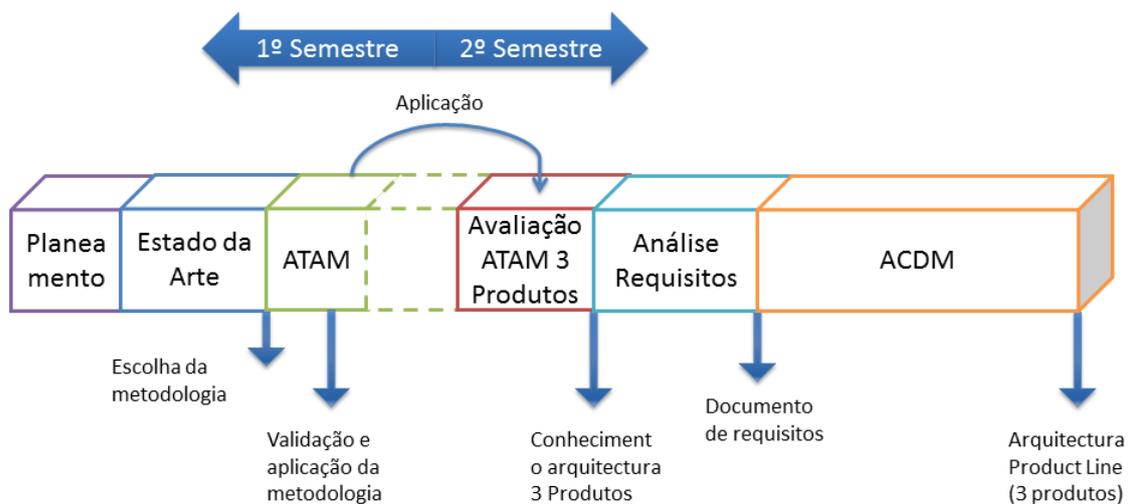


Figura 3: Organização inicial do trabalho.

No decorrer do 1º semestre, foram surgindo vários contratempos, causando algum desfasamento dos objectivos inicialmente propostos. O modo como o estágio estava inicialmente organizado, não era possível de cumprir devido a problemas relacionados com a

indisponibilidade das equipas para participarem nas várias avaliações ATAM, estes problemas alongaram-se para o início do 2º semestre. Isto motivou alterações nos produtos a analisar e no modo de organização do estágio (ver figura 4). Como é possível ver na figura 4, deixou de ser possível a aplicação do método ATAM aos produtos (ver figura 3) inicialmente previstos, devido à indisponibilidade das equipas e começou-se por fazer uma análise dos requisitos das quatro aplicações onde foram produzidos 4 documentos de requisitos, um para uma das aplicações. Seguiu-se a elaboração dos requisitos da *product line*, onde também foi produzido um documento de requisitos. Os requisitos da *product line* foram usados como input para a construção do design da arquitectura usando a metodologia *Architecture Centric Design Method (ACDM)*, a aplicação desta metodologia teve como output um documento da definição do design da arquitectura da *product line* dos quatro produtos analisados.

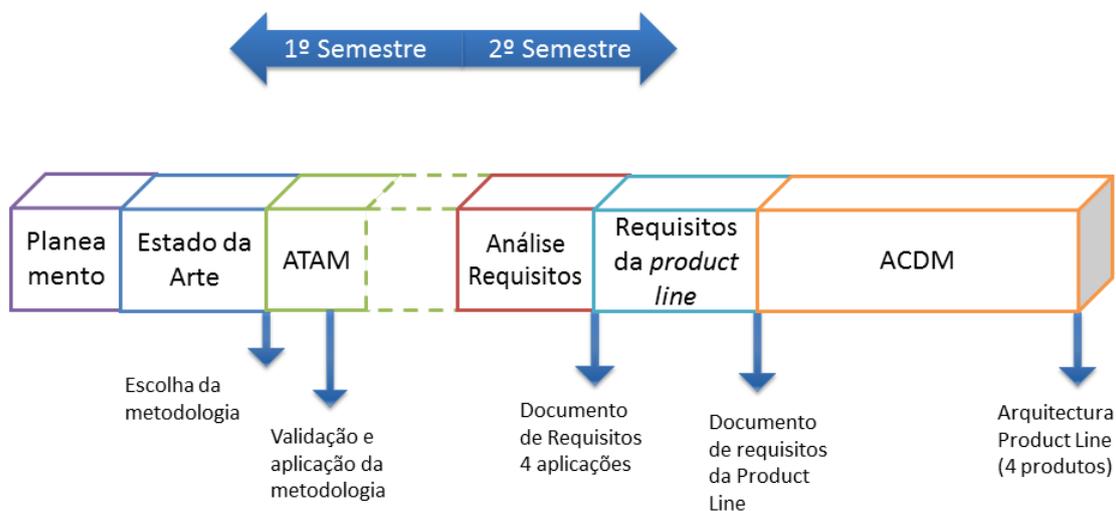


Figura 4: Organização do estágio.

3.2 Divisão de tarefas

O estágio foi realizado em equipa com o estagiário Bruno Fernandes, é importante ficar bem claro quais as tarefas que foram atribuídas a cada um dos elementos da equipa.

Na primeira fase do estágio procedeu-se à pesquisa de um conjunto de metodologias de avaliação de arquitecturas de software, nesta pesquisa fez-se uma breve análise de modo a tentar perceber se essas metodologias eram entre si muito semelhantes, com o objectivo de ter um leque mais alargado de informação.

Depois de efectuar a pesquisa procedeu-se a um estudo mais detalhado sobre cada uma das metodologias. Como este estágio foi desenvolvido em equipa decidiu-se após consultar o orientador da empresa dividir o estudo das metodologias, o estagiário Bruno Fernandes ficou a cargo de estudar as metodologias SAAM e ATAM, sendo que fiquei com a tarefa de estudar a metodologia ASAAM e Q-ImPrESS com maior grau de detalhe. No final encontrou-se mais uma metodologia ARID, no caso desta ambos procederam a um estudo individual, para depois elaborar a conclusão do estudo das metodologias. Passada esta fase do estudo do estado da arte, as restantes tarefas seguiram uma metodologia semelhante, que se baseou na pesquisa e leitura para posterior elaboração da documentação necessária. Na

fase final do 1º semestre foi realizada uma avaliação ATAM, da qual resultou um relatório interno para a empresa que pode ser consultado no anexo C e uma reflexão pessoal do processo de avaliação que se encontra no capítulo 4.2. A divisão de tarefas relativas ao primeiro semestre pode ser consultada na figura 5. Relativamente ao primeiro semestre inicialmente foi elaborado um planeamento em forma de diagrama de gantt, este pode ser consultado no anexo B, aquele que foi previsto como o que foi cumprido.

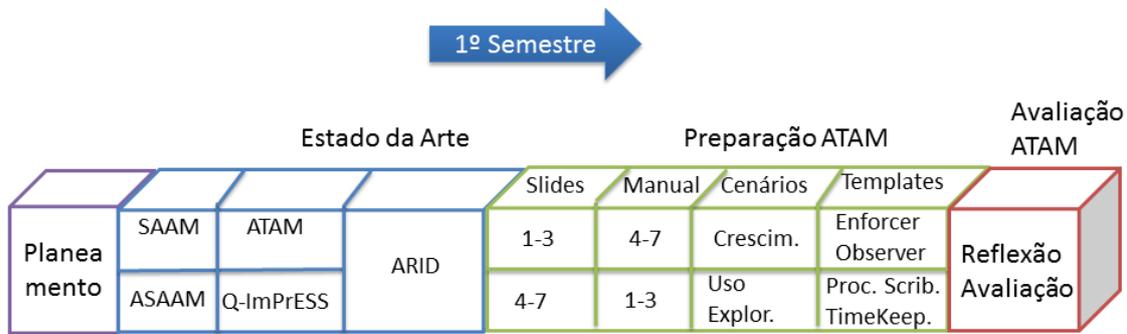


Figura 5: Divisão de tarefas 1º semestre.

No início do segundo semestre foi efectuada novamente uma divisão de tarefas (ver figura 6), para facilitar o estudo relacionado com a *product line* e a metodologia ACDM. A divisão foi feita ao nível dos requisitos e arquitectura, sendo que fiquei responsável por estudar os capítulos relacionados com a arquitectura, na *product line* e na metodologia ACDM, o meu colega Bruno Fernandes, ficou a cargo de estudar as fases relacionadas com os requisitos.

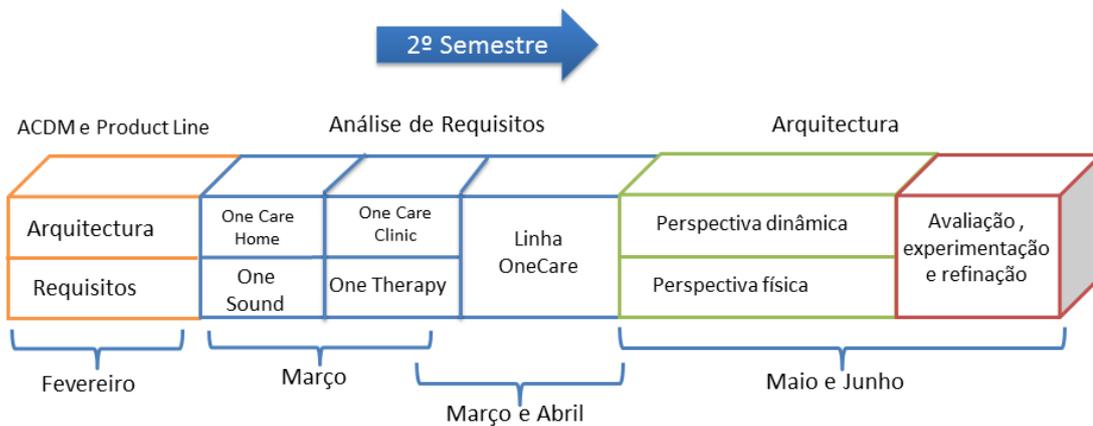


Figura 6: Divisão e duração das tarefas 2º semestre.

O estudo da metodologia ACDM, incidiu nos capítulos criação/refinação da arquitectura (ACDM 3), avaliação da arquitectura (ACDM 4), tomada de decisão (ACDM 5) e experimentação (ACDM 6). No âmbito da *product line* apenas foram estudados dois capítulos, que foram o design do domínio e design da aplicação.

Terminado o estudo sobre a *product line* e a metodologia ACDM que durou cerca de 2 semanas, avançou-se para a fase de requisitos, em que foi necessário efectuar novamente uma divisão do trabalho. As quatro aplicações foram distribuídas ficando cada estagiário

com 2 aplicações. Esta divisão foi feita de acordo com a carga de esforço necessária para cada uma delas, tentando equilibrar ao máximo o trabalho dividido.

Fiquei responsável pelos produtos OneCare Clinic e OneCare Home, os produtos One Therapy e OneSound ficaram à responsabilidade do meu colega de estágio Bruno Fernandes.

Os produtos analisados foram o OneCare Home, que é uma aplicação para usar em farmácias e casas de idosos, tem como objectivo recolha e posterior tratamento de dados por parte dos profissionais de saúde e pacientes. Permite medir a tensão arterial, a glicémia, a massa gorda e a percentagem de água através da balança. O OneCare Clinic, é uma aplicação para usar em centros de saúde, hospitais e clínicas veterinárias, tem como objectivo a monitorização e recolha de dados dos sensores de ECG, EEG, EOG, oximetria, temperatura, sono e através de um acelerómetro a actividade física do utente. O OneSound é um produto que pode ser usado tanto a nível hospitalar, como em ambiente doméstico é composto por um colete que permite a auscultação de 1 a 8 pontos do tronco que são posteriormente analisados pelo médico, corresponde a um estetoscópio. Por fim o produto OneTherapy, é um produto que pode ser usado em hospitais como em ambiente doméstico, tem como objectivo medir a quantidade de oxigénio gasto pela botija durante uma terapia efectuada por um utente. Todos estes produtos têm depois uma componente de monitorização responsável por enviar alarmes sempre que os valores ultrapassem os valores definidos na respectiva configuração.

Para cada uma destas aplicações foi feito o levantamento dos requisitos e foram elaborados os casos de uso, cenários de atributo de qualidade, identificadas as restrições técnicas, negócio e legais.

No fim de elaborada a documentação das aplicações OneCare Home e OneCare Clinic, foi necessário dividir novamente tarefas, para definir os requisitos da *product line* da linha OneCare. A linha OneCare é composta pelos 4 produtos que foram identificados no parágrafo anterior. Na fase inicial, a construção do diagrama foi realizada em conjunto dada a necessidade de incluir num só diagrama de casos de uso, as quatro aplicações. Seguidamente as tarefas que me foram atribuídas foram:

- Identificar Actores – Foram identificados os actores para a linha OneCare
- Documentação dos Casos de uso - Elaborar a documentação dos casos de uso da linha OneCare que incluem a descrição, as restrições dos casos de uso Actualizar Pacientes, Actualizar Utilizadores, Configurar Alertas, Actualizar Activações, Registrar Equipamento, Enviar Alertas, receber Alertas, Efectuar Configuração de Sistema, Efectuar monitorização em relação aos produtos OneCare Home e OneCare Clinic
- Identificação e elaboração dos fluxos básicos e alternativos para cada um dos casos de uso identificados no ponto anterior
- Identificar as restrições técnicas da linha OneCare
- Identificar as restrições de negócio da linha OneCare
- Identificar as restrições legais da linha OneCare
- Descrição de todas as ligações do diagrama (associações, generalizações)

Após a conclusão de todas as tarefas relacionadas com os requisitos da linha OneCare, o documento de requisitos foi entregue a equipa de requisitos e arquitectura a qual efectuou uma revisão. A partir dessa revisão efectuaram-se as alterações que foram sugeridas pela

equipa. Cada um dos elementos ficou responsável por efectuar as alterações associadas às suas tarefas.

Terminadas as fases relacionadas com os requisitos avançou-se para a elaboração do primeiro diagrama de arquitectura. Nesta fase fiquei responsável por elaborar o diagrama da arquitectura da perspectiva dinâmica e o meu colega Bruno Fernandes o diagrama da perspectiva física, esta divisão foi realizada pelo arquitecto chefe. Depois de finalizada a primeira versão da arquitectura, foi necessário avalia-la com o objectivo de descobrir problemas. A resolução dos problemas identificados nos dois diagramas ficou da responsabilidade do autor do respectivo diagrama.

O planeamento previsto para o segundo semestre, como o planeamento que foi cumprido pode ser consultado com mais detalhe no anexo B. Este último, foi planeado usando a ferramenta de gestão de projecto Jira, no início de cada sprint as tarefas foram planeadas, sendo posteriormente aprovadas pelo Orientador.

Capítulo 4

Resultados Obtidos

Neste capítulo é apresentado o trabalho realizado ao longo do estágio, bem como os resultados obtidos. Depois de efectuar o estudo das metodologias de avaliação de arquitecturas e de comprovado que a metodologia ATAM era a mais indicada (ver anexo L) procedeu-se a realização de avaliações das arquitecturas de software aos produtos alvos de reformulação. É apresentado também uma avaliação crítica ao processo utilizado nestas reuniões de avaliação e o relatório que resultou da avaliação ATAM, que contém informação relativa aos pontos sensíveis, *tradeoff points*, *risks* e *non-risks*, este pode ser consultado no Anexo C.

É apresentado o trabalho realizado durante o segundo semestre, a começar pelo estudo da metodologia ACDM e *product line*, bem como os passos que foram seguidos até à elaboração da arquitectura da linha OneCare.

4.1 Preparação ATAM

Na fase inicial foi realizado o trabalho de pesquisa sobre várias metodologias de avaliação de arquitecturas de software, no qual depois de efectuar uma selecção escolheram-se cinco metodologias. Para cada uma dessas metodologias procedeu-se a um estudo detalhado em relação as suas etapas, participantes, e resultados produzidos. No final deste estudo realizou-se um estudo comparativo entre as várias metodologias, tendo em conta vários parâmetros.

Depois do estudo das metodologias, avançou-se para a produção de toda a documentação necessária para as avaliações das arquitecturas de software usando para tal efeito a metodologia ATAM. Realizou-se assim um manual ATAM onde se descrevia ao detalhe qual o objectivo do ATAM, as etapas e respectivos *outputs*, os participantes e os seus papéis a desempenhar, para posterior distribuição a todos os elementos que participassem nas avaliações. Uma das etapas da avaliação ATAM consiste na apresentação da metodologia, assim foi elaborada uma breve apresentação a explicar todo o processo, contudo de uma forma mais breve que no manual. Na elaboração do manual e da apresentação o trabalho foi distribuído de igual, sendo que cada um realizou metade do documento, estes documentos encontram-se disponíveis para leitura no Anexo E.

A metodologia ATAM tem por base o *brainstorming* de cenários para isso forma elaborados templates com um exemplo demonstrativo de como se esperava a identificação, e um exemplo de *Use Case Scenarios*, *Growth Scenarios* e *Exploratory Scenarios*. Estes exemplos podem ser consultados no Anexo E.

No ATAM existe uma distribuição bem uniformizada de papéis, alguns dos intervenientes, necessitam de tirar notas durante todo o processo de avaliação, desta forma foi necessário criar um template para *Proceeding Scribe* para registar os cenários elaborados, o processo de votação e por fim a construção da árvore de atributos de qualidade. Foi elaborado também um template para o *Timekeeper*, *Process Enforcer*, Observador do Processo. Os templates relativos ao *Proceeding Scribe* e *Timekeeper* podem ser consultados no Anexo E.

4.2 Reflexão da 1ª Avaliação ATAM

No dia 11/11/2011 foi realizada uma avaliação ATAM ao produto *Cloogy*, produto que tem como função a monitorização de consumos energéticos desenvolvido pela ISA. Importa referir em termos gerais o modo como decorreu todo o processo de avaliação ATAM, nas várias etapas.

De uma forma geral verificou-se que à semelhança de em muitas discussões existem elementos que participam activamente, outros muito pouco activamente na reunião, ou até mesmo só trocaram opiniões com o elemento do lado. Existem outros que a sua participação foi quase nula, apenas foram meros espectadores tal como o *Proceeding Scribe* e o Observador do Processo. Em relação a arquitectura do sistema, esta foi facilmente entendida por todos os participantes, sendo que apenas foram levantadas pequenas questões, relacionadas com alguns dos componentes do sistema, nomeadamente com a uniformização dos nomes de forma a não gerar confusões.

Referir que o processo de *brainstorming* de cenários foi bastante produtivo, existiu uma participação activa e construtiva por parte de quase todos os participantes, que permitiu elaborar um conjunto de cenários em função dos atributos de qualidade previamente identificados. Durante o processo de elaboração de cenários por várias vezes a pessoa que estava a liderar a apresentação teve a necessidade de alertar a equipa, que o que se estava a processar nesta etapa, era apenas a identificação de cenários e não tentar encontrar logo uma possível solução, esta situação aconteceu por várias vezes nesta etapa. Nesta etapa não se teve em conta a ordem de priorização seguida no ATAM, em que depois de uma primeira ordenação dos cenários pela sua prioridade, procede-se a um novo ordenamento dos cenários pelo par de dificuldade de implementação e importância para o sistema.

A identificação de problemas à semelhança do processo de *brainstorming* de cenários foi bastante produtivo, identificou-se uma série de problemas que alguns elementos da equipa não sabiam da sua existência, o que permitiu a esses elementos obter uma melhor visão e enquadramento no projecto. Estes problemas identificados e registados são de elevada importância, pois a equipa de testes, terá que ter em conta, estes problemas no momento em que forem efectuados os respectivos testes ao sistema. Foi necessário também interromper várias vezes na identificação dos problemas, isto porque havia sempre a tendência de os participantes procurarem uma ou mais soluções, para o respectivo problema quando era pedido somente a identificação dos problemas.

No processo de atribuição de prioridades aos atributos de qualidade com base nos cenários gerados, a equipa chegou rapidamente a um consenso sobre qual o atributo de qualidade mais importante para o sistema. Este foi provavelmente o ponto da reunião em que existiu uma maior intervenção por parte dos participantes com o objectivo de encontrar a melhor solução possível para aquele cenário. Referir também que este foi o ponto que demorou mais tempo a concluir, num dado momento um elemento da avaliação sentiu a necessidade de intervir, considerando que já se estava a complicar o assunto e a desviar-se do essencial.

Feedback da avaliação

Depois da realização da avaliação ATAM foi pedido a todos os participantes o seu *feedback*, respondendo a isso a três questões, **1** - Os objectivos apresentados no início da sessão foram atingidos? **2** - Três aspectos que correram bem. **3** - Três aspectos que podem ser melhorados.

Em relação à primeira questão, todos os participantes concordaram que sim, contudo alguns acharam que existiram alguns pontos que também deveriam ter sido abordados. Na

generalidade todos tiveram a mesma opinião que dada a grande dimensão do sistema, não era possível no tempo alocado para a avaliação conseguir analisar todos os componentes e todas as abordagens.

Segundo o feedback dos participantes, os três aspectos que correram melhor na avaliação, foi a forma como o moderador conseguiu gerir o tempo alocado para a avaliação. Os participantes ficaram muito mais esclarecidos sobre as ideias do projecto no seu todo, a interacção e comunicação activa que existiu entre os participantes na discussão dos problemas e na procura de eventuais soluções. Em relação aos aspectos a serem melhorados nas próximas avaliações, todos os participantes referiram a questão da pontualidade das pessoas, houve pessoas que chegaram muito tarde à reunião (cerca de 45 minutos) e sendo a sua presença importante para os temas que tinham sido discutidos. A indisponibilidade da sala de reunião reservada antecipadamente levou a reunião a passar para um outro local, que não era o mais adequado para a situação em causa. De forma geral todos os participantes concordaram que deveria ter existido uma melhor preparação do processo de avaliação. Foi referido que o processo de análise das abordagens da arquitectura deverá ter alocado mais tempo do que o que foi atribuído nesta reunião.

Conclusões

Para concluir, esta avaliação foi muito importante, permitiu a toda a equipa uma melhor compreensão do projecto em relação aos problemas, elaboração de cenários, votação de cenários e possíveis soluções para a resolução dos problemas previamente identificados. Com estes resultados toda a equipa ganhou uma perspectiva diferente do projecto, e todos os elementos sentiram-se certamente muito mais dentro dos processos adoptados. Referir que existiu uma total abertura por parte dos participantes em falar sem qualquer problema dos defeitos e possíveis soluções do produto em causa, o que é de facto muito benéfico para o melhoramento do produto em causa.

Esta avaliação ATAM foi feita com o objectivo de fazer uma análise mais aprofundada, sobre os problemas que se estavam a obter relacionados com o produto *Cloogy*. Assim os resultados obtidos nesta avaliação são muito importantes para a empresa, isto porque foram descobertos uma série de problemas associados ao produto, sendo depois propostas possíveis soluções para a sua resolução. Como resultado desta avaliação foi produzido um relatório que se encontra no Anexo C, onde está presente a lista de cenários produzidos, a árvore de atributos de qualidade, os pontos sensíveis, os pontos de indecisão, os riscos e não riscos identificados.

Com esta avaliação a empresa conseguiu resolver numa fase inicial do projecto problemas, que se fossem ignorados poderiam a médio prazo ser prejudiciais para o produto em causa e consequentemente para a empresa.

4.3 Estudo ACDM e Product Line

No início do 2º semestre foi realizado um estudo detalhado sobre a metodologia ACDM [6] e *Product Line* [7]. Nesta fase o estudo foi dividido em duas partes, que foram os requisitos e a arquitectura. Como já foi referido no capítulo 3, fui responsável por estudar os capítulos relacionados com a arquitectura, tanto na metodologia ACDM como na *product line*.

Este estudo demorou cerca de duas semanas, sendo que no final foram elaborados dois documentos, um relacionado com a *product line* e outro com o ACDM.

Na metodologia ACDM, foram estudados os capítulos de criação/refinação da arquitectura, avaliação da arquitectura, tomada de decisão e experimentação. As restantes duas fases de planeamento de produção e produção que completam a metodologia ACDM, não foram estudadas com detalhe, isto porque não faziam parte dos objectivos do estágio.

Em relação à *product line*, foram estudados os capítulos do domínio da aplicação e design da aplicação. Os documentos produzidos durante o estudo podem ser consultados no anexo F e G. Para finalizar este estudo foi feita uma apresentação e elaborado um documento, com o objectivo de enquadrar as fases do ACDM na *product line*, isto é relacionar a fase de requisitos e de arquitectura nas várias etapas.

4.4 Ligação Product Line e ACDM

A *product line* tem muitos aspectos em comum com a metodologia de desenvolvimento de uma arquitectura ACDM no que se refere à construção de uma nova arquitectura de software, é importante referir os pontos em comum na sua integração.

Podemos dividir a integração da *product line* com ACDM a dois níveis, mais concretamente relacionado com os requisitos e com a arquitectura no que diz respeito à construção de uma arquitectura de *software*.

O método ACDM começa com todos os colaboradores do sistema a descobrir e documentar os drivers da arquitectura do sistema. Os drivers da arquitectura incluem os requisitos funcionais, atributos de qualidade, restrições técnicas, negócio e legais do sistema analisado. O próximo passo consiste na análise mais detalhada da informação relativa aos *drivers* da arquitectura que foram recolhidos anteriormente. Essa análise consiste na elaboração dos requisitos funcionais e nos cenários de atributos de qualidade, que são posteriormente priorizados de acordo com a sua dificuldade de implementação. Este processo é semelhante ao que acontece na recolha dos requisitos para a construção de uma *product line* (ver anexo F). Com base nos requisitos recolhidos de todas as aplicações, a construção da nova arquitectura usando a metodologia ACDM conjugada com a *product line*, encaixa na construção da matriz de requisitos da aplicação onde se verifica a semelhança e variância dos requisitos das diferentes aplicações em análise. Esta matriz é composta pelo conjunto de aplicações analisadas e os requisitos que cada uma possui, para mais detalhes o leitor deverá consultar o anexo F. A partir dessa análise de semelhança são identificados os pontos de variância, variantes bem como as suas dependências, para depois proceder à construção do modelo de variabilidade ortogonal. O modelo de variabilidade ortogonal, tem como objectivo representar de forma gráfica os pontos em comum e as suas variantes das várias aplicações analisadas (ver anexo F). É feita também a análise e selecção dos componentes que vão fazer parte da arquitectura.

Ao nível da construção da arquitectura, a *product line* tem como input um conjunto de requisitos já priorizados, o mesmo acontece com a metodologia ACDM. No entanto no contexto da construção de uma *product line*, os requisitos de qualidade mais importantes são:

- Flexibilidade
- Evolução
- Manutenção
- Variabilidade

A flexibilidade porque uma arquitectura deve ser capaz de fornecer alterações com relativa facilidade. A evolução está relacionada com a capacidade da arquitectura, ser capaz de se adaptar de acordo com a mudança nos requisitos de qualidade que podem surgir no futuro.

Uma outra característica a apontar é o uso de *frameworks* para definir uma estrutura comum dos componentes e interfaces, na construção da *product line* sendo depois o suporte à variabilidade dado pelo uso de *Plug-Ins*. Os componentes de *Plug-ins* são usados por aplicações em locais específicos.

A semelhança no que acontece no ACDM também na construção da *product line* a nível da construção da arquitectura, é feito um mapeamento dos elementos da arquitectura com os requisitos e atributos de qualidade. Este mapeamento é chamado de matriz de rastreabilidade de requisitos e tem como objectivo descrever qual a parte do sistema ou componente da arquitectura que satisfaz o requisito.

O estudo da metodologia *Architecture Tradeoff Analysis Method* (ATAM), realizado no 1º semestre foi de certo modo vantajoso (ver capítulo 4 ACDM Avaliação Design Arquitectura), dado que permite compreender a comparação entre as avaliações ATAM e as avaliações realizadas na fase 4 (Avaliação da Arquitectura) do ACDM.

Na fase 4 do ACDM é realizada uma avaliação aos cenários de atributos de qualidade, requisitos funcionais, restrições técnicas e de negócio. Esta avaliação encaixa na *product line*, uma vez que os requisitos de qualidade mais importantes no âmbito da *product line*, que são a flexibilidade, evolução, manutenção e variabilidade também precisam de ser avaliados em relação à análise estrutural.

Nesta avaliação também é feita uma análise funcional em que é analisada a matriz de rastreabilidade de requisitos. A matriz de rastreabilidade de requisitos é avaliada, com o objectivo de verificar se o componente ou componentes da arquitectura, conseguem satisfazer os requisitos e os atributos de qualidade aos quais de encontram relacionados.

O resultado das avaliações efectuadas tanto na *product line* como na metodologia ACDM tem como propósito refinar a arquitectura com o objectivo de a melhorar.

4.5 Requisitos

O principal objectivo da fase 1 do ACDM é a descoberta e documentação dos drivers da arquitectura do sistema. Os drivers da arquitectura do sistema incluem os requisitos funcionais com elevado nível de abstracção, as restrições técnicas, restrições de negócio e restrições legais. Esta informação pode ser consultada no anexo N.

Terminada a fase 1 do ACDM, em que se efectuou o levantamento e consolidação dos drivers da arquitectura, utilizou-se essa informação e avançou-se para a elaboração dos requisitos funcionais expressos em casos de uso de alto nível. Nesta fase são identificados e descritos todos os actores, casos de uso e as relações entre estes. Para cada uma das aplicações OneCare Home e OneCare Clinic foi elaborado diagrama de casos de uso, elaborados os cenários de atributo de qualidade, identificadas as restrições de negócio, técnicas e legais.

Durante a elaboração dos casos de uso fomos seguindo as normas específicas do padrão UML. Como por exemplo a posição dos actores, caso estes se localizarem do lado esquerdo do diagrama significa que fazem uso da informação, enquanto que se localizarem do lado direito, estes fornecem informação aos casos de uso. Outro tipo de notação que se retirou foi a ligação “*precedes*” para ilustrar que um determinado caso de uso para ser executado está dependente da execução de outro, tomou-se esta decisão por este tipo de ligação não estar definida nos padrões no UML 2.0. A solução passou por definir nas *constraints* do caso de uso que só poderia ser executado depois após o outro caso de uso ter sido executado.

No final desta tarefa obteve-se como output dois documentos de requisitos (que se encontram em anexo H e I), contendo o diagrama de casos de uso com a sua descrição incluindo as restrições, a identificação dos fluxos básicos e alternativos, os cenários de atributo de qualidade, as restrições técnicas, negócio e legais.

Quando nos encontramos a desenvolver uma *product line*, é importante analisar as semelhanças entre os produtos a integrar. Os requisitos comuns são a base de todas as aplicações da *product line*, assim quanto maior for o número de requisitos comuns, menor será o esforço necessário para o *design* da flexibilidade. Existem várias formas de fazer esta análise:

- Análise baseada em prioridades
- Análise baseada em listas de verificação
- Matriz de requisitos da aplicação

A matriz de requisitos da aplicação é a mais adequada, de fácil construção e percepção do número de requisitos que são comuns nas aplicações. O próximo passo consistiu na elaboração da matriz de requisitos de cada uma das aplicações e conseqüentemente a matriz de requisitos da *product line*. Esta matriz de requisitos é composta pela aplicação em análise e o conjunto de requisitos que ela suporta (consultar Anexo P). Tem como objectivo analisar o que é comum e o que difere no conjunto das quatro aplicações. A matriz é preenchida da seguinte forma sempre que um requisito é obrigatório para uma aplicação, essa coluna deve ser preenchida como obrigatório. No final da análise é possível ver o que é comum e variável. Foram elaboradas inicialmente duas matrizes de requisitos uma para cada uma das aplicações em estudo, sendo que depois essa informação foi incluída numa só matriz. Por fim elaborou-se matriz da *product line*, juntando as 4 aplicações estudadas.

Depois da elaboração da matriz de requisitos da *product line* (consultar Anexo P), a construção do modelo de variabilidade ortogonal torna-se mais fácil, isto porque é visível com relativa facilidade o que é comum e variável nas 4 aplicações. Antes de construir o modelo de variabilidade para as 4 aplicações, elaborou-se um diagrama em separado para cada uma das aplicações.

O modelo de variabilidade ortogonal permite demonstrar de forma gráfica a semelhança e a variabilidade entre as aplicações, isto é possível através dos pontos de variação e variantes. Um ponto de variação indica uma característica comum, por exemplo como é o caso de um sistema de autenticação, por outro lado a variante é uma característica que difere, as variantes da autenticação podem ser por cartão ou por código de acesso.

A construção da matriz de requisitos da *product line* e o modelo de variabilidade ortogonal (ver figura 7) foi muito útil pois permitiu, ver a semelhança e a variabilidade entre as quatro aplicações da linha OneCare. Com estes dados foi mais fácil avançar para a construção do diagrama de casos de uso da *product line* uma vez que se ficou com uma perspectiva clara dos pontos semelhantes e de variância.

Na figura 7 está representado o modelo de variabilidade ortogonal, nele é visível os pontos de variação e variantes que fazem parte da avaliação. Um ponto de variação é uma característica em comum às quatro aplicações, como é o caso da monitorização. As variantes são características particulares de cada uma das aplicações como por exemplo ouvir auscultação, analisar monitorização, histórico de monitorizações. O mesmo se aplica para o ponto de variação visualizar informação que contém um determinado conjunto de variantes, como visualizar dados de tensão arterial, glicémia entre outros.

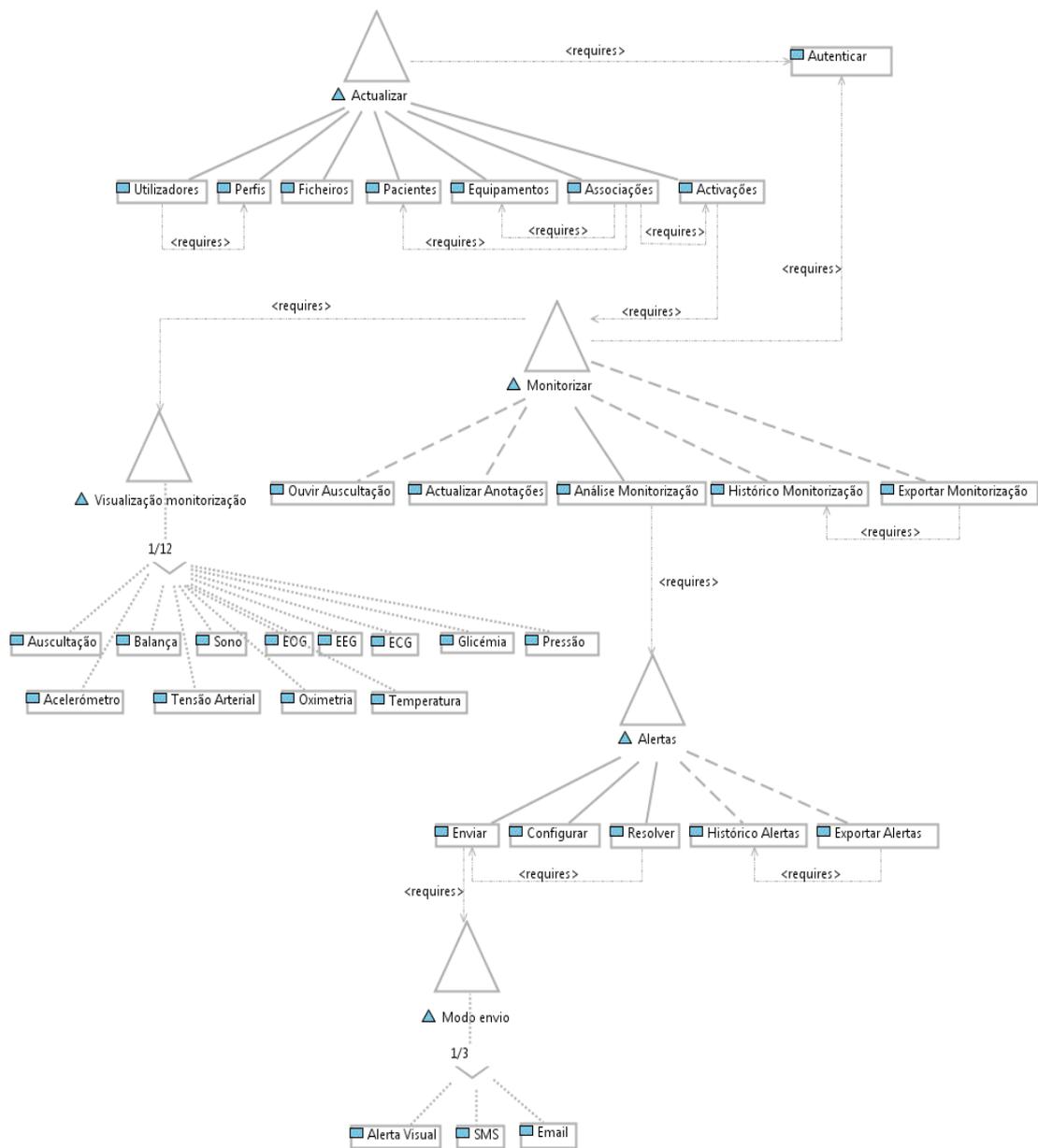


Figura 7: Modelo de variabilidade ortogonal da aplicação.

Como já foi referido no capítulo 3, as tarefas foram divididas de acordo com a carga de esforço necessária para elaborar cada caso de uso, no entanto em relação ao caso de uso monitorização, cada um dos elementos ficou responsável por documentar as questões relacionadas com as suas aplicações, no meu caso com a aplicação OneCare Home e OneCare Clinic.

A primeira versão do diagrama da aplicação foi elaborado em conjunto com o estagiário Bruno Fernandes, dado que era necessário juntar no mesmo diagrama os casos de uso e actores das diferentes aplicações. Sendo que depois cada um dos elementos avançou para a descrição dos casos de uso que lhe tinham sido atribuídos. Na fase inicial foi complicado elaborar um diagrama que fosse de fácil percepção para o utilizador, isto porque existia uma enorme quantidade de actores e o número de ligações entre os actores e os casos de uso não deixavam perceber a qual caso de uso é que o actor tinha acesso. A solução passou então por descrever nas “constraints” de cada caso de uso quais os tipos de utilizadores que tinham permissões de acesso.

O documento de requisitos da linha OneCare pode ser consultado no anexo J. Referir que o documento de requisitos nunca está completamente fechado a qualquer momento durante o ciclo de vida do projecto pode ser necessário proceder a alterações nos *drivers* da arquitectura, contudo este documento deve servir como base sólida para a construção da arquitectura da aplicação.

4.6 Arquitectura

A fase 3 do ACDM tem como input o documento dos drivers da arquitectura, tendo como objectivo a elaboração dos diagramas da arquitectura através da perspectiva física, estática e dinâmica. Por fim elaborar a matriz de rastreabilidade para os diagramas das várias perspectivas da arquitectura.

O diagrama da perspectiva física tem como objectivo representar todas as entidades físicas que constituem o sistema como servidores, equipamentos indicando as suas especificações técnicas, referindo também a forma como os componentes da arquitectura comunicam, mas sem referir os detalhes como por exemplo o tipo de protocolo. O diagrama da perspectiva estática, são elaboradas as classes do sistema, diagramas de base de dados e as relações entre as estruturas. Por fim o diagrama da perspectiva dinâmica, são apresentadas as entidades lógicas, tais como aplicações, ambientes de execução e outro tipo de elementos de software que compõem todo sistema e a forma como eles comunicam, quais os protocolos usados.

Esta fase tal como nas anteriores começou com a divisão das tarefas relacionadas com a arquitectura, como já foi referido no capítulo 2, fiquei responsável por elaborar o diagrama da perspectiva dinâmica, chamado também diagrama de componentes e conectores.

Finalizada uma primeira versão muito básica do diagrama de componentes e conectores, procedeu-se à marcação de uma reunião com o orientador, com o objectivo de analisar o estado actual da arquitectura referente à perspectiva física e dinâmica. Desta reunião resultou um conjunto de sugestões para corrigir os diagramas das várias perspectivas.

Com as orientações que resultaram da reunião no diagrama de componentes e conectores, foram criadas várias vistas, uma vista inicial (ver figura 8) em que se apresenta de forma geral como é que o sistema é composto, quais os componentes e sistemas, de modo a que o utilizador fique com a visão geral do modo de funcionamento do sistema. O segundo nível de cada sistema ilustra e descreve com maior grau de detalhe os componentes que formam cada parte constituinte do sistema. Na figura 8 é visível a divisão da aplicação em três sistemas, um sistema responsável pela recolha de dados que é composto por vários equipamentos de medição que transferem os dados por Bluetooth para um *tablet android*, que depois envia os dados da medição para o sistema OneCare. O sistema OneCare responsável

pela recepção e análise dos dados, das medições realizadas pelos utentes. Este sistema envia alertas quando as medições ultrapassem os limites definidos na configuração, permite também aos médicos fazer toda a gestão de utentes, resolução de alertas, etc.. O sistema de envio de alertas, responsável pelo envio de alarmes via sms e email, quando as medições ultrapassem os limites definidos. Para uma consulta mais detalhada relacionada com os vários diagramas da arquitectura o leitor deve consultar o anexo M.

Foram elaboradas assim várias vistas, uma para o sistema de recolha de dados, sistema de alertas e sistema OneCare. Estas vistas permitiram analisar com mais detalhe quais os firmware dos equipamentos, os protocolos que estes usam para efectuar a comunicação dos dados. Em relação aos protocolos usados pelos equipamentos, foi necessário falar com a equipa de sistemas embebidos, procurando saber que informação se encontrava disponível. No entanto existiram situações em que o problema apenas foi resolvido com o recurso a pesquisas no site do fabricante do equipamento.

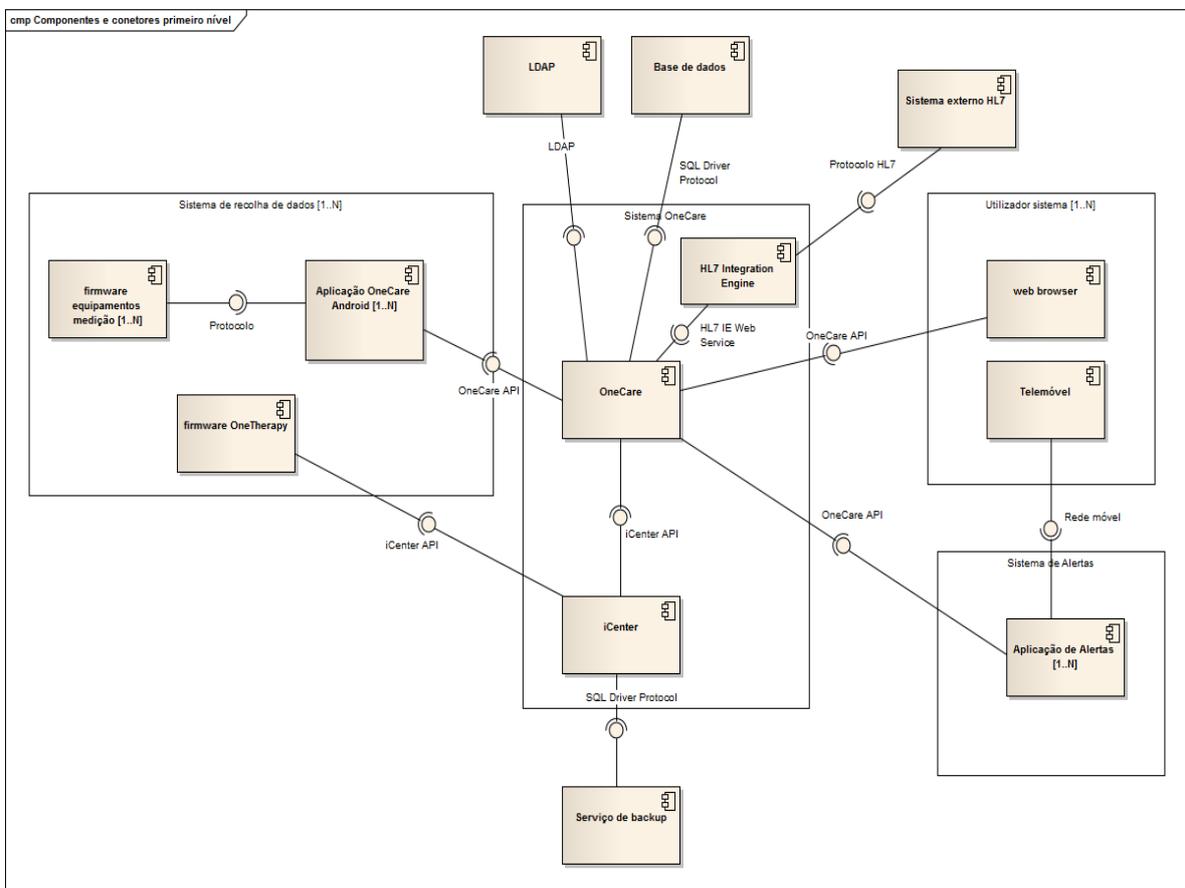


Figura 8: Diagrama de Componentes e conectores 1º nível.

No fim de elaborar o diagrama, e seguindo os passos da etapa 3 da metodologia ACDM, elaborou-se a matriz de rastreabilidade. A matriz de rastreabilidade tem como objectivo fazer o mapeamento dos componentes da arquitectura com os requisitos funcionais da aplicação e com os cenários de atributo de qualidade. Este mapeamento tem como principal objectivo indicar e estabelecer uma relação entre o requisito funcional e o elemento da arquitectura que o consegue realizar. A matriz de rastreabilidade foi elaborada recorrendo a dois tipo de ligações a ligação “trace” e “realize”, a ligação do tipo trace foi usada para fazer o mapeamento entre os requisitos e o componente da arquitectura. Na figura 9 encontra-se representado o mapeamento do caso de efectuar autenticação, que se encontrada ligado ao componente Aplicação OneCare Android, LDAP, Base de dados e OneCare, todos estes

componentes são responsáveis pelo caso de uso autenticação quer seja efectuada através do portal ou pela aplicação tablet android.

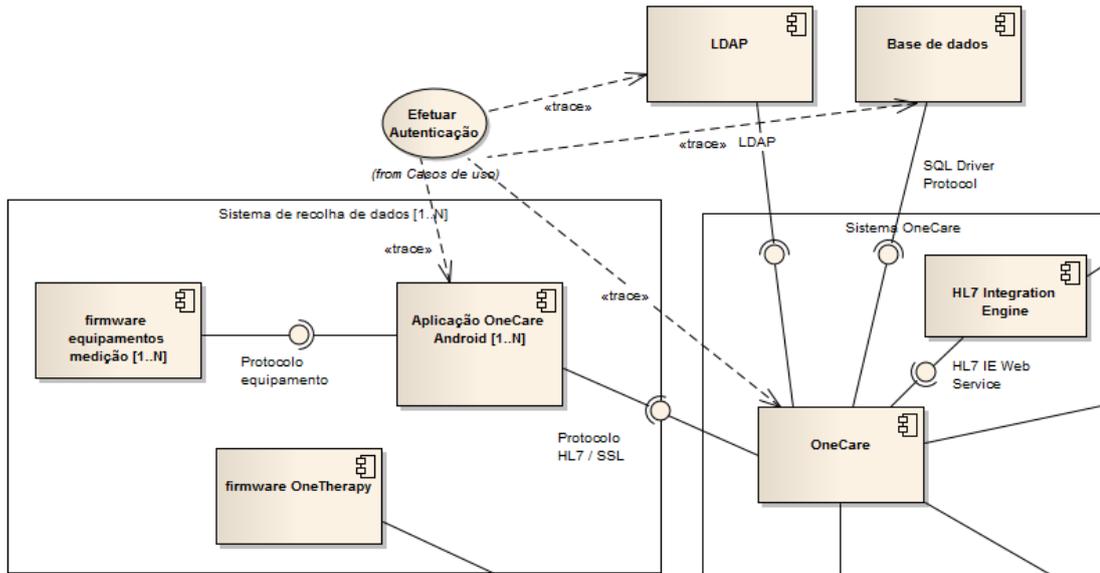


Figura 9: Mapeamento do caso de uso Efectuar Autenticação.

Por seu lado a ligação do tipo realize foi usada para ilustrar a hierarquia entre o diagrama de componentes, mais concretamente entre o 1º e 2º nível de detalhe. Na figura 10 encontra-se representada a relação entre o componente do 1º nível que representa todos os

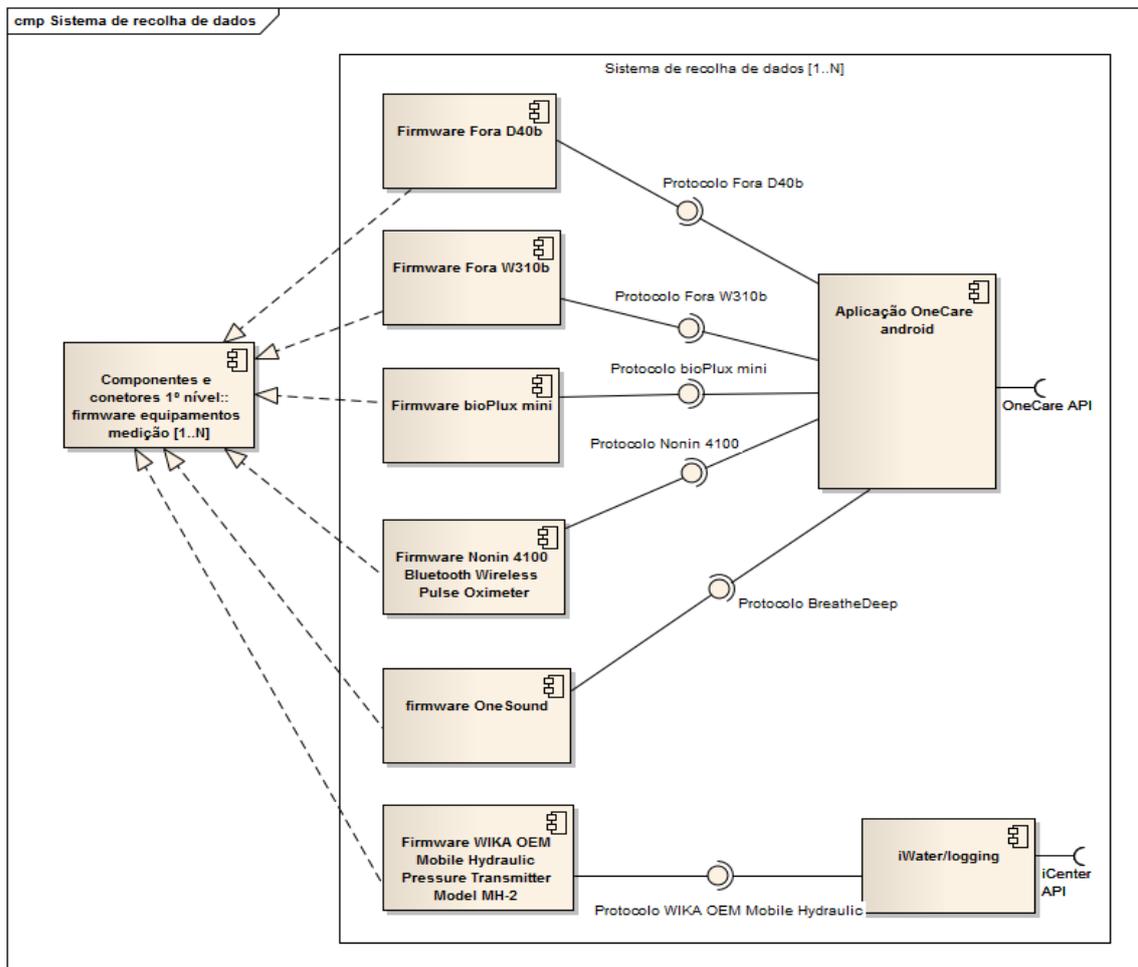


Figura 10: Mapeamento dos equipamentos de firmware.

equipamentos de firmware e os vários componentes de firmware que formam o sistema OneCare de recolha de dados

A matriz de rastreabilidade completa com as ligações do tipo trace e realize pode ser consultada no anexo K.

Todas estas tarefas de construção dos diagramas da arquitectura e da matriz de rastreabilidade foram feitas usando a aplicação Enterprise Architect.

A metodologia ACDM aponta para o facto que não se deve despendar demasiado tempo na primeira versão da arquitectura, os engenheiros não devem ser demasiado perfeccionistas, isto porque a arquitectura é um artefacto vai sendo consecutivamente avaliada e refinada nas várias iterações.

Finalizadas as tarefas relacionadas com a construção dos vários diagramas da arquitectura, foi realizada uma avaliação ao design da arquitectura.

Tal como a metodologia ACDM sugere nas primeiras avaliações, como o design da arquitectura ainda é muito imaturo, foi feita uma avaliação interna com um pequeno número de participantes, isto porque normalmente descobrem-se muitos problemas mesmo sem recorrer a muita gente. Numa fase posterior é recomendado que as avaliações sejam já externas. À medida que se vai refinando a arquitectura, esta vai amadurecendo, a equipa de design deve incluir colaboradores externos, como estes são pessoas que não se encontram envolvidas no projecto podem descobrir problemas que não foram ainda analisados pela equipa de design em avaliações anteriores.

Os problemas identificados que resultaram da avaliação foram os seguintes:

- Encriptação dos dados pessoais
- Servidores colocados ou nas instalações das entidades ou na ARS
- Diagrama de alocação - falta ligação entre o dispositivo tablet e a internet
- Diagrama de alocação - Equipamento de medição deveria ter uma ligação ao Home Pc
- Acrescentar um interface ao tablet no segundo nível de detalhe
- Diagrama de alocação equipamentos onesound - Retirar Pen usb
- Diagrama de alocação equipamentos onesound - Ligar o Home PC ao dispositivo colete onesound devido a configurações
- Estudar arquitetura do iCenter e adapta-lo ao diagrama de alocação server cluster isa
- Definir framework de forma a definir mais concretamente a arquitetura da linha onecare
- Verificar se API do Oxímetro é compatível e verificar o protocolo que usa
- Verificar API e protocolo de BioPlux
- Experimentação com o iCenter
- Referenciar o protocolo utilizado na implementação do colete
- Diagrama de componentes e conetores - Retirar GPRS e firmware OneTherapy ligado diretamente ao iCenter
- Retirar a ligação entre o protocolo smtp e o web browser
- Clarificar questão do HL7 e do brooker
- Diagrama do primeiro nível - separar aplicação de alertas
- Diagrama Sistema Onecare segundo nível - Faltam os conetores com os protocolos específicos

- Reformulação do diagrama do nível lógico tendo em conta o uso dos mesmos serviços para a aplicação web e tablet
- Validar se é necessário real-time na web. Caso seja necessário é preciso alterar o diagrama
- Validar se é necessário real-time na tablet
- Falta colocar componente web, API - camada de baixo nível com a lógica da aplicação, componente para que o tablet consiga obter a ligação

O output desta avaliação, como já foi referido é um conjunto de problemas que foram identificados durante a avaliação do design da arquitectura, que servem depois como input para a fase 5 ACDM em que é feita a tomada de decisão.

A fase 5 é o ponto-chave de todo o processo ACDM, isto porque é onde é feita a tomada de decisão de avançar para a produção ou de refinar a arquitectura. Esta fase tem como input a lista de problemas que foram identificados na fase 4 durante a avaliação da arquitectura. Foi feita uma análise individual a cada um dos problemas, sendo depois atribuída uma acção específica para o resolver. O tipo de acção a atribuir varia entre reparar, actualizar ou clarificar documentação, pesquisar mais informação técnica, recolher mais informação sobre os drivers da arquitectura e por fim realizar experiências para resolver problemas técnicos específicos.

A descrição mais detalhada de cada uma das acções a aplicar para a resolução dos problemas é a seguinte:

- **Nenhuma acção é necessária (1):** Na maioria das vezes existem problemas que são levantados durante a avaliação, que depois durante a fase de análise a equipa de avaliação decide que o problema não é relevante. Neste caso é necessário explicar o motivo que originou essa mudança.
- **Reparar, Actualizar ou clarificar a documentação (2):** Na maioria das vezes os problemas encontrados durante as avaliações, tem as decisões de design bem fundamentadas, mas a documentação é pobre. Isto pode levar a interpretações erradas por parte dos participantes no workshop de design.
- **É necessário mais informação técnica (3):** Por vezes são levantadas questões durante a avaliação que o arquitecto e a equipa de design da arquitectura, não conseguem responder sem informação adicional. Esta deposição adicional é indicada quando a equipa de design da arquitectura pensa que com a pesquisa de informação na internet consegue resolver o problema.
- **É necessário mais informação para os drivers da arquitectura (4):** Apesar dos esforços para capturar com precisão e analisar os drivers da arquitectura, a equipa de design da arquitectura pode estar errada. Muitas das vezes os problemas relacionados com os drivers da arquitectura são descobertos durante a avaliação. Para resolver esses problemas, o engenheiro responsável e os colaboradores devem reunir para recolher mais informação para clarificar os drivers da arquitectura.
- **É preciso mais experimentação (5):** A experimentação no contexto do ACDM é usada para resolver problemas técnicos específicos que não podem ser resolvidos de outra forma a não ser por testes conceptuais, tecnológicos ou por várias abordagens de design.

Como output desta fase saiu o documento de deposição de problemas presente na tabela 2, com a lista dos problemas encontrados, a respectiva acção de resolução do problema e o nome do engenheiro responsável por resolver o problema em questão. Este documento foi depois analisado pelo líder da equipa de requisitos e arquitectura, o qual concordou com o tipo de acção de resolução atribuída a cada um dos problemas, excepto no caso do problema

12 experimentação com o iCenter. Neste caso o líder da equipa de requisitos referiu que era uma tarefa extremamente complexa de efectuar e que deixava de ter efeito.

Problema N°	Descrição do Problema	Acção	Comentários	Engenheiro Responsável
1	Encriptação dos dados pessoais	3		Bruno Fernandes
2	Servidores colocados ou nas instalações das entidades ou na ARS	4		Bruno Fernandes
3	Diagrama de alocação - falta ligação entre o dispositivo Tablet e a internet	4		Bruno Fernandes
4	Diagrama de alocação - Equipamento de medição deveria ter uma ligação ao Home Pc	2		Bruno Fernandes
5	Acrescentar um interface ao Tablet no segundo nível de detalhe	4		Bruno Fernandes
6	Diagrama de alocação equipamentos onesound - Retirar Pen usb	2		Bruno Fernandes
7	Diagrama de alocação equipamentos onesound - Ligar o Home PC ao dispositivo colete onesound devido a configurações	4		Bruno Fernandes
8	Estudar arquitetura do iCenter e adaptá-lo ao diagrama de alocação server cluster Isa	3		Bruno Fernandes; Miguel Fernandes
9	Definir framework de forma a definir mais concretamente a arquitetura da linha onecare	3		Toda a equipa
10	Verificar se API do Oxímetro é compatível e verificar o protocolo que usa	3		Miguel Fernandes
11	Verificar API e protocolo de BioPlux	3		Miguel Fernandes
12	Experimentação com o iCenter	5		Toda a equipa
13	Referenciar o protocolo utilizado na implementação do colete	3		Miguel Fernandes
14	Diagrama de componentes e conetores - Retirar GPRS e firmware OneTherapy ligado diretamente ao iCenter	2		Miguel Fernandes
15	Retirar a ligação entre o protocolo smtp e o web browser	2		Miguel Fernandes
16	Clarificar questão do HL7 e do brooker	2		Toda a equipa
17	Diagrama do primeiro nível - separar aplicação de alertas	2		Miguel Fernandes
18	Diagrama Sistema Onecare segundo nível - Faltam os conetores com os protocolos específicos	2		Miguel Fernandes
19	Reformulação do diagrama do nível lógico tendo em conta o uso dos mesmos serviços para a aplicação web e tablet	4		Miguel Fernandes
20	Validar se é necessário real-time na web. Caso seja necessário é preciso alterar o diagrama	4		Miguel Fernandes
21	Validar se é necessário real-time na Tablet	4		Miguel Fernandes

22	Falta colocar componente web, API - camada de baixo nível com a lógica da aplicação, componente para que o Tablet consiga obter a ligação	3		Miguel Fernandes
----	---	---	--	------------------

Tabela 2: Documento de deposição de problemas.

No fim de atribuir uma acção a cada um dos problemas, a equipa avaliou o estado da arquitectura através do documento de deposição de problemas (ver tabela 2) para decidir sobre a tomada de decisão. Dessa análise verificou-se que existiam problemas do tipo 3 e 4, nestes casos não é aconselhável avançar para a produção, assim depois desta tomada de decisão optou-se por refinar a arquitectura, passando antes pela fase de experimentação.

A fase 6 da metodologia ACDM consiste na fase de experimentação da arquitectura, esta fase tem como input o documento de deposição de problemas que resultou da fase 5 em que é feita a tomada de decisão. O objectivo desta fase é resolver os problemas do design da arquitectura que foram descobertos na fase 4, através das acções descritas no documento de deposição de problemas que foi elaborado na fase 5.

Na tabela 3 é apresentado um plano de experimentação, em que foi necessário recolher a mais informação técnica. Como é possível observar ele é composto por uma serie de campos que são essenciais para a elaboração da tarefa de experimentação. Os planos de experimentação são preenchidos em duas fases, uma pré e uma pós experimentação, neste plano é possível ver qual o tipo de acção de resolução bem como o engenheiro a quem foi atribuído, a descrição da experiência, os artefactos que se prevêem criar e o tempo previsto para resolver o problema.

Alguns dos problemas consistiam num esclarecimento dos drivers da arquitectura, foi necessário clarificar informações relativas a alguns dos problemas encontrados com o gestor do produto.

Pré experimentação	
Título da experimentação/experiência: Verificar API e protocolo de BioPlux	ID da experiência: 11
Problema ID/descrição: 11	Engenheiro Responsável: Miguel Fernandes
Categorias de acção de resolução (escolha uma):	
<input type="checkbox"/> Reparar, actualizar, e/ou clarificar a documentação	
<input checked="" type="checkbox"/> É necessário mais informação técnica	
<input type="checkbox"/> É necessário mais informação nos drivers da arquitectura	
<input type="checkbox"/> É necessário experimentação	
<input type="checkbox"/> Outro: _____	

Propósito:
O objectivo da experiência é verificar a API e o protocolo do equipamento bioPlux. Verificar se existe uma API que comunique com um dispositivo android.
Descrição da experiência:
A experiência vai incluir a pesquisa da API usada pelo equipamento bioPlux. Verificar se existe alguma API disponível para comunicar com um dispositivo android.
Artefactos criados:
Documentos relativos à API e protocolos caso estejam disponíveis.
Critério de conclusão:
O tempo alocado para a tarefa terminou. Encontrou-se e analisou-se documentação relativa à API e ao protocolo usado pelo dispositivo.
Recursos necessários:
Documentação do protocolo e API disponibilizadas pelo fabricante.
Tempo de duração estimado e etapas fundamentais:
5h
Pós experimentação
Resumo das conclusões: Na pesquisa efectuada relacionada com a API do equipamento bioPlux, verificou-se que já existe uma API desenvolvida pelo fabricante para android em 2010, essa informação encontra-se disponível em http://www.plux.info/node/146 . Recentemente o fabricante do equipamento disponibilizou também o SDK da sua aplicação para android, essa informação pode ser encontrada em http://www.plux.info/node/196 .
Duração actual: 3h
Recursos actuais: Informação relativa a existência de uma aplicação em android, bem como a existência do SDK android disponibilizado em Maio deste ano.
Recomendações dos Engenheiros responsáveis:

Tabela 3: Plano de experimentação do problema nº 11.

A informação recolhida durante as experiências, através dos planos de experimentação tem dois propósitos. O primeiro consiste na descoberta de informações específicas para resolver os problemas e refinar o design da arquitectura na fase 3. A segunda razão está relacionada com o uso dos planos de experimentação para efectuar o planeamento e fazer a monitorização do esforço aplicado no projecto. Os restantes planos de experimentação podem ser consultado no Anexo P.

4.7 Reflexões ciclos ACDM

A arquitectura produzida na metodologia ACDM, vai sendo refinada consecutivamente através de várias iterações ACDM. Estas iterações começam quando o documento de requisitos se encontra finalizado. O documento de requisitos na verdade nunca está totalmente finalizado. No decorrer das várias iterações de avaliação pode ser necessário alterar determinadas questões relacionadas com os requisitos.

O primeiro ciclo ACDM é composto pelas fases 3,4 e 5, que corresponde a produção da arquitectura, avaliação e tomada de decisão. Os restantes ciclos que permitem refinar a arquitectura seguem as fases 6,3,4 e 5, em que se começa pela experimentação e refinação da arquitectura, depois a respectiva avaliação e tomada de decisão.

Em relação à 1ª iteração ACDM, finalizadas as tarefas relacionadas com os drivers da arquitectura, avançou-se para a elaboração da primeira versão do diagrama da arquitectura da aplicação.

A etapa de construção da arquitectura da aplicação é de extrema importância, contudo não se deve perder demasiado tempo numa primeira versão. A metodologia ACDM, sugere isso mesmo, alias os vários ciclos da metodologia tem como objectivo melhorar este artefacto. A primeira versão da arquitectura teve como duração cerca de 13 dias.

Neste sprint foi elaborada a primeira versão da arquitectura, dos 15 dias que formaram o sprint 13 foram dedicados a elaboração dos diagramas, sendo que os últimos dois dias foram realizados a avaliação da arquitectura e a tomada de decisão.

O processo de avaliação da arquitectura é extremamente importante, isto porque permite avaliar a arquitectura tendo em conta vários níveis. A avaliação permite comprovar como é que ela é capaz de satisfazer os requisitos funcionais, através do mapeamento com os componentes da arquitectura e os cenários de atributo de qualidade que foram elaborados na fase 2 do ACDM.

4.8 Trabalho Futuro

Terminado este estágio, importa definir algumas tarefas a realizar futuramente, tarefas estas relacionadas com a elaboração dos diagramas de perspectiva estática, actualização do documento de requisitos e com a inclusão de novos produtos na *product line*.

O documento de requisitos apesar de fechado, vai sofrer mais alterações, isto porque vai ser necessário fazer alterações nas restrições legais da linha OneCare. Essas restrições passam pelo armazenamento, tratamento da informação dos dados recolhidos das medições. Estas questões partiram por parte da CNPD, que exigiu que os dados tem que ficar armazenados e com acesso limitado nos servidores da ARS.

Como trabalho futuro é necessário elaborar os diagramas relacionados com a perspectiva estática da aplicação, esses diagramas incluem o diagrama de classes, entidade relacionamento. Os diagramas da perspectiva estática são os últimos a serem elaborados pela necessidade de ver como é que os componentes encaixam nos módulos criados.

Posteriormente a *product line*, vai ser testada de modo conceptual, com a inclusão de um produto também ele da área da saúde o Giraff +. Inicialmente estava previsto a inclusão de um produto da área da energia, contudo este produto surgiu num âmbito de um projecto europeu já posteriormente de terem sido elaborados os requisitos da *product line*, pelo que faz

todo o sentido inclui-lo para verificar como responde a arquitectura da *product line* de acordo com as questões relacionadas com a segurança e a privacidade dos dados.

A arquitectura da *product line*, vai ser testada de modo conceptual, isto é quando todos os colaboradores, não tiverem mais dúvidas ou questões, sobre um determinado componente e se esta cumprir a maioria dos requisitos, a arquitectura está pronta para produção.

Capítulo 5

Conclusões

Neste capítulo vão ser apresentadas as conclusões relativas ao trabalho que foi elaborado ao longo do estágio. Importa referir os pontos mais importantes que resultaram do estágio, este foram:

- Acompanhamento e tomadas de decisão
- Definição da arquitectura para a *product line*
- Validação da metodologia ACDM
- Aprendizagem de uma nova metodologia
- A importância das arquitecturas de software, metodologias de avaliação

No final da primeira metade do estágio, identificou-se como risco o facto de os objectivos inicialmente propostos estarem na iminência de não serem possíveis de cumprir. Para prevenir tal situação o âmbito dos produtos a trabalhar foi alterado, passando a trabalhar com os produtos da área da saúde. Esta alteração permitiu que estivéssemos mais protegidos das pressões do mercado algo que não aconteceu com os produtos inicialmente definidos. Estes produtos como são da área da inovação possuem prazos de entrega mais alargados como por exemplo finais de 2013. O reforço da equipa que se encontrava a acompanhar o projecto no início do segundo semestre, permitiu também garantir um melhor acompanhamento de todo o projecto, numa primeira fase relacionada com os requisitos das várias aplicações e posteriormente com a definição do design da arquitectura para a *product line* da área da saúde. Sem este acompanhamento não seria possível garantir uma gestão cuidada do projecto e assegurar a qualidade das tarefas produzidas a nível de requisitos e arquitectura.

Um aspecto positivo a destacar deste estágio no âmbito da empresa, é a definição da arquitectura para a *product line* na área da saúde. A empresa ficou assim com toda a documentação definida e estruturada nos requisitos e arquitectura. Numa primeira fase ficou documentada toda a informação relativa aos drivers da arquitectura das várias aplicações a incluir na *product line*, isto porque a documentação existente era escassa ou estava mal documentada e alguma dela obsoleta. Posteriormente a definição dos requisitos da *product line* e construção da respectiva arquitectura para a *product line*, esta que numa primeira fase incluí apenas os produtos da saúde. Esta arquitectura é muito importante para a empresa, dado que numa fase posterior o objectivo passa por usar esta base e incluir produtos de áreas como a energia, que tem questões muito importantes como a privacidade dos dados tal como acontece na área da saúde.

A aplicação da metodologia ACDM, na resolução de problemas complexos comprovou-se numa mais-valia, dado que foi definida com sucesso a arquitectura para a *product line*. À medida que nos encontrávamos a aplicar a metodologia ACDM, em paralelo a empresa estava a implementar o nível 2 e 3 de CMMI, seguindo o mesmo processo. A aplicação desta metodologia para a resolução de problemas constitui realmente uma grande vantagem para a empresa. O conjunto de passos e linhas de orientação em cada uma das fases de requisitos, arquitectura e experimentação permitem construir com qualidade o design de uma arquitectura de qualquer sistema.

A nível pessoal foi muito importante a aprendizagem e aplicação de uma metodologia que foi o ACDM para a construção de uma arquitectura para a *product line*. Esta metodologia permitiu mudar a maneira de abordar um problema complexo de engenharia. Os projectos

até agora elaborados ao longo do meu percurso académico, a sua maioria não necessitava de seguir uma abordagem de resolução de problema tão específica, para muitos deles, bastava seguir uma abordagem ad-hoc. Este estágio mudou a forma de abordar e estruturar todos os problemas quer sejam eles uns mais ou menos complexos, visto que os processos aprendidos são uma mais-valia, fornecem guias específicos das tarefas a fazer em cada uma das fases de requisitos, arquitectura e a forma de os melhorar consecutivamente.

Este estágio foi também muito importante na medida que fiquei muito mais sensibilizado para a importância que as arquitecturas de software tem na definição da estrutura de toda a aplicação. A maneira bem detalhada como a arquitectura deve ser apresentada, os componentes, as relações, a definição e explicação dos protocolos usados na comunicação entre os vários componentes, toda a estrutura em geral com o nível de detalhe adequado para que a sua compreensão seja possível por parte de todos os colaboradores. As metodologias de avaliação de arquitecturas também tem muita importância, o seu estudo e aplicação permitiram perceber e descobrir vários detalhes sobre as arquitecturas e avalia-las com o objectivo, de perceber se estas cumprem os requisitos de qualidade para os quais foi desenvolvida, descobrir problemas e propor eventuais soluções.

Referências

- [1] Software Engineering Institute, Carnegie Mellon, “Software Product Lines, Getting Started,” 2011. [Online]. Available: <http://www.sei.cmu.edu/productlines/start/>. [Acedido em 6 Dezembro 2011].
- [2] C. M. U. Software Engineering Institute, “Software Product Lines,” 2011. [Online]. Available: <http://www.sei.cmu.edu/productlines/>. [Acedido em 3 1 2012].
- [3] P. Heymans e C. J. Trigaux, “Software Product Lines:State of the art,” 2003.
- [4] P. Eeles, “What is a software architecture?,” 15 Fevereiro 2006. [Online]. Available: <http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/feb06/eeles/>. [Acedido em 21 Dezembro 2011].
- [5] P. C. R. K. Len Bass, Software Architecture in Practice, Second Edition, Addison Wesley, 2003.
- [6] A. J. Lattanze, “Architecting Software Intensive Systems: A Practitioner's Guide,” Auerbach Publications, 2009, pp. 237-331.
- [7] K. Pohl, G. Böckle e F. v. d. Linden, “Software Product Line Engineering: Foundations, Principles, and Techniques,” Springer, 2005, pp. 217-240; 331-343.
- [8] R. G. A. L. B. Kazman e P. Clements, “Scenario-Based Analysis of Software Architecture,” em *IEEE Software*, 1996.
- [9] J. Meier, D. Hill, A. Homer, J. Taylor, P. Bansode, L. Wall, R. Boucher Jr. e A. Bogawat, “Chapter 4: A Technique for Architecture and Design,” Microsoft, October 2009. [Online]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee658084.aspx>. [Acedido em 20 Setembro 2011].
- [10] G. Kingston, “Software Design Reviews Using the Software Architecture Analysis Method: A Case Study,” DSTO Electronics and Surveillance Research Laboratory, Salisbury, 2000.
- [11] P. C. R. K. Len Bass, Software Architecture in Practice, Second Edition, Addison Wesley, 2003, p. 560.
- [12] EVOCEAN GmbH, “195-atam-architecture-tradeoff-analysis-method.html,” EVOCEAN GmbH, [Online]. Available: <http://www.evocean.ch/lang-de/unsere-angebot/beratung/195-atam-architecture-tradeoff-analysis-method.html>.
- [13] D. P. Weiss e D.M., Active design reviews: Principles and practices. 8th International Conference on Software Engineering, 1985.
- [14] P. C. Clements, Active Reviews for Intermediate Designs, 2000.
- [15] M. Masetti, S. Becker, I. Skuliber, M. Hauck, J. Kofron, K. Krogmann, J. Stammel, C. Seceleanu, J. Tysiak, R. Mirandola e D. Ardagna, “D6.1: Method and Abstract

Workflow,” em *FP7-215013*, 2009.

- [16] B. Tekinerdogan, *ASAAM: Aspectual Software Architecture Analysis Method*, 2004.
- [17] M. K. M. B. T. L. H. L. J. C. R. Kazman, “The Architecture Tradeoff Analysis Method,” Fourth IEEE International Conference on Engineering Complex Computer Systems (ICECCS'98), Monterey, 1998.
- [18] P. C. Clements e L. M. Northrop, “Salion, Inc.: A Software Product Line Case Study,” CMU/SEI, 2002.